La fortification géométrique de Jean Errard et l'école française de fortification (1550-1650)

Frédéric Métin

▶ **To cite this version:**

Frédéric Métin. La fortification géométrique de Jean Errard et l'école française de fortification (1550-1650). Histoire et perspectives sur les mathématiques [math.HO]. Université de Nantes, 2016. Français. ⟨NNT : 2016NANT4055⟩. ⟨tel-05360935⟩

HAL Id: tel-05360935

https://theses.hal.science/tel-05360935v1

Submitted on 12 Nov 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

HAL Authorization

UNIVERSITE BRETAGNE LOIRE

UNIVERSITÉ DE NANTES

Thèse de Doctorat

Frédéric MÉTIN

Mémoire présenté en vue de l'obtention du
grade de Docteur de l'Université Nantes Angers Le Mans
sous le sceau de l'Université Bretagne Loire

École doctorale : *STIM*

Discipline : *Histoire des mathématiques, section 72*

Unité de recherche : *Laboratoire de Mathématiques Jean Leray, UMR 6629*

Soutenue le *6 décembre 2016*
Thèse N° :

La fortification géométrique de Jean Errard et l'école française de fortification (1550-1650)

JURY

Rapporteurs :	**Pascal BRIOIST**, Professeur, Université François-Rabelais, Tours **Charles VAN DEN HEUVEL**, Professeur, Université d'Amsterdam (Pays-Bas)
Examinateurs :	**Dominique TOURNÈS,** Professeur, Université de la Réunion
Invité(s) :	
Directeur de Thèse :	**Evelyne BARBIN**, Professeur, Université de Nantes
Co-directeur de Thèse :	**Bruno BELHOSTE**, Professeur, Université Paris-I Panthéon-Sorbonne

UNIVERSITE BRETAGNE LOIRE

UNIVERSITÉ DE NANTES

Thèse de Doctorat

Frédéric MÉTIN

La fortification géométrique de Jean Errard et l'école française de fortification, 1550-1650

Jean Errard's geometric fortification and the French School of fortification, 1550-1650

Résumé

Au début du XVI^e^ siècle, une nouvelle manière de fortifier est inventée en Italie, afin de protéger les villes de la puissance des canons. Le protestant lorrain Jean Errard (1554-1610), formé à cette manière italienne, devient le principal ingénieur militaire d'Henri IV, qui le charge de rédiger un ouvrage de synthèse sur ce sujet. Errard a déjà publié une *Géométrie pratique*, ainsi qu'une édition des *Éléments* d'Euclide, et son intervention en 1594 dans la controverse sur la quadrature du cercle proposée Scaliger met en lumière sa qualité de mathématicien reconnu par ses pairs. Sa *Fortification reduicte en art et demonstrée*, qui paraît en 1600, est le premier ouvrage français qui présente l'architecture militaire bastionnée en établissant ses principes sur une analyse des forces en présence et en s'appuyant sur la géométrie euclidienne pour justifier l'adéquation des tracés aux contraintes. Nous présentons le contexte de la formation d'Errard dans la seconde moitié du XVI^e^ siècle, et nous décrivons son parcours d'ingénieur militaire et d'auteur d'ouvrages, en nous efforçant de préciser sa biographie. Notre analyse de sa *Fortification* met en évidence une méthode que nous qualifions de *fortification géométrique*. Nous cherchons ensuite à estimer la réception de l'ouvrage dans le milieu des ingénieurs et dans l'enseignement en France, d'une part par les maîtres privés, et d'autre part, par les professeurs des collèges jésuites. Nous dressons un état des écrits de la première moitié du XVII^e^ siècle, pour montrer comment s'édifie, à partir de l'œuvre d'Errard, ce que nous pouvons nommer une école française de fortification

Mots clés
Histoire des mathématiques
Fortification
Géométrie
Trigonométrie
Géométrie pratique
Instruments de mathématiques
Jean Errard
Simon Stevin

Abstract

In the beginning of the 17th century, Italians engineers created a new manner of fortifying cities in order to make them able to resist the power of guns. Jean Errard (1554-1610), a protestant from Lorraine, was trained in this new manner, and he became the principal engineer of French King Henri IV, who commissioned him to write a book on that subject. Errard had already published a *Practical Geometry* and an edition of Euclid's *Elements*. His involvement in the controversy about Scaliger's quadrature of the circle sheds light on his high abilities in mathematics, as recognized by his peers. His *Fortification reduicte en art et demonstrée* ("Fortification reduced into art and demonstrated") published in 1600, is the first French book which explains the principles of military architecture by analyzing the forces involved and using Euclidean geometry to justify the reliability of the fortresses, according to the constraints. We study the context of the second half of the 16^th^ century, when Errard was trained. We describe his career as a military engineer and as a writer, trying to clarify several points of his biography. Our analysis of his book on fortification reveals a special method that we call *geometric fortification*. We trace the reception of this geometric fortification amongst the engineers as well as the teachers in France. We consider both cases of private teachers and Jesuit colleges professors. We finally paint a picture of the writings in the first half of the 17^th^ century, in order to show how what we call a French School of Fortification was edified upon Errard's works

Key Words
History of Mathematics
17th century fortification
Geometry
Trigonometry
Pratical geometry
Instruments of mathematics
Jean Errard
Simon Stevin

Remerciements

Nous voudrions exprimer notre profonde gratitude envers notre directrice de thèse, Evelyne Barbin, qui, par son exigence et ses conseils, nous a permis de ne jamais nous satisfaire d'un travail inabouti ou superficiel, ainsi que notre co-directeur Bruno Belhoste pour ses encouragements et ses conseils.

Charles van den Heuvel et Pascal Brioist nous ont fait l'honneur d'accepter d'être les rapporteurs de notre travail, Dominique Tournès et Klaus Volkert celui d'être membres de notre jury de thèse.

Les Académiciens Jean-Pierre Kahane et Claude Debru nous ont ouvert les portes de la bibliothèque de l'Institut.

Notre travail dans les bibliothèques n'aurait pas été si fructueux sans l'accueil et l'accompagnement de leurs personnels, qu'il ne nous est pas possible de remercier tous nommément. Nous avons particulièrement bénéficié des compétences des personnels des bibliothèques universitaire et municipale de Dijon, de la bibliothèque Sainte-Geneviève et de la Bibliothèque nationale de France à Paris. Nous remercions également collectivement tous les correspondants qui ont répondu à notre enquête sur l'édition de 1620 de la *Fortification demonstrée et reduicte en art* de Jean Errard.

Qu'il nous soit permis de remercier particulièrement les conservateurs et bibliothécaires qui nous ont beaucoup aidé depuis plusieurs années : Caroline Poulain (Dijon), Françoise Ferrand (Bourg en Bresse), Isabelle Wasteels (BU Lille 3), Kirsten Van der Veen (Washington DC), Małgorzata Oczkowska (Cracovie), Geneviève Guilleminot-Chrétien (BnF), Sabine Schlüter et Volker Hartman (Berne), Jean-Claude Sosnowski (Semur en Auxois, puis Dijon), Patrick Latour (Bibliothèque Mazarine), Alexandre Leducq (Amiens), Ian Holt (Solothurn, Suisse), Robert Bonfils (s.j.) (Vanves), Florian Siffer (Strasbourg) et Sławomir Szyller (Varsovie).

Des chercheurs estimés ont bien voulu partager avec nous des documents de travail : Hélène Vérin (CNRS, Centre A. Koyré), Pascal Brioist (CESR Tours), Charles van den Heuvel (Amsterdam), Albrecht Heeffer (Gand), John Harris (Londres).

Nous remercions les jeunes docteurs qui nous ont transmis leurs travaux encore inédits : Julien Yenny (Belfort), Morgan Ng (Harvard), Tobias Büchi (Einsiedeln, Suisse), Aurélien Ruellet (Le Mans).

Pour les traductions, depuis le hollandais et le latin respectivement, nous avons pu compter sur les compétences de Barbara Morizot et de Jean Boyé.

Notre travail a également été facilité par un environnement professionnel favorable et des contributions plus personnelles.

Nous avons eu la chance de travailler avec Rudolf Bkouche dès notre formation initiale à Lille, ce qui nous a conduit à nous engager dans la Commission inter-IREM (CII) Épistémologie et Histoire des Mathématiques, dont Evelyne Barbin était alors la responsable. La participation aux travaux de la Commission a profondément marqué notre rapport aux mathématiques. Nous tenons à saluer ici tous ses membres, qui nous ont maintes fois aidé à approfondir notre regard et à « rendre étranger ce qui était familier ». Nous distinguons particulièrement Patrick Guyot, notre complice de l'IREM de Dijon, avec lequel nous avons fait nos premiers pas en fortification et qui nous a toujours accompagné depuis.

À Nantes, nous avons bénéficié des encouragements de René Guitart, Anne Boyé et Xavier Lefort, du soutien et de l'aide de nos camarades Sandra Bella et Hervé Renault

Annie Grange, Régis Grange et Simone Métin, ont constitué avec nous un groupe de lecture à quatre voix fort efficace pour la comparaison des éditions de la *Fortification demonstrée et reduicte en art*.

Jean-François Grivet nous a apporté son soutien logistique et amical.

Pascal Grisoni, à l'université de Bourgogne (ESPÉ), nous a déchargé au-delà du raisonnable de nombreuses tâches professionnelles.

Enfin, nous n'avons pas les mots pour exprimer notre reconnaissance envers Agnès G., pour sa patience et son soutien bienveillant, sans lesquels nous n'aurions pu mener ce travail jusqu'à son terme.

Frédéric Métin, septembre 2016.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION

1. Genèse de notre travail 13
2. Les recherches sur la fortification du XVII^e siècle 17
   2.1. L'histoire militaire 19
   2.2. La fortification dans l'histoire de l'architecture 22
   2.3. L'histoire des sciences et des techniques 24
   2.4. La fortification en tant qu'objet d'enseignement 25
3. Spécificités de notre approche 26
4. Devenir historien 28
5. Le choix de nos sources 32
   5.1. Outils de recherche et sources secondaires 32
   5.2. Sources primaires 34
6. Plan détaillé de la thèse 35
   6.1. Première partie (1550-1584) : les connaissances des ingénieurs 35
   6.2. Deuxième partie (1584-1610) : les écrits de Jean Errard 36
   6.3. Troisième partie (1610-1650) : l'héritage errardien 39

PREMIÈRE PARTIE : SAVOIRS D'INGÉNIEURS ET FORTIFICATION DANS LA SECONDE MOITIÉ DU XVI^e SIÈCLE.

..... 41

Chapitre 1 : Les connaissances utiles aux ingénieurs

..... 43

1. La guerre sur le papier : Les classiques disponibles et leur réception au milieu du XVI^e siècle 48
   1.1. Les classiques et leurs traductions 48
      1.1.1. L'Architecture : Vitruve et ses images 49
      1.1.2. La poliorcétique et l'art de la guerre 54
      1.1.3. Le *De Re militari* de Roberto Valturio (1555) 57
   1.2. Des idées nouvelles en « sciences politiques » : du rôle des forteresses 61
2. Des sources extérieures à l'Art de la guerre 67
   2.1. La géométrie théorique et/ou pratique 68

2.2. L'architecture 76
2.3. L'arithmétique militaire 82
2.4. L'artillerie 84

Chapitre 2 : Les ouvrages de fortification en français dans la deuxième moitié du XVI^e siècle

..... 89
1. Une esthétique venue d'Allemagne et des Pays-Bas 93
2. Une vague de traductions d'italien en français 98
2.1. La *Manière de Fortifier* de La Treille (1556) 98
2.2. Le *Sixième livre des Questions et Inventions diverses* de Tartaglia (1556) 100
2.3. Le *Capitaine* de Girolamo Cataneo (1574) 102
2.4. Le *Discours sur le fait des Fortifications* de Carlo Theti (1589) 108
2.5. Le *Discours* d'Aurelio de Pasino (Galasso Alghisi) (1579) 115
3. L'éclosion d'auteurs francophones 123
3.1. Jacques Perret, « Gentilhomme savoysien » (1594 ?) 124
3.2. Le Parisien Ambroise Bachot (1587/1598) 127
3.3. Claude Flamand à Montbéliard (1597) 137
4. Les connaissances « communes » à la fin du XVI^e siècle : un lectorat éclairé 142
4.1. Allain Constantinoys, un simple compilateur ? (v. 1600) 142
4.2. Le Maître maçon humaniste Charles de Beste (1599) 148
4.3. Les De Cœulre, père et fils, praticiens au sommet de leur art (1605-1606) 151
5. Conclusion de la première partie 159

DEUXIÈME PARTIE : JEAN ERRARD, FONDATEUR D'UNE PREMIÈRE ÉCOLE FRANÇAISE DE FORTIFICATION ?

..... 163

Chapitre 3 : L'émergence d'un mathématicien, 1584-1594

..... 165
1. Repères biographiques : 1554-1594 167
2. Errard mécanicien : le *livre des instruments* (1584) 181
2.1. Les Théatres de machines au XVI^e siècle 182
2.1.1. Jacques Besson, l'initiateur (1578) 184
2.1.2. Agostino Ramelli (1588) et Ambroise Bachot (198), capitaines et inventeurs 195

2.2. Présentation et contenu du *Premier livre* de Jean Errard 199
2.2.1. Aspect matériel 199
2.2.2. Un ingénieur en décalage 200
2.2.3. Errard inventeur ? 201
2.2.4. L'originalité du *Premier livre* 203
3. Le tournant mathématique de 1594 : la controverse de la *Cyclométrie* 211
3.1. La quadrature du cercle dans la seconde moitié du XVI^e siècle 213
3.2. Naissance de la polémique autour de Scaliger 214
3.3. Les enjeux de la controverse 219
3.4. L'intervention d'Errard 222
3.5 Réaction de Scaliger et fin de la controverse 226
4. Conclusion 228

Chapitre 4 : Les ouvrages de géométrie : 1594-1600

1. Repères biographiques, 1594-1600 231
2. La *Geometrie et practique generalle d'icelle* de 1594 233
2.1. Le projet de l'ouvrage 236
2.2. Une structure classique pour des contenus nouveaux 237
2.2.1. Les définitions : un aide-mémoire pour les « rudes » 238
2.2.2. Mesure des lignes inaccessibles : l'usage de l'instrument 242
2.2.3. Mesure des aires : les corollaires d'exploration et leurs difficultés 244
2.2.4. La méthode archimédienne revisitée : la *Mesure du cercle* 248
2.2.5. Ellipse et spirale 259
2.2.6. La question des volumes 264
2.2.7. Les nombres en géométrie 265
3. L'édition des *Éléments* d'Euclide (1598) 268
3.1. Les sources utilisées 269
3.2. Les destinataires et le projet d'Errard 270
3.3. Originalité et postérité de l'édition errardienne des *Éléments* 274
4. Conclusion de ce chapitre 275

Chapitre 5 : La *Fortification*, 1600-1610

..... 277
1. Repères biographiques, 1600-1610 278
2. Des ouvrages de fortification liés à la guerre ? 284
2.1. L'enseignement de la fortification en Espagne à la fin du XVI^e siècle 286

2.2. Une renaissance de la fortification italienne 291
2.3. Une nouvelle géométrie de la sécurité ? 307
3. *La Fortification reduicte en art et demonstree* de 1600 307
3.1. Aspect matériel 308
3.2. Le projet de l'ouvrage et ses destinataires 314
3.3. La rédaction de l'ouvrage : discours, images, mathématiques 318
3.4. L'ordre des connaissances 321
3.4.1. Les axiomes du premier livre et les données du terrain 322
3.4.2. Le deuxième livre : énoncé des maximes et constructions géométriques 325
3.4.3. La place de la géométrie : le cas de l'hexagone 329
3.4.4. Les troisième et quatrième livres : du papier au terrain 334
3.4.5. Ordre des connaissances et réduction en art 337
3.5. Le rôle de l'iconographie dans la *Fortification* 339
4. La Seconde édition de 1604 : *La Fortification demonstree et reduicte en art* 345
4.1 L'importance du siège d'Ostende (1601-1604) 345
4.2. Les versions de 1604 348
4.3. Les principales évolutions de la seconde édition parisienne 350
5. Conclusion de cette partie : Quelle révolution errardienne ? 355
5.1. Un projet pour le royaume 356
5.2. Réduction en art et démonstration : les ordres errardiens 357
5.3. Une géométrie de la sécurité 359
5.4. La *fortification géométrique* 359

TROISIÈME PARTIE : L'HÉRITAGE ERRARDIEN

..... 361

Chapitre 6 : Simon Stevin et l'école de Leyde

..... 363
1. La fortification selon Simon Stevin (1594) et Michel Coignet (1612) 364
1.1. Le *Sterctenbouwing* de Simon Stevin (1594) 365
1.2. Les manuscrits de Michel Coignet (1612) 368
1.2.1. La possibilité d'un tracé sans instruments 369
1.2.2. *Manière* de bastionner un heptagone 371
1.2.3. La rectification du bastion 372
1.3. 1594-1612 : quels changements dans les pratiques ? 374

2. l'école de Leyde 375
2.1. Le rôle fondateur de Stevin 376
2.1.1. Stevin pédagogue et défenseur de la langue vernaculaire 377
2.1.2. La *Duytsche Mathematique* 378
2.2. Les *Opera Mathematica* de Samuel Marolois (1614/1616) 379
2.2.1 La *Geometrie* de 1616 381
2.2.2. La *Fortification* (1615) 383
2.2.3. Marolois et l'héritage errardien 389
2.3. Les successeurs de Marolois : *l'école de Leyde* 390

Chapitre 7 : Les manières de fortifier après 1610

..... 395
1. La réception de la fortification errardienne par les ingénieurs au début du XVII^e siècle .. 397
1.1. Le manuscrit de Madrid (v. 1610) : un livre en préparation ? 400
1.2. Un carnet d'esquisses en italien (v. 1625) 403
1.3. Les *Carnets* de Jacques Gentillâtre (v. 1625) 407
1.3.1. Repères biographiques 408
1.3.2. Que pouvaient représenter les *Carnets* pour Gentillâtre ? 409
1.3.3. Nature et composition des *Carnets* 410
1.3.4. Contenu et sources des *Carnets* 411
1.3.5. La place prépondérante d'Errard en fortification 413
1.4. Conclusion : les papiers d'ingénieurs 416
2. La nouvelle fortification française après Jean Errard 418
2.1. Les années 1620 : Les *neveux* d'Errard 419
2.1.1. La troisième édition de la *Fortification demonstrée et reduicte en art* par Alexis Errard (1620/1622) 421
2.1.2. Les *Practiques* de Jean Fabre (1624/1629) 427
2.1.3. Les *Fortifications* d'Antoine de Ville (1628) 432
2.1.4. Le *Traité des feux artificiels* de Malthus (1629) 438
2.2. Le déclin de la *fortification géométrique* errardienne 440
2.2.1. Les autres ouvrages in-folio des années 1620 440
2.2.2. La multiplication des « petits traités » 442
2.3. La nouvelle fortification française 447
2.3.1. Les *Fortifications du Comte de Pagan* (1645) 448
2.3.2. L'expérience des militaires 452
3. Conclusion 456

Chapitre 8 : La fortification, objet d'enseignement (1) : les maîtres privés

..... 459

1. Didier Henrion et Pierre Hérigone, *Professeurs és Mathématiques* 462

1.1. Henrion entre *Duystche Mathematique* et fortification errardienne 463

1.2. L'éducation de la Noblesse : un défi à relever 466

1.3. La *Géométrie* de 1613 : compléter les travaux d'Errard 467

1.4. Le perfectionnement de la *fortification* d'Errard (1613) 470

1.4.1. L'ordre et les variations de l'exposition 470

1.4.2. Calculs et démonstration 472

1.4.3. Des alternatives de tracé 474

1.5. Pierre Hérigone et le projet d'Henrion (1634) 476

1.5.1. La *Duytsche mathematique* plutôt que la fortification errardienne ? 477

1.5.2. La fortification dans le *Cours Mathematique* d'Herigone (1634) 478

1.5.3. Le bastionnement errardien transcrit par Hérigone 482

1.5.4. Calcul des angles et des lignes – Fortification hollandaise 485

1.6. L'émancipation des disciples 486

2. Des professeurs savants 488

2.1. Les cours de Jean-Baptiste Chauveau et de Jacques Rohault (v. 1650) 488

2.1.1. Le *Petit traitté de la fortification moderne* de J. Baptiste Chauveau 490

2.1.2. Le *Traité des fortifications* de Jacques Rohault 491

2.2. Le *Traicté de fortification* de Roberval (v. 1645) 497

2.2.1 Roberval et les mathématiques élémentaires 498

2.2.2. Les divers manuscrits du *Traicté* 500

2.2.3. L'organisation du *Traicté* 504

2.2.4. Une géométrie tournée vers la pratique de la fortification 506

2.2.5. La *Fortification* 514

3. Conclusion 521

Chapitre 9 : La fortification, objet d'enseignement (2) : les Jésuites

..... 527

1. Les mathématiques dans les collèges jésuites au début du XVII^{e} siècle 530

1.1. L'apparition progressive des classes de mathématiques 530

1.2. L'enseignement des mathématiques mixtes : l'exemple de Dole (1626) 532

2. Pierre Bourdin et l'enseignement de la fortification (1636-1653) 535

2.1. Le cours de Pierre Bourdin au collège de Clermont 537

2.1.1. Le manuscrit de Le Mercier (1636-1639) 537
2.1.2. Les versions ultérieures du cours de mathématiques de Bourdin 542
2.2. L'*Architecture militaire* de 1655 548
2.2.1. Authenticité de l'ouvrage 548
2.2.2. L'ordre des connaissances 550
2.2.3. La place des mathématiques 552
2.2.4. Le rôle des figures et du tracé 554
2.3. Pierre Bourdin et la fortification géométrique errardienne 557
3. Les Jésuites français et la fortification 558
3.1. L'*Architecture militaire* de Georges Fournier (1648) 559
3.2. L'*Art universel des Fortifications* de Silvère de Bitainvieu (1665) 563
3.3. Le *Cursus* (1674) et l'*Art de fortifier* (1677) de C. F. Milliet Dechales 565
3.4. La *Pratique generale des Fortifications* de Pierre Ango (1679) 569
4. Conclusion : les Jésuites et la fortification géométrique 573
5. Conclusion de cette partie 576

CONCLUSION

..... 579

BIBLIOGRAPHIE

Sources primaires 589
1. Manuscrits (fortifications) 589
2. Manuscrits (géométrie pratique, art militaire, autres sujets) 594
3. Ouvrages imprimés (fortifications) 596
4. Ouvrages imprimés (géométrie théorique ou pratique, art militaire, autres sujets) 609
Sources secondaires 632

GLOSSAIRE DES TERMES DE FORTIFICATION ET DE TRIGONOMÉTRIE

..... 653

INDEX DES PRINCIPAUX NOMS CITÉS

..... 655

LISTE DES ILLUSTRATIONS

..... 661

ANNEXES (SECOND VOLUME)

Annexe A1 : Ouvrages remarquables de la Bibliothèque Palatine 1

Annexe A2.1 : Transcriptions de lettres de (ou à) Joseph Juste Scaliger ayant trait à la querelle de la *Cyclometrie* 7

Annexe A2.2 : Éditions/impressions/émissions de la *Fortification* de Jean Errard 23

Annexe A3.1 : Descriptif des *Carnets* de Jacques Gentillâtre (BnF, Ms 14727) 47

Annexe A3.2 : Comparaison des différents manuscrits du *Traicté de Fortification* de Roberval. Comparaison de la partie de géométrie avec le manuscrit AcS 25 67

Abréviations utilisées pour les bibliothèques en ligne 77

Annexe BI : Figures de l'Introduction 79

Annexe B1 : Figures de la première partie 81

Annexe B2 : Figures de la deuxième partie 163

Annexe B3 : Figures de la troisième partie 245

INTRODUCTION

Notre intérêt pour l'histoire des mathématiques est né de notre enseignement de cette discipline. Les questionnements des élèves rejoignant nos propres interrogations sur des présentations formelles parfois obscures, il nous fallait trouver, pour nous-même et pour eux, un éclairage différent sur certains points des programmes, comme la mesure en géométrie ou les probabilités. C'est dans ce contexte que nous avons découvert la géométrie des fortifications.

1. GENÈSE DE NOTRE TRAVAIL

Dans les années 1980, les programmes du secondaire étaient encore fortement marqués par la géométrie, domaine d'apprentissage de la démonstration et par conséquent thème redouté des élèves. Nous avons trouvé dans les traités de géométrie pratique de la Renaissance[1] une source qui nous permettait de donner un sens concret au théorème de Thalès, par l'utilisation sur le terrain d'instruments de visée construits d'après les modèles décrits dans ces traités, nommément le bâton de Jacob, le carré géométrique et le quadrant géométrique. Nous expliquions alors que les arpenteurs ne pouvaient pas toujours accéder aux distances à mesurer et l'exemple le plus convaincant pour les élèves était celui du siège d'une place, pour lequel les artilleurs devaient estimer la hauteur des cibles sans pouvoir approcher de l'enceinte défensive. Une figure de *Traité des Sieges* de Vauban (Annexe BI, Figure I.1) nous permettait d'illustrer cette utilisation de la géométrie sur le terrain, pour estimer la longueur d'une tranchée menant au fossé d'une forteresse. Vauban était alors le seul fortificateur que nous connaissions.

La recherche de ressources nous a conduit à nous intéresser aux traités de fortification disponibles à la bibliothèque municipale de Dijon. Or, excepté le manuscrit du *Traité des sieges*[2] dont nous nous étions servi, aucun de ces ouvrages n'était de Vauban. Sa *manière de*

---

[1] Au premier rang desquels nous avons particulièrement utilisé Fine, Oronce, *La Practique de la geometrie d'Oronce Professeur du Roy és mathématiques, en laquelle est comprins l'usage du Quarré Géométrique, & de plusieurs autres instrumens servans à mesme effect : Ensemble la manière de bien mesurer toutes sortes de plans & quantitez corporelles : Avec les figures et demonstrations. Reveüe & traduicte par Pierre Forcadel, Lecteur du Roy és Mathématiques. A M. le Duc de Guise.* Paris, Gilles Gourbin, 1570.

[2] Vauban, Sébastien Le Prestre de, *Traité des sièges. Première partie. De l'attaque des places, par monsieur le maréchal de Vauban*, début du XVIII^e siècle. Ms 470, Bibliothèque municipale de Dijon.

fortifier avait été diffusée par plusieurs auteurs autour de 1690[3], dans des ouvrages au succès manifesté par des traductions et plusieurs éditions, mais qui ne correspondaient pas à notre recherche, puisqu'elle y était présentée comme facile d'accès et ne nécessitant pas « d'être versé dans la Géométrie[4] ». Notre objectif premier étant la géométrie, nous nous sommes donc tourné vers les autres ouvrages, antérieurs aux années 1690.

Une partie de la collection de la bibliothèque municipale de Dijon provient de celle du collège des Godrans, tenu jusqu'en 1763 par les Jésuites. Elle contient donc plusieurs ouvrages d'auteurs jésuites, comme *L'Art de fortifier* de Claude François Milliet de Chales (1677)[5], l'*Art universel des Fortifications* de Silvère de Bitainvieu (1667)[6] ou la *Perspective militaire* de Pierre Bourdin (1655), ainsi que son *Cours de Mathematiques* (1661) qui renferme un chapitre sur l'architecture militaire. Nous découvrions ainsi deux nouveaux aspects de la fortification, d'une part objet d'enseignement fortement lié aux mathématiques et d'autre part, décrite selon plusieurs manières nationales (française, hollandaise, espagnole, italienne), dont les différences étaient expliquées en faisant appel au répertoire de la géométrie, c'est-à-dire essentiellement en termes d'ouverture des angles et de longueur des lignes des plans des forteresses.

Les autres ouvrages de la bibliothèque témoignaient de cette diversité de manières de fortifier. Les *Travaux de Mars* du Français Allain Manesson Mallet (1684/85)[7] voisinaient

---

[3] Bernard, Jean-François, *Nouvelle maniere de fortifier les places tirée des méthodes du Chevalier de Ville, du Comte de Pagan & de Monsieur de Vauban. Avec des remarques sur l'ordre renforcé, sur les desseins du Capitaine Marchi & sur ceux de M. Blondel, suivie de deux nouveaux desseins*. Paris, Estienne Michallet, 1689 & Amsterdam, Henry Desbordes, 1689 ; Cambray, le Chevalier de, *Manière de fortifier de M^r^ de Vauban. Où l'on voit de quelle méthode on se sert aujourd'hui en France, pour la Fortification des Places tant régulieres qu'irrégulieres ; en quoi cette méthode differe des autres, &c. Avec un Traité de GEOMETRIE qu'on a mis à la tête, pour avoir une parfaite intelligence des Fortifications. Le tout mis en ordre par Mr le Chevalier de Cambray*. Amsterdam, Pierre Mortier, 1689 ; Dufay (l'Abbé), *Manière de fortifier selon la méthode de Monsieur de Vauban. Avec un Traité Préliminaire des Principes de Geométrie. Par Monsieur l'Abbé Dufay*. Paris, la Veuve de J.-B. Coignard & J.-B. Coignard fils, 1691.

[4] Vauban, Sébastien Le Prestre de, *De l'Attaque et de la défense des places : par M^r^. de Vauban, Maréchal de France & Directeur Général des Fortifications du Royaume*. La Haye, Pierre de Hondt, 1737, préface, fol. *4v non signé.

[5] Milliet Dechales, Claude-François (S.J.), *L'art de fortifier, de defendre et d'attaquer les places, suivant les methodes Françoises, Hollandoises, Italiennes, & Espagnoles. Le tout enrichy de Figures en taille douce. Par le R.P. Claude François Milliet Dechales, de la Compagnie de Jesus*. Paris, Estienne Michallet, 1677.

[6] Bitainvieu, Silvère de (pseud. Jean du Breuil, S.J.), *L'art universel des fortifications, françoises, hollandoises, espagnoles, italiennes, et composées. Deuxieme edition, augmentée de l'Art d'attaquer et de deffendre les Places fortifiées*. Paris, Vve J. du Brueil & Jacques du Brueil fils, 1667.

[7] Manesson Mallet, Allain, *Les Travaux de Mars ou l'Art de la Guerre, divisé en trois parties. Ouvrage enrichi de plus de quatre cens Planches gravées en Taille-douce.* Paris, Denys Thierry, 1685 [Tome premier], 1684 [Tomes second et troisième].

avec l'*Architecture militaire* du Hollandais Matthias Dögen (1648)[8] et le *Discours sur plusieurs points de l'architecture de guerre* de l'Italien Aurelio de Pasino (1579)[9]. Nous constations aussi une grande diversité d'auteurs, depuis l'officier supérieur Blaise François de Pagan[10] jusqu'aux militaires de moindre rang comme Honorat de Meynier[11], en passant par les ingénieurs Jean Brioys[12] et Jean de Beaulieu[13], ou le célèbre scientifique et philosophe cartésien Jacques Rohault[14].

Dans cette diversité d'auteurs et de pratiques, nous distinguions pourtant une figure particulière, présentée par plusieurs ouvrages comme l'inventeur de la *manière française*[15], Jean Errard de Bar-le-Duc. La consultation de son *Premier livre des Instruments mathematiques et mechaniques*[16] et de sa *Geometrie et practique generale d'icelle*[17] nous apprit qu'Errard était Ingénieur du roi Henri IV. L'exemplaire de la bibliothèque de Dijon était une réédition posthume, revue par Henrion, « Professeur és Mathematiques », ce qui ne

---

[8] Dögen, Matthias, *L'architecture militaire moderne ou Fortification. Confirmée par diverses histoires tant anciennes que nouvelles, & enrichie des figures des principales Forteresses qui sont en l'Europe*. Amsterdam, Louys Elzeviers, 1648.

[9] Pasino, Aurélio de, *Discours sur plusieurs poincts de l'architecture de guerre, concernant les fortifications tant anciennes que modernes. Ensemble le moyen de bastir & fortifier une place de laquelle les murailles ne pourront aucunement estre endommagées de l'artillerie. Par M. Aurelio de Pasino Ferrarois, architecte de tres-illustre Seigneur, Monseigneur le Duc de Buillon.* Anvers, Christofle Plantin, 1579.

[10] Pagan, Blaise François de, Comte de Merveilles, *Les Fortifications de Monsieur le Comte de Pagan. Avec Ses Theorêmes sur la Fortification. Troisiéme edition. Reveuë, corrigée & augmentée de nouveau*. Paris, Cardin Besongne et A. Besongne, 1669.

[11] Meynier, Honorat de, *Les nouvelles inventions de fortifier les places. Contre la puissance d'Assaillir par Traverses, Galleries, Mines, Canons & autres machines de guerre. Presentees au Roy par Honorat de Meynier, Provençal. Le tout representé par figures gravees en taille douce par Chrispin de Pas le Jeune.* Paris, Nicolas Rousset et Julien Jacquin, 1626.

[12] Brioys, Jean, *Nouvelle Maniere de Fortification, composée pour la Noblesse françoise. Exposée en forme d'Elements & dedié à Monseigneur de Choisy. Par Jean Brioys, Ingenieur & Geographe ordinaire du Roy*. Metz, l'Autheur 1666, « Et se vend à Paris, chez Gervais Clouzier », 1674.

[13] Beaulieu, Jean de, *La Geometrie françoise, ou la Pratique aisée, pour apprendre sans Maistre l'Arpentage des Figures accessibles et inacessibles, mesures & toisez des* Fortifications*, et toutes sortes de bâtimens, pour ceux qui n'ont connoissance des Mathematiques, avec la clef Arithmetique pour ses operations. La quadrature du Cercle ou la pratique & réduction des Cercles, Segmens, Elipses, Paraboles, Hiperboles & Sixctions coniques & cylindrique en leur quarré parfait, leurs applications au toisé des courbe-lignes, ds Architectures civille, navalle & militaire en faveur des sçavans. Par le Sr de Beaulieu, Ingenieur, Geographe du Roy, Arpenteur juré ordinaire de sa Majesté au departement de la Rochelle*. Paris, Charles de Sercy, 1676.

[14] Rohault, Jacques [Clersellier, Claude, éd.], *Œuvres posthumes de Monsieur Rohault*. « Suivant la copie de Paris », La Haye, Henri van Bulderen, 1690.

[15] *Ibid*., Tome second, p. 21.

[16] Errard, Jean, *Le Premier Livre des Instruments mathematiques mechaniques par J. Errard de Bar-le-Duc. Reproduction en fac-similé de l'édition de 1584 avec une introduction d'Albert* France-Lanord*, conservateur du Musée du Fer à Nancy*. Nancy, Berger-Levraut, 1979.

[17] Errard, Jean, *La Geometrie et practique generalle d'icelle, Au Tres-Chrestien Roy de France & de Navarre, par I. Errard de Bar-le-Duc, Ingénieur de sa Maiesté. Troisième édition, Reveuë, corrigée & grandement augmentée, par D.H.P.E.M*. Paris, Michel Daniel, 1619.

pouvait qu'attiser notre curiosité : la fortification pouvait être l'affaire de personnes versées dans la géométrie. Notre hypothèse allait être renforcée par l'étude de deux ouvrages de l'Académie François Bourdon du Creusot, une édition posthume de la *Fortification demonstree et reduicte en art*[18] de Jean Errard (1619/22) et la *Geometrie contenant la theorie et practique d'icelle necessaire a la fortification* [19] de Samuel Marolois (1616).

Errard était donc géomètre, mais nous n'en savions pas plus sur sa personne. Les grandes biographies du XIX^e^ siècle ne le mentionnent qu'en quelques lignes tandis qu'elles consacrent plusieurs pages à Vauban. Selon Michaud en 1855, « c'est le premier ingénieur, en France, qui ait écrit sur la Fortification, et la plupart de ses principes n'ont pas vieilli[20]. » Pour Hoefer en 1856, « il passait pour le plus habile ingénieur de son temps[21]. » La gloire de Vauban a éclipsé celle de ses prédécesseurs, et sa valorisation de l'expérience de l'ingénieur plutôt que de la science du géomètre[22] a contribué à plonger dans l'oubli leurs recherches, sur lesquelles lui-même s'appuyait pourtant. La création en 2005 du « Réseau des sites majeurs de Vauban » et l'inscription de ces sites en 2008 au Patrimoine mondial de l'Unesco a encore davantage poussé dans l'ombre les prédécesseurs de Vauban. Dans ce contexte, Jean Errard n'est souvent présenté que comme l'un des « précurseurs » de Vauban, au mieux l'un de ses maîtres, aux côtés d'Antoine de Ville et de Blaise François de Pagan[23].

Pourtant, dans la seconde moitié du XVII^e^ siècle, des auteurs d'ouvrages se réfèrent encore à Errard, dont la manière reste à leur époque si fameuse « qu'on ne peut pas se dispenser d'en

---

[18] Errard, Jean, *La fortification demonstree et reduicte en art par feu I. Errard de Bar-le-Duc, Ingenieur du Tres chrestien Roy de France et de Navarre, Reveue corrigee et Augmentée par A. Errard, son nepveu, außi Ingenieur ordinaire du Roy suivant les memoires de l'Aucteur. Contre Les grandes Erreurs de l'Impreßion contrefaicte en Allemaigne Dédiee à sa Majesté.* S.l. (Francfort sur le Main ?), s.n. (Galler ?), 1619-1622.

[19] Marolois, Samuel, *Geometrie contenant la theorie et practique d'icelle necessaire a la fortification par Sam. Marolois*. La haye, Hendrik Hondius & Arnhem, Joann Jansson, 1616.

[20] Michaud, Louis-Gabriel (dir.) *Biographie universelle ancienne et moderne : ou histoire, par ordre alphabétique, de la vie publique et privée de tous les hommes qui se sont fait remarquer par leurs écrits, leurs actions, leurs talents, leurs vertus ou leurs crimes*. Tome douzième. Paris, C Desplaces et L.G. Michaud, 1855, p. 590.

[21] Hoefer, Ferdinand (dir.), *Nouvelle biographie générale : depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours. Tome seizième*. Paris, Firmin-Didot, 1856, col. 173.

[22] Virol, Michèle, *Vauban, de la gloire du roi au service de l'État*. Seyssel, Champ Vallon, collection « Époques », 2003, p. 54-60.

[23] *Ibid*., p. 50-53. Voir aussi D'Orgeix, Émilie, «"À la manière de" : la pensée de Vauban dans les traités de fortifications des XVII^e^ et XVIII^e^ siècles », *in* Virol, Michèle, d'Orgeix, Émilie, Sanger, Victoria, Warmoes, Isabelle (dir.), *Vauban, la pierre et la plume*. Montdorf les Bains (Luxembourg), Éditions Gérard Klopp, 2007, p. 107-121.

parler sans passer pour ignorant[24] », comme l'affirme Jacques Rohault vers 1670. La considération dont bénéficie Errard plus de cinquante ans après sa mort met en évidence son importance en France pour ses contemporains.

Nous avons donc été amené à nous questionner sur la personne et les ouvrages de Jean Errard d'un double point de vue. En étudiant d'une part le rôle qu'il assigne à la géométrie dans son exposé de la fortification, ainsi que dans ses constructions proprement dites et dans la validation de ses tracés. En cherchant d'autre part la place qu'il occupe dans la fortification française du XVII^e^ siècle, nous interrogeant en particulier le sens que peut avoir le qualificatif de « Père de l'École française de fortification[25] ». Nous avons porté nos recherches sur ses ouvrages, tant d'un point de vue matériel que dans leurs contenus, pour caractériser sa fortification, mais aussi sur sa biographie, afin de préciser sa position dans le milieu des ingénieurs du roi de France autour de 1600. Nous avons cherché à déterminer l'objectif et les destinataires de la *Fortification demonstrée et reduicte en art*, et à circonscrire ses sources possibles en l'absence d'informations biographiques précises sur la formation de son auteur. De qui Errard héritait-il et quelle serait la réception de ses méthodes dans le royaume ? Interrogeant sa paternité de l'École française de fortification, comme indiqué plus haut, nous avons restreint notre examen à l'ensemble des ouvrages publiés ou utilisés en France avant l'avènement de Vauban, ce que nous estimons traduit par leur présence actuelle dans les bibliothèques françaises et par leur référencement dans les autres ouvrages de l'époque.

2. LES RECHERCHES SUR LA FORTIFICATION DU XVII^e^ SIÈCLE

Bien que notre travail soit centré sur la fortification en France, il ne se limite pas aux frontières du royaume, pour diverses raisons que nous exposerons au long de la thèse. Nous avons donc pris en compte l'histoire de la fortification sans limitation géographique. Dès le XVII^e^ siècle, certains ouvrages de fortification contiennent un préambule historique, par exemple celui de Matthias Dögen qui cite longuement les traités de stratégie antiques[26]. Au

[24] Rohault, Jacques, *Œuvres posthumes*, *op. cit.*, p. 22.
[25] Pernot, Jean-François, « La "trace italienne", éléments d'approche », in Bérenger, Jean (dir.), *La révolution militaire en Europe : XV^e^-XVII^e^ siècles*. Paris, Institut de Stratégie Comparée / Economica, 1998, p. 35.
[26] Dögen, Matthias, *L'architecture militaire moderne ou Fortification…*, *op. cit.*, chap. II : « Histoire de la Fortification artificielle », p. 8-23.

XIX^e siècle, le milieu des monographies du général Allent[27] et du colonel Augoyat[28], également éditeur d'œuvres de Vauban et de nombreuses notices biographiques d'ingénieurs et d'officiers. Les manuels historiques de l'architecte français Mandar[29] ou du général allemand Zastrow[30] connaissent le succès dans les écoles militaires. Dans son analyse comparée des systèmes de fortification, Mandar ne mentionne pas Errard (dont il date le traité de fortification de 1594). Zastrow, lui, considère la méthode de construction d'Errard comme pénible et impraticable, mais « comme il a été le premier écrivain qui ait traité en France de la fortification en homme d'art, on lui a donné le nom de *Père de la fortification française*[31] ». Notons également que Lazare Carnot, évoquant la fortification « primitive[32] », ne cite aucun ingénieur avant Vauban, mais expose les principes de la fortification bastionnée afin d'éclairer son propre traité de défense des places.

À la fin du XIX^e siècle, l'histoire de la fortification disparaît des ouvrages, qui s'occupent davantage des questions de défense de cette époque. Les quelques ouvrages qui en traitent ont peu de rapport avec notre recherche, à l'exception de la biographie de Jean Errard, due à deux historiens lorrains, Marcel Lallemend et Alfred Boinette[33], et à laquelle nous ferons souvent référence. Jusqu'aux années 1950, la fortification du XVII^e siècle ne fait pas l'objet de recherches importantes.

Un regain d'intérêt pour ce thème se manifeste depuis les années 1970. La valorisation du patrimoine local a sans doute compté pour l'attractivité de certaines villes, dont la politique

---

[27] Allent, Alexandre, *Histoire du Corps Impérial du Génie ; Des siéges et des travaux qu'il a dirigés, et des changemens que l'attaque, la défense, la construction et l'administration des forteresses ont reçus en France, depuis l'origine de la fortification moderne jusqu'à nos jours. Première partie, Depuis l'origine de la fortification moderne jusqu'à la fin du règne de Louis XIV.* Paris, Magimel, 1805.

[28] Augoyat, Antoine-Marie, *Aperçu historique sur les Fortifications, les Ingénieurs, et sur le Corps du Génie en France Par le Colonel Augoyat. Seconde édition, revue, corrigée et augmentée. Tome premier sur les fortifications et les ingénieurs.* Paris, CJ. Tanera, 1860.

[29] Mandar, Charles François, *De l'Architecture des Forteresses, ou de l'art de fortifier les Places et de disposer les Établissements de tout genre, qui ont rapport à la guerre*. Paris, Magimel, An IX, 1801.

[30] Zastrow, Heinrich Adolph von, *Histoire de la Fortification permanente ou manuel des meilleurs systèmes et manières de fortification. Par A. de Zastrow. Traduite de l'allemand sur la troisième édition, par Éd. de la Barre Duparcq. Nouvelle édition.* Paris, Tanera, 1866.

[31] *Ibid*., p. 200.

[32] Carnot, Lazare, *Mémoire sur la fortification primitive, pour servir de suite au Traité de la défense des places fortes*. Paris, Bachelier, 1823.

[33] Lallemend, Alfred & Boinette, Marcel, *Jean Errard de Bar-le-Duc, « premier ingénieur du très Chrétien Roy de France et de Navarre Henry IV », sa vie, ses œuvres, sa fortification (lettre inédites de Henry IV et de Sully)*, Paris, Thorin & Dumoulin ; Bar-le-Duc, Comte-Jacquet & Boinette, 1884.

touristique récente est en partie axée sur l'architecture militaire[34]. Le même phénomène existe à l'étranger, avec, par exemple en Angleterre, le *Fortress Study Group*[35], affilié à des associations internationales de protection et de valorisation du patrimoine militaire, ou l'association *Menno van Coehoorn*[36] en Hollande.

En France, le renouveau des études historiques sur la fortification est dû aux militaires, avec la thèse du colonel Pierre Rocolle, *Les Visages successifs de la fortification en France*[37], publiée en 1972, et les travaux du lieutenant-colonel Philippe Truttmann[38]. Parallèlement, les chercheurs en histoire militaire comme André Corvisier (université Paris-Sorbonne) ou Anne Blanchard (université Paul Valéry Montpellier III) entreprennent la publication d'ouvrages de référence sur l'histoire militaire[39].

Actuellement, le thème des fortifications intéresse les historiens au-delà du monde militaire. La recherche est favorisée par la bonne conservation de forteresses bastionnées en Europe et par la subsistance de nombreux ouvrages dans les bibliothèques. En tant que sujet d'étude, la fortification du XVII^e^ siècle concerne par conséquent l'histoire de l'architecture, l'histoire militaire, l'histoire des sciences et des techniques, ainsi que l'histoire de l'éducation. Elle a fait l'objet de nombreux travaux dans les deux premiers domaines, mais elle est peu abordée par les historiens des sciences, et encore moins par ceux de l'éducation.

2.1. L'HISTOIRE MILITAIRE

Depuis une cinquantaine d'années, la recherche en histoire militaire moderne est marquée par le concept de *Révolution militaire*, développé dans les pays anglo-saxons mais assez peu

---

[34] Dans le Réseau des sites majeurs Vauban (http://www.sites-vauban.org/), c'est le cas de Besançon et Neuf-Brisach en particulier. Notons également que les départements misent sur leur patrimoine militaire, comme la Charente maritime (Brouages, Rochefort, les citadelles d'Oléron et de Ré, et les nombreux forts de l'estuaire de la Charente), ou le Nord, avec le projet « Septentrion - De la ville forte à la ville durable » (http://septentrion.caue-nord.com/index.php/projet-septentrion).

[35] https://fsgfort.com/

[36] http://www.coehoorn.nl/

[37] Thèse d'État soutenue à Lille en 1970, puis publiée en 1972 : Rocolle, Pierre, *2000 ans de fortification française*. Limoges et Paris, Lavauzelle, 1972 ; 2^e^ éd. : Panazol, Lavauzelle, 1989 ; réédition en un tome, 2008.

[38] Truttmann, Philippe, *Fortification, architecture et urbanisme aux XVII^e^ et XVIII^e^ siècles. Essai sur l'œuvre artistique et technique des ingénieurs militaires sous Louis XIV et Louis XV*. Thionville, Service culturel de la ville, 1976.

[39] Corvisier, André (dir.) *Dictionnaire d'art et d'histoire militaires*. Paris, Presses Universitaires de France, coll. « Grands dictionnaires », 1988 ; Corvisier, André (dir.) *Histoire militaire de la France. Des origines à nos jours*. Paris, Presses Universitaires de France, 1992 ; Blanchard, Anne, *Dictionnaire des ingénieurs militaires, 1691-1791*. Montpellier, Centre d'histoire militaire de l'Université Paul Valéry, 1981.

repris en France, où il fait l'objet de sérieuses critiques[40]. Ce concept suscite d'ailleurs un débat fécond aussi outre-Atlantique[41]. Popularisée par les travaux de l'historien américain Geoffrey Parker[42], l'expression de « révolution militaire » concerne les changements radicaux survenus dans l'art de la guerre à partir du XVI^e^ siècle, suite à d'importantes innovations stratégiques et techniques, en particulier la découverte de la poudre en Occident et la « crise du boulet métallique[43] ». Parker s'appuie spécialement sur l'idée de « trace italienne », formule très contestée[44] qui exprime la diffusion vers l'Europe du nord de la manière de fortifier inventée en Italie pour faire face à la puissance de feu es canons[45]. Il établit un lien entre la généralisation des forteresses bastionnées et la forte croissance des effectifs des armées et des dépenses militaires au cours de la période 1500-1700[46], ce que son collègue John A. Lynn, recourant à des argumentations géométriques, explique en partie par l'augmentation de la taille des forteresses dans la même période[47].

Cet appui sur les sciences est exceptionnel chez les historiens, hormis les procédés statistiques dont l'usage va croissant. Lorsqu'Anne Blanchard évoque le « passage de fortification médiévale à la fortification géométrique fondée sur des principes mathématiques[48] » en 1992, elle n'étaye pas cette assertion qui n'est pas au centre de son exposé. D'une manière générale, les historiens soulignent volontiers le caractère géométrique de la fortification bastionnée, mais ils ne creusent pas forcément cette piste. Pourtant, la

---

[40] Voir à ce sujet Chagniot, Jean, « Critique du concept de révolution militaire », *in* Bérenger, Jean (dir.), *La révolution militaire en Europe : XV^e^-XVII^e^ siècles*. Paris, Institut de Stratégie Comparée / Economica, 1998, p. 23-29, ainsi que Chagniot, Jean, *Guerre et société à l'époque moderne*. Paris, PUF, coll. « Nouvelle Clio », 2001 (Chap. XI « la révolution militaire des temps modernes », p. 275-312.)

[41] Voir Rogers, Clifford J., *The military revolution debate: readings on the military transformation of early modern Europe*. Boulder, Westview Press, 1995.

[42] Parker, Geoffrey, *The military revolution: military innovation and the rise of the West*, 1500-1800. Cambridge, Cambridge University Press, 1988.

[43] Conception sérieusement mise en doute de nos jours. Voir par exemple Prouteau, Nicolas, Crouy-Chanel, Emmanuel de, Faucherre, Nicolas (dir.), *Artillerie et Fortification 1200-1600*, Presses Universitaires de Rennes, 2011.

[44] Cf. par exemple Bragard, Philippe, « La "Trace italienne". Réflexion sur une expression infondée », *in* Faucherre, Nicolas, Martens, Pieter, Paucot, Hugues, *La genèse du système bastionné en Europe (1500-1550)*. Navarrenx, Cercle Historique de l'Arribère, 2014, p. 49-52.

[45] Parker, Geoffrey, *The military revolution…*, *op. cit.*, chap. 1: « The Military revolution revisited », p. 6-44.

[46] *Ibid.*, chap. 2: « Supplying war », p. 45-81 ; Parker, Geoffrey, « The 'Military Revolution 1560-1660' – A Myth? », *in* Rogers, Clifford J., *The military revolution debate…*, *op. cit.*, p. 37-54.

[47] Lynn, John A., « The *trace italienne* and the Growth of Armies: The French Case », in *in* Rogers, Clifford J., *The military revolution debate…*, *op. cit.*, p. 169-199.

[48] Blanchard, Anne, « La bonne sûreté du royaume », *in* Corvisier, André (dir.) *Histoire militaire de la France…*, *op. cit*, Tome I : *Des origines à 1715* (sous la direction de Philippe Contamine), p. 276.

lecture des quelques ouvrages que nous avons cités met en évidence la géométrisation des problèmes posés par la construction des forteresses.

Comment les architectes italiens de la Renaissance ont-ils été amenés à utiliser la géométrie pour créer les nouveaux contours des murailles de leurs cités ? Le contexte historique de l'invention de la fortification bastionnée est bien connu[49], ainsi que sa propagation au XVI^e^ siècle par les ingénieurs italiens recrutés partout en Europe[50]. La mise au point de canons fiables propulsant précisément des boulets de fonte permet à Charles VIII en 1494 de conquérir rapidement des villes italiennes, qui parfois se rendent même avant qu'un seul coup ne soit tiré[51]. Vers 1510, les ingénieurs italiens inventent la fortification bastionnée comme parade à la furie des canons.

La fortification bastionnée comme réponse aux progrès de l'artillerie.

Pour faciliter la compréhension de notre travail, nous insérons ici un bref rappel de l'histoire de la fortification bastionnée, en nous appuyant sur une planche (Figure I.2) d'un des premiers ouvrages que nous avons étudiés[52], illustrant clairement cette question.

Les plus anciennes forteresses n'opposaient à l'assaillant que l'épaisseur de leurs murs (« Figura I »), mais empêchaient les défenseurs de réagir en restant à couvert, c'est pourquoi les bâtisseurs inventèrent créneaux et meurtrières (« Fig. II »). Il restait cependant aux assaillants des zones hors d'atteinte au pied de la muraille qu'ils pouvaient tenter de saper sans danger. Les architectes construisirent des ouvrages avancés, des tours qui permettaient aux défenseurs d'abattre des sapeurs en les prenant à revers (principe du flanquement). Ces innovations, rapportées du Proche Orient par les Croisés[53], n'étaient cependant pas

---

[49] Voir par exemple Blanchard, Anne, « La bonne sûreté du royaume », *op. cit.*, p. 257-277 ; Bérenger, Jean, « Existe-t-il une révolution militaire à l'époque moderne ? » et Pernot, Jean-François, « La "trace italienne", éléments d'approche », *in* Bérenger, Jean (dir.), *La révolution militaire en Europe : XV^e^-XVII^e^ siècles*. Paris, Institut de Stratégie Comparée / Economica, 1998, p. 7-22 et p. 31-50 respectivement.

[50] Virol, Michèle, « La circulation des savoirs des ingénieurs militaires (XVII^e^-XVIII^e^ siècles) » *in* González Bernaldo, Pilar et Hilaire-Peréz, Liliane (dir.), *Les savoirs-mondes*. Rennes, PUR, 2015, p. 251-259 ; Martens, Pieter, Van de Vijver, Dirk, « Engineers and the Circulation of Knowledge in the Spanish Netherlands », *in* Dupré, Sven, De Munck, Bert, Thomas, Werner, Van Paemel, Geert (dir.), *Embattled Territory. The Circulation of Knowledge in the Spanish Netherlands*. Gand, Academia Press, 2016, p. 73-106 ; Brioist, Pascal, *Les mathématiques et la guerre…*, *op. cit.*, p. 127-134.

[51] Blanchard, Anne, « La bonne sûreté du royaume », *op. cit.*, p. 259.

[52] Dögen, Matthias, *L'architecture militaire moderne ou Fortification…*, *op. cit.*, 1648, 4^e^ planche, p. 12.

[53] Cf. Métin, Frédéric, « De Marseille à Jerusalem : géométrie des fortifications de Méditerranée », *in* Barbin, Evelyne, Maltret, Jean-Louis (dir.), *Mathematiques méditerranéennes, d'une rive et de l'autre*. Paris, Ellipses, 2015.

suffisantes. Que les tours soient carrées (« Fig. VI ») ou rondes (« Fig. IX »), il restait toujours une zone d'abri pour les agresseurs.

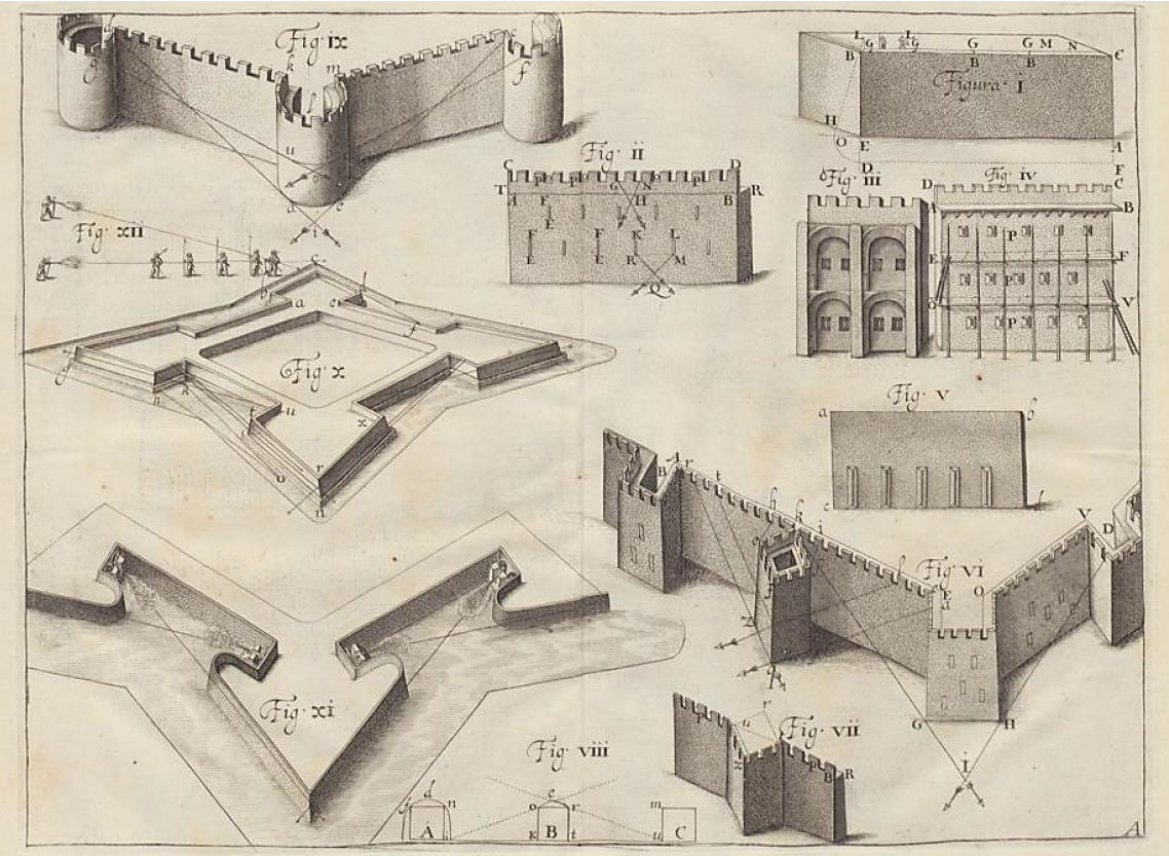


Figure I.2

C'est, selon Dögen, la raison de la forme pentagonale des bastions créés par les ingénieurs italiens en remplacement des hautes tours rondes, devenues des cibles trop faciles pour les canons ennemis. Un flanquement efficace nécessite certains alignements (« Fig. XI »), qui, réciproquement, conditionnent l'ouverture des angles des bastions, puisque la trajectoire des boulets de canons (vue du ciel) est une ligne droite. En outre, la portée des armes défensives limite l'éloignement des défenseurs et donc certaines longueurs du contour. La fortification « moderne » est donc affaire de formes géométriques dont les mesures sont interdépendantes.

2.2. LA FORTIFICATION DANS L'HISTOIRE DE L'ARCHITECTURE

Un réseau d'archéologues et d'historiens de l'architecture s'est constitué dans la dynamique de la célébration du tricentenaire de la mort de Vauban et de l'inscription des sites majeurs au patrimoine mondial de l'Unesco. Une recherche sur la guerre, les forteresses et les

ingénieurs est menée par des équipes pluridisciplinaires, en particulier autour de Nicolas Faucherre[54] en France (université d'Aix-Marseille), de Charles van den Heuvel[55] en Hollande (université d'Amsterdam), de Philippe Bragard[56] en Belgique (université catholique de Louvain), et d'Alicia Cámara Muñoz[57] en Espagne (UNED Madrid).

Ces dernières années, de nombreux colloques ont été organisés, soit dans des sites remarquables, soit autour de fonds documentaires particuliers, en général cartographiques[58]. La documentation historique devient donc conséquente. Certains ouvrages sont des outils de travail majeurs, comme la *Bibliographie* de Klaus Jordan publiée en 2003[59] ou l'*Architectura Militaris* de Stefan Bürger (2013)[60]. Ces travaux n'évitent pas les aspects scientifiques de l'architecture militaire, mais portent cependant plutôt sur l'histoire générale. La géométrie des fortifications y est considérée principalement du point de vue de l'esthétique et de la cartographie. Les efforts sont concentrés sur la prosopographie (Philippe Bragard, Alicia Cámara Muñoz), et sur l'aspect patrimonial local ou régional (Nicolas Faucherre, Pieter Martens pour les anciens Pays-Bas espagnols, Émilie d'Orgeix). Importante source d'informations historiques, la documentation issue de ces travaux recoupe cependant peu notre recherche, puisqu'elle ne traite pratiquement pas des contenus mathématiques des ouvrages.

---

[54] Professeur à l'université d'Aix-Marseille, Département Archéologie et Histoire de l'Art - Directeur du LA3M(Laboratoire d'Archéologie médiévale et moderne en Méditerranée), auteur de nombreux ouvrages et organisateur de nombreux colloques sur l'architecture militaire.

[55] Professeur à l'université d'Amsterdam, spécialiste des méthodes numériques en Histoire, spécialisé dans l'histoire de la connaissance et les sciences de l'information, (chaire en coopération avec le Huygens Institute for the History of the Netherlands).

[56] Professeur à l'Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, département d'archéologie et d'histoire de l'art. Auteur d'un dictionnaire biographique de référence : « Les ingénieurs des fortifications dans les Pays-Bas espagnols et la principauté de Liège (1504-1713) », thèse soutenue en 1998 à Louvain la Neuve.

[57] Professeure à l'Universidad Nacional de Educación a Distancia à Madrid, Département d'Histoire de l'Art de la Faculté de Géographie et d'Histoire, auteure de nombreux articles et éditrice d'une somme sur les ingénieurs espagnols de la Renaissance : Cámara Muñoz, Alicia (dir.), *Los ingenieros militares de la monarquía hispánica en los siglos XVII y XVIII*. Madrid, Ministerio de Defensa: Asociación Española de Amigos de los Castillos: Centro de Estudios Europa Hispánica, 2005.

[58] Voir par exemple Maroteaux, Vincent, D'Orgeix, Émilie (dir.), *Portefeuilles de plans : projets et dessins d'ingénieurs militaires en Europe du XVI^e^ au XIX^e^ siècle, actes du colloque international de Saint-Amand-Montrond, 2 et 3 mars 2001*. Bourges, Conseil général du Cher, 2001.

[59] Jordan, Klaus, *Bibliographie zur Geschichte des Festungsbaues von den Anfängen bis 1914*. Marburg, Deutsche Gesellschaft für Festungsforschung e.V., 2003.

[60] Bürger, Stefan, *Architectura Militaris. Festungsbautraktate des 17. Jahrhunderts von Specklin bis Sturm*. Berlin, Deutscher Kunstverlag, 2013.

2.3. L'HISTOIRE DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES

Après les travaux de Maurice Daumas[61] et le fameux ouvrage de Bertrand Gille sur les ingénieurs de la Renaissance[62], les historiens des sciences et des techniques s'étaient plutôt détournés du sujet de l'architecture militaire, le thème de la guerre restant cependant toujours fécond pour l'histoire de la balistique et de la métallurgie. Notons en 1964 l'étude de l'historien David Buisseret sur les ingénieurs des fortifications sous le règne d'Henri IV[63]. Une version très augmentée de cette étude a été publiée à nouveau dans les années 2000[64], alors qu'un renouveau de la recherche avait été apporté par les travaux d'Hélène Vérin et de Pascal Brioist à partir des années 1990.

L'ouvrage d'Hélène Vérin, *La gloire des ingénieurs*[65] a marqué la recherche en histoire des techniques par son approche philosophique et sa caractérisation des méthodes des ingénieurs. Il nous concerne particulièrement, car il présente plusieurs traités de fortification et met en valeur l'approche d'Errard pour sa *réduction en art*[66], devenu sujet de recherches pluridisciplinaires[67]. L'auteure a également étudié les *Théâtres de machines*, ce qui nous éclaire sur le *Premier livre des Instruments mathematiques et mechaniques* de Jean Errard.

Nos centres d'intérêt sont proches de ceux de Pascal Brioist (CESR, université François-Rabelais de Tours), spécialiste des sciences de la Renaissance, tout particulièrement de Leonard de Vinci[68]. Sa vision de l'histoire, dépassant celle de la stricte discipline académique, l'amène à en proposer une perspective vivante, en organisant des expositions ou des

---

[61] Daumas, Maurice (dir.), *Histoire générale des techniques, t. 2. Les premières étapes du machinisme : XV^e^-XVIII^e^ siècle*. Paris, Presses Universitaires de France, 1964 ; édition « Quadrige », 1996. Première partie (*Les XV^e^ et XVI^e^ siècles en Occident*), chap. VII : « Les techniques militaires » (Bertrand Gille), p. 88-102 ; deuxième partie (*Les grandes étapes de transition*), Livre V : « Techniques militaires » (Paul Gille), p. 473-501.

[62] Gille, Bertrand, *Les ingénieurs de la Renaissance*. Paris, Hermann, 1964.

[63] Buisseret, David, *Les ingénieurs du roi au temps de Henri IV*. Paris, Ministère de l'Éducation nationale, Comité des travaux historiques et scientifiques, Bulletin de la section de Géographie, tome LXXVII, année 1964. Paris, Bibliothèque nationale, 1965.

[64] Buisseret, David, *Ingénieurs et fortifications avant Vauban : l'organisation d'un service royal aux XVI^e^- XVII^e^ siècles*. Paris, Ministère de la Jeunesse, de l'Éducation nationale et de la Recherche, Comité des travaux historiques et scientifiques, 2000.

[65] Vérin, Hélène, *La gloire des ingénieurs. L'intelligence technique du XVI^e^ au XVIII^e^ siècle*. Paris, Albin Michel, collection « L'évolution de l'humanité », 1993.

[66] *Ibid*., chap. IV : « La réduction en art : la fortification », p. 130-180.

[67] Voir Dubourg-Glatigny, Pascal, & Vérin, Hélène (dir.), *Réduire en art. La technologie de la Renaissance aux Lumières*. Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'homme, 2008.

[68] Voir en particulier : Brioist, Pascal, *Léonard de Vinci, homme de guerre*. Paris, Alma éditeur, avril 2013 ; Brioist, Pascal, *Les mathématiques et la guerre en France, en Italie, en Espagne et en Angleterre au XVI^e^ siècle.* Thèse d'habilitation à diriger les recherches (sous la direction de Gérald Chaix), soutenue le 21 novembre 2009 au Centre d'Études Supérieures de la Renaissance, université François-Rabelais, Tours.

événements à destination du grand public. Il a été l'initiateur et le commissaire de l'exposition « Une idée, mille machines : de Léonard de Vinci à Jean Errard » au Musée de l'histoire du fer à Jarville-la-Malgrange, dans le cadre des célébrations « Renaissance Nancy 2013[69] ». Nous y avons trouvé une formidable opportunité d'approfondir notre connaissance de l'ingénieur lorrain.

Signalons une dernière équipe d'historiennes qui, autour de Michèle Virol (université de Rouen) et à la suite de ses travaux sur Vauban, a porté son attention sur les biographies d'ingénieurs (Émilie d'Orgeix, université de Bordeaux 3, INHA), et les plans-reliefs (Isabelle Warmoës, musée des Plans-reliefs, Paris).

Qu'en est-il des historiens des mathématiques ? Jusqu'à présent peu de leurs travaux ont porté sur la fortification, comme plus généralement sur les applications pratiques des mathématiques. Nous constatons cependant un intérêt grandissant pour ces applications et leur enseignement, par exemple dans les travaux de Bruno Belhoste sur l'enseignement et sur les Grandes Écoles[70], ceux de Rafaelle Pisano sur Galilée[71] ou de Dominique Tournès sur les mathématiques des ingénieurs[72]. Signalons également les recherches interdisciplinaires sur les instruments scientifiques[73]. Nous trouvons chez bon nombre de nos géomètres fortificateurs la description d'instruments de mesure de lignes inaccessibles, utilisés pour le lever de plans et la cartographie en général.

2.4. La fortification en tant qu'objet d'enseignement

Le thème de la fortification dans les ouvrages d'enseignement est un thème assez neuf. Excepté le cas des Jésuites, il a, à notre connaissance, été assez peu abordé par les historiens de l'éducation. En ce qui concerne les professeurs jésuites, un premier travail général

---

[69] http://www.grandnancy.eu/gn/RN2013/index.html

[70] Par exemple, Belhoste, Bruno, Picon, Antoine, Dahan-Dalmédico, Amy (dir.), *La formation polytechnicienne 1794-1994*. Paris, Dunod, 1994 ; voir aussi du même auteur un article important pour nous : Belhoste, Bruno, « Pour une réévaluation du rôle de l'enseignement dans l'histoire des mathématiques », *Revue d'Histoire des Mathématiques*, n°4 (1998), p. 289-304.

[71] Pisano, Raffaele & Bussotti, Paolo, « Galileo in Padoua : architecture, fortifications, mathematics and "practical" science », *Lettera Matematica*, International edition, vol. 3, n°2, juin 2015, p. 209-222

[72] Tournès, Dominique, « Mathematics of engineers: Elements for a new history of numerical analysis », *in Proceedings of the International Congress of Mathematicians*, (Seoul, August 13-21, 2014), vol. 4, p. 1255-1273 ; Tournès, Dominique « Construire pour calculer », *in* Barbin, Evelyne (dir.) *Les constructions mathématiques avec des instruments et des gestes*. Paris, Ellipses, 2014, p. 265-296.

[73] Voir en particulier Hébert, Élisabeth (dir.), *Instruments scientifiques à travers l'histoire*. Paris, Ellipses, collection, « IREM – Histoire des Mathématiques », 2004.

important sur l'enseignement des mathématiques avait été entrepris par François de Dainville dès les années 1950[74]. Il a été approfondi par Antonella Romano[75] dans sa thèse de 1996, publiée en 1999 sous le titre *La contre-réforme mathématique*[76], devenu ouvrage de référence sur ce sujet. En outre, la récente étude de Denis de Lucca, *Jesuits and Fortifications*[77], a mis l'accent sur le rôle joué par les Jésuites dans la diffusion des théories de la fortification en Europe, en s'appuyant sur les publications d'ouvrages dont certains sont à visée pédagogique.

Il existe une étude sur l'enseignement des mathématiques par les maîtres privés au début du XVII^e siècle, c'est une thèse de l'École des Chartes soutenue en 1996 par Aude Le Dividich[78], actuellement conservatrice à la Bibliothèque nationale de France. Malheureusement, nous n'avons pas obtenu l'autorisation de consulter cette thèse aux Archives nationales, mais il ne nous semble pas que Mme Le Dividich y ait abordé le sujet des fortifications[79]. Dans cette lignée, un projet récent d'édition des œuvres de Jean-Baptiste Chauveau[80], qui n'a, à notre connaissance, pas encore vu le jour, est pour nous le signe d'un intérêt grandissant pour l'enseignement des mathématiques par des professeurs maintenant oubliés.

3. SPÉCIFICITÉS DE NOTRE APPROCHE

Notre travail puise à tous les domaines cités plus haut, puisque Jean Errard était un ingénieur, un géomètre et un auteur d'ouvrages, qu'il a construit des forteresses, participé à des sièges et s'est également intéressé à l'ingénierie civile. Nous avons centré notre questionnement sur sa personne d'ingénieur et de mathématicien, sur le rôle qu'il assigne aux

---

[74] Dainville, François de, « L'enseignement des mathématiques dans les Collèges Jésuites de France du XVI^e au XVIII^e siècle », *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, Tome 7, 1954, p. 6-21 (partie I), p. 109-123 (partie II).

[75] Directrice d'étude au Centre Alexandre Koyré à Paris, dont elle est l'actuelle directrice.

[76] Romano, Antonella, *La contre-réforme mathématique. Constitution et diffusion d'une culture mathématique jésuite à la Renaissance*. Rome, École Française de Rome, 1999.

[77] De Lucca, Denis, *Jesuits and Fortifications. The Contribution of the Jesuits to Military Architecture in the Baroque Age*. Leiden, Brill, 2012.

[78] Le Dividich, Aude, *L'enseignement des mathématiques en France au XVII^e siècle (1600-1670)*. Thèse soutenue à l'École nationale des Chartes, session de 1996. Centre historique des Archives nationales, n°1996THESE23.

[79] D'après son résumé dans : Le Dividich, Aude, « L'enseignement des mathématiques en France au XVII^e siècle (1600-1670) », *in* Bercé, Yves-Marie (dir.) *La Science à l'époque moderne, Actes du colloque annuel de l'association des historiens modernistes, 3 et 4 février 1996*. Paris, Presses de l'Université de Paris-Sorbonne, 1998, p. 29-44, confirmé par Mme Le Dividich dans une communication personnelle.

[80] Par Sébastien Maronne aux Presses universitaires Blaise Pascal.

mathématiques dans le bastionnement et sur la place qu'il occupe dans la fortification française.

Précisons que nous nous focalisons sur la fortification en tant qu'application de la géométrie plutôt qu'architecture militaire, c'est-à-dire que nous ne traitons ses aspects pratiques dans la guerre de siège qu'à travers le discours des auteurs étudiés, qu'il s'agisse de témoignages ou de justifications. La fortification a en effet ceci de particulier dans la géométrie qu'elle obéit à des contraintes dictées par la réalité des combats et qu'elle doit donc évoluer à mesure que les conditions de la guerre changent. Les formes sont inventées pour contrer la puissance des canons qui propulsent leurs boulets métalliques en ligne droite. Ce qui nous intéresse, c'est la façon dont des géomètres se sont emparés du problème de la sécurisation des villes en France à l'époque où les frontières de Picardie devaient être renforcées à la manière italienne, à partir du règne d'Henri IV. Nous cherchons les manifestations d'une première « École française de fortification », selon l'expression déjà citée de Jean-François Pernot. Cette École existe-t-elle ? Que doit-elle à Jean Errard ? Quelle place y occupe la géométrie ?

Notre recherche s'apparente donc davantage à l'histoire des idées scientifiques qu'à l'histoire militaire. De même que les sciences, la fortification fait l'objet de démonstrations, de controverses, de propositions antagonistes. Les supports que nous étudions sont pour l'essentiel des ouvrages de fortification, non des traités sur l'art de la guerre, et nous portons notre regard principalement sur leurs contenus mathématiques. Par ailleurs, la circulation des connaissances passant en grande partie par celle de ces objets-livres, nous ne pouvons pas en ignorer les aspects matériels. Par exemple, il est possible d'envisager que tel ouvrage assorti de belles planches soit préféré à un autre moins richement illustré pour la bibliothèque d'un grand homme de guerre comme Maurice de Nassau, et par conséquent qu'il soit utilisé en priorité dans le milieu des ingénieurs qui l'entourent. De la même façon, les exemplaires offerts aux monarques peuvent contribuer à la constitution d'une collection « nationale » d'ouvrages et, de là, d'une manière nationale de fortifier. Nous nous attacherons à la bibliographie matérielle, principalement des ouvrages de Jean Errard qui sont au centre de notre travail.

Un autre aspect qui nous est spécifique, et que les historiens de la révolution militaire ne considèrent pas, est celui de la transmission des connaissances, que nous distinguons de leur simple circulation. Les ouvrages peuvent être destinés à l'enseignement ou non, mais, quel que soit leur statut, leur discours doit être adapté à leurs destinataires. En particulier, le

recours aux mathématiques ne sera pas le même s'il s'agit de jeunes élèves des collèges jésuites, d'ingénieurs militaires en cours de formation ou d'officiers de haut rang.

Nous ne pouvons pas occulter les dimensions non scientifiques de notre sujet. Le contexte de la guerre, les questions de territoire et de souveraineté, la nécessaire formation des élites ont une implication dans l'éclosion d'auteurs et la publication d'ouvrages. L'importance des guerres de religion en France est également à considérer, puisqu'une partie des sièges de places entrepris par le pouvoir le sont à l'intérieur du territoire (Sancerre, Montauban, La Rochelle, etc.). Quel impact sur les hommes que nous étudions ? Il est par exemple reconnu que la proportion d'ingénieurs réformés au service du royaume était très supérieure à celle de la population[81]. C'est justement l'une des caractéristiques de Jean Errard qui pourrait avoir conditionné ses choix de vie et son ralliement à Henri IV. Sans approfondir cet aspect, nous contribuons indirectement à la recherche sur l'histoire du protestantisme.

L'étendue de notre sujet, les domaines auxquels il touche, l'importante documentation à réunir, l'ampleur du travail entrepris, tout cela nécessite une méthode de travail.

4. DEVENIR HISTORIEN

La généralisation des bibliothèques en ligne a considérablement facilité l'accès aux ouvrages anciens et aux manuscrits. Pour ces derniers, l'autorisation de photographie, devenue usage courant, nous permet des études comparatives de textes conservés à des centaines de kilomètres les uns des autres. Nous avons donc pu constituer une documentation qu'il aurait été inimaginable de rassembler il y a seulement une vingtaine d'années, lorsque nous devions recopier les textes à la main. Mais le fait d'être à la tête de milliers de pages numérisées ou photocopiées ne fait pas de nous un historien.

Notre rapport à l'histoire a en effet été façonné par des voix, celles de nos maîtres du primaire des années 60, puis celles de nos professeurs du secondaire, renforcées par la voix d'Alain Decaux pour nous convaincre qu'il s'agissait avant tout d'histoires racontées. Des histoires-romans ou plutôt, comme le rappelle François Hartog[82], une histoire qui se lit *comme*

---

[81] Blanchard Anne, *Les ingénieurs du « Roy » de Louis XIV à Louis XVI, étude du corps des fortifications*. Montpellier, Université Paul-Valéry, Montpellier III, 1979, p. 251-253 *passim* ; Chagniot, Jean, *Guerre et société à l'époque moderne*, *op. cit.*, p. 272.

[82] Hartog, François, *Évidence de l'histoire. Ce que voient les historiens*. Paris, Éditions de l'EHESS, coll. « Cas de figure », 2005, Seconde partie, chap. 3 : « Querelles du récit », p. 164.

un roman, mais qui n'en est pas un. Nous utilisions depuis longtemps des expressions comme « crise du boulet métallique » ou « révolution militaire » sans jamais mettre en doute leur véracité, mais il nous fallut bien en vérifier la pertinence pour nous appuyer sur des sources fiables. Ce fut pour nous la découverte des débats, des controverses, d'une forme de subjectivité que nos maîtres d'école nous avaient cachée. Nous devions dépasser l'évidence du récit scolaire de victoires françaises de Louis XIV et de Napoléon pour accéder aux délicates questions de la circulation des idées, de leur transmission et de leur réception.

Tout d'abord, ne plus regarder les faits comme « des réalités substantielles, que le temps a enfouies plus ou moins profondément, et qu'il s'agit simplement de déterrer, de nettoyer, de présenter en belle lumière à vos contemporains[83] ». Cette remarque ironique de Lucien Febvre aurait pu nous être destinée, comme sa dénonciation d'une histoire historisante qui refuse d'opérer des choix « en attentant contre la "réalité", donc contre la "vérité"[84] ». Nos études de mathématiques avaient justement conditionné notre regard sur la vérité dans le sens dénoncé, mais l'histoire n'est pas la géométrie[85]. Il fallait d'abord la dépasser, afin de ne pas nous condamner à seulement raconter et décrire.

Lucien Febvre propose un engagement, « Hypothèses, programmes de recherches, théories même[86] », qui s'apparente davantage à la démarche scientifique qu'à l'exercice littéraire. Cette approche nous paraissait d'autant plus ardue que nous n'imaginions pas abandonner le mode du récit[87], puisque notre travail s'articule autour de la personne et des œuvres d'un homme, participant du fait de son activité d'ingénieur aux conflits de son époque, et donc, au moins indirectement, aux malheurs bien réels de la guerre[88]. Cependant, il ne s'agit pas pour nous de raconter une histoire événementielle, une histoire-bataille, malgré le contexte de notre étude. La vie propre de nos sources principales, des livres et des manuscrits, ne s'écoule pas comme celles des hommes et leur histoire ne peut pas être romancée. Encore moins

---

[83] Febvre, Lucien, *Combats pour l'histoire*. Paris, Armand Colin, coll. « L'ancien et le nouveau », 1992, « Sur une forme d'histoire qui n'est pas la nôtre », p. 114-115.
[84] *Ibid*., p. 116.
[85] « Pour être scientifiquement élaborée, l'histoire n'est pas une science de type géométrique. » (Marrou, Henri-Irénée, *De la connaissance historique*. Paris, Éditions du Seuil, 1954 ; coll. « Points Histoire », 1975, Appendice, p. 282.)
[86] *Ibid*., *loc. cit.*
[87] Nous souscrivons à la vision de Paul Ricœur du récit comme « une variable de l'intrigue », selon l'analyse de Hartog, François, *Évidence de l'histoire…*, *op. cit.*, p. 172-173.
[88] Callot, Jacques, *Les Miseres et les Mal-heurs de la Guerre. Representez par Jacques Callot Noble Lorrain. Et mis en lumiere par Israël* [Henriet] *son amy*. Série de dix-huit gravures à l'eau-forte. Paris, s.n., 1633.

qu'ailleurs il ne peut être ici question d'une « mise en place du passé selon la flèche temporelle[89] ». Mais, étudiant les écrits plutôt que les actes de nos auteurs, nous avons l'avantage d'être en quête d'une double compréhension : celle du message de ces hommes, essentiellement scientifique, et celle du contexte de la composition de ce message. Nous en venons donc aux deux tâches fondamentales de l'historien, sur lesquelles s'accordent les penseurs modernes : comprendre et faire comprendre par la narration[90]. Compréhension et explication ne procèdent pas de la recherche d'un enchaînement mécanique d'événements d'un point de vue chronologique, comme si nous adhérions à l'illusion d'une vérité unique. Au contraire, nous avons fait nôtre la méthode du « Est-il possible que » de Lucien Febvre[91] :

> *La méthode du* Est-il vrai que *ne mènerait-elle point à une impasse ? Mais celle du* Est-il possible que *ne conduirait-elle pas, au contraire, l'historien à cette fin dernière de toute histoire : non point* Savoir, *en dépit des étymologies, mais* Comprendre *?*

Suivant le chemin proposé par ces penseurs, particulièrement Paul Veyne, nous avons donc accepté l'absence de principe ou de structure permanente[92], et endossé la responsabilité de construire nous-même une trame aux rythmes temporels multiples[93]. Nous avons établi une intrigue, des intrigues, sans être sûr de pouvoir exactement définir ce terme, mais en le comprenant à la manière d'un tissu complexe de fils entrelacés, ou comme l'écrit Marrou[94] de « mille liens qui, de façon peut-être inextricable, unissent les unes aux autres les faces multiples de la réalité humaine ». L'une de ces trames concerne les textes vus comme répliques dans le dialogue qu'entretiennent les auteurs avec leurs prédécesseurs, leurs contemporains et leurs destinataires, voire leurs héritiers. La découverte de l'approche

---

[89] Aron, Raymond, *Leçons sur l'histoire. Cours du Collège de France. Établissement du texte, présentation et notes par Sylvie Mesure*. Paris, de Fallois, 1989, p. 91.
[90] Aron, Raymond, *Leçons sur l'histoire*, *op. cit.*, Leçons 8 à 10 de 1973, p. 119-166 ; Marrou, Henri-Irénée, *De la connaissance historique*, *op. cit.*, chap. 4, p. 92-116, chap. 7, p. 162-195, *passim* ; Veyne, Paul, *Comment on écrit l'histoire*. Paris, Éditions du Seuil, col. « L'univers historique », 1971 ; coll. « Points Histoire », 1996, chap. 3, p. 50-69, chap. 6, p. 123-160, *passim* ; Febvre, Lucien, *Le problème de l'incroyance au XVI^e siècle. La religion de Rabelais*. Paris, Albin Michel, 1947, Introduction générale, p. 36.
[91] Febvre, Lucien, *Le problème de l'incroyance au XVI^e siècle. La religion de Rabelais*. Paris, Albin Michel, 1947, Note liminaire : Le problème et la méthode, p. 43.
[92] Veyne, Paul, *Comment on écrit l'histoire*, *op. cit.*, p. 149.
[93] *Ibid.*, p. 130. Voir aussi Aron, Raymond, *Leçons sur l'histoire*, *op. cit.*, p. 120.
[94] Marrou, Henri-Irénée, *De la connaissance historique*, *op. cit.*, p. 176.

bakhtinienne des textes d'histoire des sciences[95] nous a permis de préciser cette partie dialogique de l'intrigue principale.

Un des obstacles que nous avons rencontrés concerne la biographie de Jean Errard, puisqu'il n'existe à notre connaissance aucun témoignage de l'époque à son sujet, ni aucune trace de correspondance d'Errard. Nous ne le connaissons donc qu'à travers ses préfaces, dédicaces et quelques rares commentaires personnels au fil de ses écrits, ainsi que par l'ouvrage de Marcel Lallemend et Alfred Boinette déjà cité[96], et quelques articles récents[97]. Il nous a d'abord été difficile de dépasser la vision qu'offraient les deux biographes du XIX^e^ siècle, y compris leurs interprétations psychologiques et patriotiques. Pouvions-nous acquérir une compréhension de cet impressionnant personnage qu'est pour nous Jean Errard, en nous gardant de la sympathie[98] ? Reconstituer une logique des situations telles qu'il les avait vécues lui-même[99] ? Nous avons préféré suivre Henri-Irénée Marrou et rester lucide sur notre lien subjectif à l'auteur que nous étudions[100], conforté en cela par les analyses de François Dosse sur les nouvelles pratiques de la biographie[101].

Conscient donc de notre subjectivité, nous avons accepté notre sympathie envers ces mathématiciens dont nous étudions les œuvres, d'autant que le contenu même de leurs ouvrages nous gardait d'une certaine façon de toute interprétation hasardeuse[102]. Suivre cette méthode générale sans instruction précise et sans manuel d'utilisation supposait une compréhension éclairée des matières étudiées et la capacité à en rendre compte sans effet de manche. Nous pouvons finalement traduire les tâches les plus ardues de notre parcours par deux simples expressions : apprendre à lire ; apprendre à écrire. Nous espérons avoir avancé dans cette direction.

---

[95] Barbin, Evelyne, « Une approche bakhtinienne des textes d'histoire des sciences », *in* Rey, A.-L. (éd.), *Méthode et histoire*. Paris, Editions Garnier, 2013, p. 217-232.
[96] Lallemend, Alfred & Boinette, Marcel, *Jean Errard de Bar-le-Duc…*, *op. cit.*
[97] Gaber, Stéphane, « Jean Errard de Bar-le-Duc, Ingénieur des fortifications du roi de France Henry IV », *Le Pays lorrain, Journal de la Société d'archéologie lorraine et du musée historique lorrain*, n°2, 1990. Nancy, Berger-Levrault, 1990 ; Marsat, Hugues, « Jean Errard, entre loyauté dynastique et engagement confessionnel », *Bulletin de la Société d'histoire du protestantisme français*, n°153/1, Janvier-février-mars 2007. Paris & Genève, Droz & Société de l'histoire du protestantisme français, 2007, p. 9-20.
[98] Aron, Raymond, *Leçons sur l'histoire*, *op. cit.*, p. 151.
[99] *Ibid*., p. 159.
[100] Marrou, Henri-Irénée, *De la connaissance historique*, *op. cit.*, p. 176.
[101] Dosse, François, *Le pari biographique. Écrire une vie*. Paris, Éditions La Découverte, 2005.
[102] Marrou, Henri-Irénée, *De la connaissance historique*, *op. cit.*, p. 106.

5. Le choix de nos sources

Comme nous l'avons signalé plus haut, notre travail s'insère dans le cadre de plusieurs domaines de la recherche historique. Nos sources secondaires sont donc nombreuses et contiennent les ouvrages des chercheurs que nous avons mentionnés plus haut (§2). Nos sources primaires, également assez nombreuses, sont les manuscrits et les ouvrages de fortification en langue française, y compris les chapitres à l'intérieur d'ouvrages de mathématiques, rédigés dans la période temporelle que nous nous fixons (cf. *infra*, §6).

5.1. Outils de recherche et sources secondaires

Pour établir la liste des ouvrages de fortification à examiner en ayant une estimation du nombre d'exemplaires présents dans les bibliothèques, nous avons utilisé en priorité les catalogues collectifs en ligne, Worldcat, Karlsruhe Virtueller Katalog (KVK), le catalogue collectif de France (CCFR), etc., qui permettent de localiser les exemplaires, même si c'est encore de manière imparfaite, les indexations laissant parfois à désirer. La confrontation avec les répertoires bibliographiques[103] et surtout la *Bibliographie* de Jordan[104] nous a permis de vérifier la pertinence de notre recollection et d'évaluer le succès des ouvrages à travers le nombre de leurs rééditions.

L'ouvrage d'Henri-Jean Martin, *Livres, pouvoirs et société*[105] nous a apporté un éclairage très informé sur l'histoire du livre et sur les conditions matérielles de sa fabrication dans la période que nous étudions. Les travaux de Philippe Renouard et de ses successeurs[106] ont été un complément indispensable sur la bibliographie matérielle des ouvrages parisiens publiés au XVI^e^ siècle.

---

[103] Desgrave, Louis et al. (dir.), *Répertoire bibliographique des livres imprimés en France au XVII^e^ siècle (Bibliotheca bibliographica aureliana)*, 29 volumes parus. Baden-Baden, V. Kœrner, 1971-2010 ; Sommervogel, Carlos, *Bibliothèque de la Compagnie de Jésus. Nouvelle édition.* 11 volumes. Paris, Picard, 1890-1932.

[104] Jordan, Klaus, *Bibliographie zur Geschichte des Festungsbaues von den Anfängen bis 1914*. Marburg, Deutsche Gesellschaft für Festungsforschung e.V., 2003.

[105] Martin, Henri-Jean, *Livres, pouvoirs et société à Paris au XVII^e^ siècle (1598-1701)*, 2 tomes. Genève, Librairie Droz, coll. « Histoire et civilisation du livre », 1969. Troisième édition, avec une préface de Roger Chartier, Genève, Droz, 1999.

[106] Renouard, Philippe et alii, *Imprimeurs et libraires parisiens du XVIe siècle, ouvrage publié d'après les manuscrits de Philippe Renouard par le Service des Travaux historiques de la Ville de Paris avec le concours de la Bibliothèque nationale*, 6 tomes parus. Paris, Service des travaux historiques de la Ville de Paris, 1964 (t. 1) ; 1969 (t. 2) ; 1979 (t. 3) ; 1986 (t. 4) ; 1991 (t. 5) ; 1995 (t. 6).

En ce qui concerne les fortificateurs, les grandes biographies de Michaud et d'Hoefer (cf. *supra*, §1) se sont vite révélées insuffisantes ou imprécises, voire erronées. Pour les ingénieurs italiens, un ouvrage majeur quoiqu'ancien reste la *Biografie* de Carlo Promis[107], utilement complétée par les notices du *Dizionario Biografico degli Italiani*[108], désormais disponibles et mis à jour en ligne. Lorsque les auteurs étudiés étaient des scientifiques, nous avons eu recours au *Dictionary of Scientific Biography* (DSB)[109] autant que possible, de préférence au *MacTutor History of Mathematics* de l'université de Saint Andrews[110], qui reste cependant une ressource pour les références bibliographiques. Ici également, le recoupement des informations permet de ne retenir que des faits avérés et d'écarter les suppositions parfois hasardeuses qui se lisent sur des pages web pourtant estimées[111]. La recherche a été plus difficile pour les auteurs moins connus, mais nous avons profité de l'érudition de bibliothécaires, qui nous ont dirigé vers les articles disséminés dans des revues d'histoire locales.

Sur Jean Errard lui-même, les travaux de David Buisseret[112] ont représenté un précieux point de départ, qui nous a permis une certaine distance critique vis-à-vis de la biographie de Marcel Lallemend et Alfred Boinette. Le *Premier livre des instruments* de 1584 avait fait l'objet de quelques notices qui n'en relevaient pas le caractère scientifique, mais la *Geometrie et practique generalle d'icelle* de 1594 n'avait pas encore été étudiée. Nous nous sommes efforcé de resituer ces ouvrages dans leur époque en nous appuyant sur les travaux d'histoire de la technique, comme ceux de Denise Hillard et ceux d'Hélène Vérin, ou les travaux d'histoire de la géométrie pratique, particulièrement ceux de la Commission inter IREM Epistémologie et Histoire des mathématiques.

---

[107] Promis, Carlo, « *Biografie* di ingegneri militari italiani dal secolo XIV alla metà del XVII per Carlo Promis », *Miscellanea di Storia italiana*, vol. XIV, Turin, Fratelli Bocca, 1874.
[108] http://www.treccani.it/enciclopedia/
[109] *Complete Dictionary of Scientific Biography* [e-book], New York, Charles Scribner's Son, 2007-2008.
[110] http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/
[111] Voir par exemple le site « Chemins de mémoire » du Ministère de la Défense qui relaie la fausse information de l'incarcération de Pagan à la Bastille ou le *MacTutor History of Mathematics* qui confond Henrion et Hérigone.
[112] Buisseret, David, *Ingénieurs et fortifications avant Vauban : l'organisation d'un service royal aux XVI^e^- XVII^e^ siècles*. Paris, Ministère de la Jeunesse, de l'Éducation nationale et de la Recherche, Comité des travaux historiques et scientifiques, 2000. Voir, du même auteur, *Les ingénieurs du roi au temps de Henri IV*. Paris, Ministère de l'Éducation nationale, Comité des travaux historiques et scientifiques, Bulletin de la section de Géographie, tome LXXVII, année 1964. Paris, Bibliothèque nationale, 1965.

La *Fortification reduicte en art et demonstrée* a été étudiée par Pascal Brioist et par Hélène Vérin, nous nous sommes appuyé sur leurs travaux pour en approfondir l'examen des contenus mathématiques et de la « réduction en art » errardienne. Les autres textes de fortification de la première moitié du XVII^e^ siècle ont pour la plupart été examinés sous l'angle de la théorie militaire et l'usage des mathématiques n'y a été que peu pris en compte.

5.2. SOURCES PRIMAIRES

Notre travail est centré sur les ouvrages de fortification en langue française parus dans la période 1550-1650, afin de comprendre l'importance de la *Fortification* de Jean Errard dans l'architecture militaire française pré-vaubanienne. Nous ne retenons pas les ouvrages antérieurs comme le *Vallo* de Battista Della Valle (1529)[113], qui n'offre pas de tracé géométrique des bastions. Nous présentons certains ouvrages en langue étrangère, essentiellement italiens ou allemands, parce qu'ils sont cités par des auteurs en France ou qu'ils ont pu faire partie des sources de Jean Errard. Nous avons écarté certains ouvrages comme la *Peribologia* de Wilhelm Dilich[114], malgré plusieurs tentatives de traduction en français[115] qui manifestent un possible impact que nous n'avons pas pu mettre en évidence par des citations.

La plupart des ouvrages imprimés sont maintenant disponibles en ligne, sur des sites commerciaux comme Google Books, ou des sites de bibliothèques nationales et fédérales, comme *Gallica* en France, *e-rara* en Suisse et les sites allemands de la bibliothèque de Bavière (BSB) et celui de la bibliothèque de Dresde (SLUB). Les ouvrages conservés en

---

[113] Della Valle, Battista, *Vallo. Livre contenant les appertenances aux Capitaines, pour retenir, & fortifier une Cite avec Bastillons, avec nouveaulx artefices de feu adjoustez, comme en la table app[er]t, et pour faire de diverses sortes de Pouldre, et de expugner une Cite avec pontz, eschieles, tournetz, trupes, trenchieres, arteilleries, caves, pour donner adviseme[n]t sans messagier a lamy, pour faire ordon[n]a[n]ces, battaillo[n]s et po[n]tz, de deffier, avec leurs pai[n]ctures, oeuvre moult utile avec l'expérience de lart Militaire*. Lyon, Jacques Moderne de Pinguento, 1529.

[114] Dilich, Johann Wilhelm, *Peribologia oder Bericht Wilhelmi Dilichii Hist.: von Vestungs gebewen. Vieler örter vermehrett wie auch mit gebürenden grundt und auffrissen versehen und publiciret durch Johannem Wilhelmum Dilichium Geo: undt d'Löbl: Reichs Statt Franckfurt am Mayn bestellten Ingenieurn und Baümeister*. Frankfurt am Main, s.n. [Anton Humm], 1640.

[115] B**** (le Sieur), *La Peribologie ou l'art de fortifier les villes et les camps, par Guillaume Dilichius, Ingenieur allemand. Traduitte de latin en françois par le S^r^ B^****^, Ingenieur ordinaire du Roy*. XVIII^e^ siècle (?). Ms 112, BU Lille 3 ; Anon., *Peribologie. Livre irregulier de trois livres*, XVII^e^ siècle. Ms 166[2], Archives départementales du Nord ; Richerand, Guy Creuset de, *La Péribologie, ou la manière de fortifier, par Wilhem Dilich, traduite du latin en françois par D. R.*, deuxième moitié du XVII^e^ siècle. Ms 1200, Bibliothèque de l'Assemblée nationale ; Anon., *La Péribologie ou manière de fortifier les places, donnée par Vuilhaume Dilichius*, XVIII^e^ siècle (?). Ms 1.1029, Bibliothèque Verlaine, Metz.

Amérique du Nord sont reproduits dans l'*Internet Archive* ou sur les serveurs de grandes bibliothèques (Toronto, université du Michigan à Ann Arbor, Harvard, NYPL, etc.)

Les manuscrits sont bien moins faciles d'accès que les ouvrages imprimés, malgré leur inclusion grandissante dans les bibliothèques digitales. Il nous était important cependant de pouvoir étudier la documentation personnelle d'ingénieurs ou de professeurs qui n'avaient pas publié, ou n'avaient pas pu publier, d'ouvrages de fortification. Même s'ils sont parfois difficilement datables, nous espérions trouver dans les manuscrits des traces écrites d'entraînement à la construction bastionnée sur le papier pour la formation à la carrière militaire des jeunes nobles ou des jeunes ingénieurs. Il en existe de nombreux de ce type en France et à l'étranger, nous n'avons pas tous pu les étudier et ne prétendons par conséquent à aucune exhaustivité.

6. Plan détaillé de la thèse

Après avoir effectué une première analyse des sources primaires, nous avons décidé d'organiser notre thèse selon trois périodes liées aux publications d'ouvrages de fortification en français (Figure I.3), en cohérence avec la biographie de Jean Errard, selon ce que nous en connaissions. Prenant pour centre l'année 1600, date de parution de la première édition de la *Fortification reduicte en art et demonstrée*, nous avons divisé la période 1550-1650 en trois parties inégales qui correspondent aux trois parties de notre thèse. Plusieurs fois remis en question en fonction de l'approfondissement de notre travail, ce découpage est néanmoins resté pertinent.

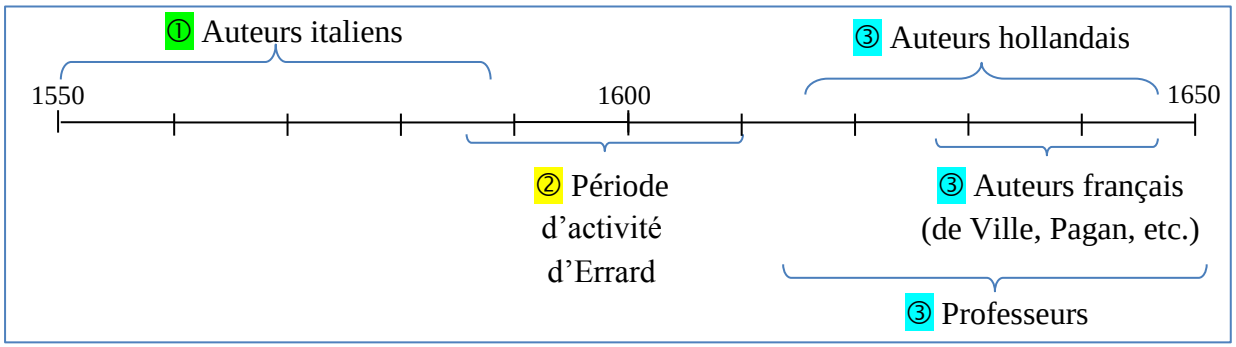


Figure I.3

6.1. Première partie (1550-1584) : les connaissances des ingénieurs

Pour situer la *Fortification* de Jean Errard parmi les ouvrages de fortification français que nous étudions, nous analysons d'abord le contexte de la seconde moitié du XVI^e^ siècle. Cette

période correspond en effet aux années de formation de notre auteur et à son ascension professionnelle en tant que spécialiste de la nouvelle fortification italienne en France.

Notre analyse du contexte comporte donc deux volets. Dans le premier chapitre, il s'agit de déterminer quelles sont les ressources effectivement disponibles dans la seconde moitié du XVI^e^ siècle, dans les domaines qui constitueraient en quelque sorte la « culture commune » des ingénieurs, car c'est sous ce terme qu'Errard se présente lui-même systématiquement à partir de 1594. Mais les documents relatifs à sa formation sont quasiment inexistants. Comment reconstituer une bibliothèque d'étude dont il aurait pu disposer ? Quels sont les domaines à retenir et les ouvrages à sélectionner ?

Dans le second chapitre, nous nous intéressons spécifiquement aux ouvrages de fortification publiés en français de 1556 à 1600, avant celui d'Errard, afin de le situer parmi ceux-ci et de pouvoir déterminer par la suite s'il représente une rupture dans les méthodes de fortification, aussi bien que dans l'exposé et dans le rôle accordé aux mathématiques. Après avoir étudié les œuvres italiennes traduites en français, nous attachons une attention particulière aux ouvrages écrits par des francophones, auxquels Errard peut être aisément comparé de par le contexte géographique et historique. Nous cherchons des indices de ce que pouvaient être les connaissances communes au moment de la publication de la *Fortification réduite en art et démontrée*, en étudiant trois manuscrits écrits par des auteurs qui n'étaient pas des professionnels de l'architecture militaire.

6.2. DEUXIÈME PARTIE (1584-1610) : LES ÉCRITS DE JEAN ERRARD

Nous examinons dans cette partie les travaux de Jean Errard en lien avec sa biographie dont certains aspects sont assez mal connus avant son arrivée à Sedan vers 1584. L'étude détaillée de certains documents peu mis en valeur jusqu'à présent nous conduit à formuler de nouvelles hypothèses sur sa formation et sur les objectifs qui ont présidé à la rédaction de ses ouvrages. Nous sommes cependant confrontés au problème de l'hétérogénéité de sa production antérieure à la parution de la *Fortification*[116] en 1600.

Nous cherchons à cerner la cohérence de ces ouvrages, en nous intéressant en particulier à la nature des problèmes mathématiques et techniques qu'Errard choisit d'aborder et aux

[116] Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstree par I. Errard de Bar-le-Duc, Ingénieur du trèschrestien Roy de France et de Navarre. Dediee à sa Maiesté.* Paris, s.n. (l'auteur), 1600.

méthodes qu'il privilégie pour leur résolution. Notre but est de déterminer dans quelle mesure les mathématiques président aux principes de l'architecture militaire tels qu'il les expose dans la *Fortification* dont nous aborderons en détail les contenus au cinquième chapitre. Pour cela, il nous est nécessaire d'examiner précisément les mathématiques qu'il pratique et celles qu'il promeut dans ses ouvrages parus avant 1600.

Dans le chapitre 3, nous nous concentrons sur la période 1584-1594, qui va de la publication du *Premier livre* à l'intervention d'Errard dans la controverse sur la quadrature du cercle. Rien dans ces écrits n'annonce son devenir de premier ingénieur militaire du roi. Nous cherchons à cerner la personne d'Errard à travers ces premiers écrits non spécialisés dans les affaires militaires, afin de déterminer s'il se situe dans la lignée des grands ingénieurs de la Renaissance comme l'affirmait avec force Albert France-Lanord en 1979 dans l'introduction de la réédition en fac-similé du *Premier livre*[117]. Le peu de certitude que nous avons à propos de sa biographie dans cette période nous amène à examiner plusieurs hypothèses visant à éclairer la transition entre sa position d'auteur d'un recueil de dessins techniques et celle de contradicteur d'un des philologues les plus réputés de son temps. Nous cherchons à situer Errard parmi les auteurs de « Théâtres de machines » de la fin du XVI^e^ siècle, en précisant ses sources probables et l'utilisation des mathématiques dans ce contexte. En étudiant la controverse autour de Scaliger, nous voulons déterminer quelle place occupe Errard dans la communauté des mathématiciens de la fin du XVI^e^ siècle.

Au chapitre 4 nous nous intéressons à Errard géomètre, à travers les ouvrages qu'il consacre à ce sujet. Nous étudierons en particulier la *Geometrie*, sans nous attarder sur l'*Euclide*, puisqu'il semble qu'Errard n'y introduise que peu de commentaires personnels, ce que nous vérifions en comparant le texte avec celui des éditions disponibles à la fin du XVI^e^ siècle. Nous effectuons un travail similaire de comparaison de la *Geometrie* avec les ouvrages que nous avons étudiés dans le premier chapitre, afin de déterminer quelle en est l'originalité, quels sont les problèmes qu'Errard y aborde et quels outils mathématiques lui permettent de les résoudre. Notre analyse porte également sur la place des figures géométriques, comme illustrations du texte ou au contraire comme source principale d'information, dont le texte représente la légende et le commentaire. Nous nous interrogeons en outre sur la personne des

[117] France-Lanord, Albert, « Introduction » *in* Errard, Jean, *Premier livre des Instruments Mathematiques Mechaniques par J. Errard de Bar-le-Duc* (reproduction en fac-similé) Nancy, Berger-Levrault, 1979, p. VII.

destinataires des deux ouvrages, que nous identifions avec leurs dédicataires, au travers desquels nous chercherons à dessiner le contour du lectorat auquel s'adresse Errard.

Dans le dernier chapitre de cette partie, nous analysons les deux éditions de la *Fortification* qui ont paru du vivant de l'auteur, en 1600[118] puis en 1604[119]. Nous les comparons aux ouvrages français que nous avons déjà étudiés au chapitre 2, ainsi qu'à ceux, espagnols et italiens qui sont publiés à la toute fin des années 1690. Comment la *Fortification* d'Errard s'en distingue-t-elle ?

En ce qui concerne ses conditions de publication, nous ne disposons que d'hypothèses, mais notre étude matérielle nous permettra d'en envisager de nouvelles. Nous portons notre attention sur les trois caractéristiques que nous choisissons pour notre analyse, c'est-à-dire l'ordre des connaissances, le rôle joué par la géométrie et la place des différentes images, qu'elles s'apparentent aux figures des traités de géométrie ou à des illustrations de scènes de guerre. Ce dernier point se justifie par le fait que Jean Errard a toujours été tenu pour le créateur, voire le graveur, de sa propre iconographie.

Un questionnement global guide notre analyse dans toute cette partie. Dès qu'Errard devient ingénieur du roi, ses publications semblent se concentrer sur des thèmes fortement liés à la géométrie. Sa production, encouragée par Henri IV, revêt une cohérence qui la distingue des *Oisivetés* de Vauban[120] sous le règne de Louis XIV ou des *Rêveries* de Maurice de Saxe[121] à l'époque de Louis XV, qui tiendront plutôt de mises en ordre de réflexions philosophiques sur des sujets variés. Cela nous amène à questionner sur la possible existence d'un projet d'Errard dont ses trois publications comme ingénieur d'Henri IV seraient différents volets. Il nous faut préciser quelle peut être la nature de ce projet et ce qui nous permet de le caractériser. Nous nous basons pour cela aussi bien sur les indices biographiques et historiques que sur les contenus des ouvrages, que nous analysons en portant notre regard particulièrement sur la géométrie qui nous sert de fil conducteur.

---

[118] Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstree…*, *op. cit.*, Paris, s.n. (l'auteur), 1600.
[119] Errard, Jean, *La fortification demonstree et reduicte en art par J. Errard de Bar-le-Duc, Ingénieur du Treschrestien Roy de France et de Navarre*. Edition seconde, reveue et augmentee. Paris, à la Rose blanche, 1604.
[120] Virol, Michèle (dir.), *Les Oisivetés de Monsieur de Vauban, édition intégrale*. Seyssel, Champ Vallon, 2007.
[121] Saxe, Maurice, Comte de, *Mes reveries. Ouvrage posthume de Maurice comte de Saxe, duc de Curlande et de Sémigalle, maréchal général des armées de sa Majesté très-Chrestienne*. Amsterdam / Leipzig, Arkstée et Merkus, 1757.

6.3. TROISIÈME PARTIE (1610-1650) : L'HÉRITAGE ERRARDIEN

Nous nous interrogeons dans cette troisième partie sur les divers aspects, fidèles ou critiques, de la réception de la fortification errardienne parmi les auteurs des principaux ouvrages utilisés en France au XVII^e^ siècle. Notre analyse de ces ouvrages porte sur les trois axes retenus, ordre des connaissances, rôle de la géométrie et usage de l'iconographie.

Pour comprendre la réception de la méthode errardienne, l'étude de la diffusion des exemplaires de la *Fortification* ne suffit pas. Nous avons examiné dans la partie précédente quelles étaient les diverses méthodes en présence au moment de sa première publication, il nous faut procéder à un même examen pour les années suivantes. Or, l'analyse des catalogues de bibliothèques révèle une forte présence d'ouvrages hollandais rédigés en français.

En effet, si les pratiques italienne et espagnole semblent avoir eu peu d'impact en France, une série de traités publiés aux Pays-Bas à partir de 1615 connaît un grand succès. Leurs auteurs sont tous liés à la *Duytsche Mathematique*, enseignement prodigué aux ingénieurs à l'université de Leyde à partir de 1600, à l'initiative de Maurice de Nassau et suivant un programme défini par Simon Stevin. Nous retraçons la genèse de la *Duytsche Mathematique* puis nous caractérisons les ouvrages de fortification liés à cette école de Leyde, et étudions la réception de la *manière hollandaise* en France, parallèlement à celle de la *manière errardienne*. Quel impact aura cette méthode concurrente sur l'intérêt des Français pour la fortification errardienne ?

Nous examinons d'abord un ensemble de carnets d'ingénieurs du premier quart du XVII^e^ siècle, afin de comprendre la réception des méthodes d'Errard sur le terrain. Nous étudions quatre manuscrits dont les auteurs sont de quatre horizons différents (Flamand, Espagnol, Italien, Français), mais tous versés dans l'architecture militaire. Comment prennent-ils en compte les méthodes errardiennes ? Sont-elles ignorées, adoptées ou seulement exposées parmi d'autres ?

Nous portons ensuite notre attention sur les ouvrages imprimés. Nous centrons notre étude sur les ouvrages parus avant que la *manière* de fortifier de Vauban ne vienne supplanter celles qui sont pratiquées, et ainsi clore la période d'invention de la fortification moderne. Nous avons par conséquent fixé une première limite temporelle à la publication en 1645 de

l'ouvrage de Blaise François Pagan[122], ouvrage reconnu d'une portée considérable en France par les historiens militaire en raison de son influence sur Vauban[123]. Nous examinons néanmoins quelques ouvrages ultérieurs, en suivant notre questionnement sur l'existence d'une école française de fortification. Notre terme est représenté par la première édition en 1671 des *Travaux de Mars* d'Allain Manesson Mallet[124], dernier grand texte écrit avant l'avènement de Vauban. La seconde édition de l'ouvrage en 1684 sera en effet modifiée pour tenir compte de la pratique vaubanienne.

Notre examen porte sur deux catégories d'auteurs, d'une part ceux qui appartiennent au monde militaire et ne font pas référence à l'enseignement, et d'autre part les professeurs. Nous avons conscience du problème posé par cette séparation, puisque les professeurs sont parfois des ingénieurs (Henrion), que les officiers se font précepteurs (La Fontaine, Manesson Mallet), et que certains d'entre eux sont même considérés à l'époque comme des savants (Pagan), dont s'inspirent les professeurs (Rohault, Milliet Dechales).

Dans ces chapitres 8 et 9, nous analysons les écrits de professeurs, qu'il s'agisse des manuscrits de cours particuliers, d'ouvrages imprimés rédigés d'après des cours effectivement prodigués ou d'ouvrages spécialement conçus pour une diffusion plus large. Nous portons particulièrement notre attention sur la question des destinataires des ouvrages, car la qualité d'enseignant des auteurs ne garantit pas qu'ils s'adressent seulement à leurs élèves habituels. Le chapitre 8 traite des cours privés donnés par des mathématiciens de haut niveau, tandis que le chapitre 9 est entièrement consacré aux ouvrages publiés par les Jésuites en raison de l'importance reconnue de ces auteurs dans la diffusion de la fortification en Europe. Nous dépassons la limite temporelle de 1650 pour rendre compte de l'ensemble du corpus de ces ouvrages jésuites, et des changements progressifs survenus dans leur conception.

Nous chercherons finalement par la comparaison des divers ouvrages étudiés, si une première école française de fortification, fondée sur les méthodes de Jean Errard, peut être mise en évidence dans le monde militaire et dans celui des professeurs.

---

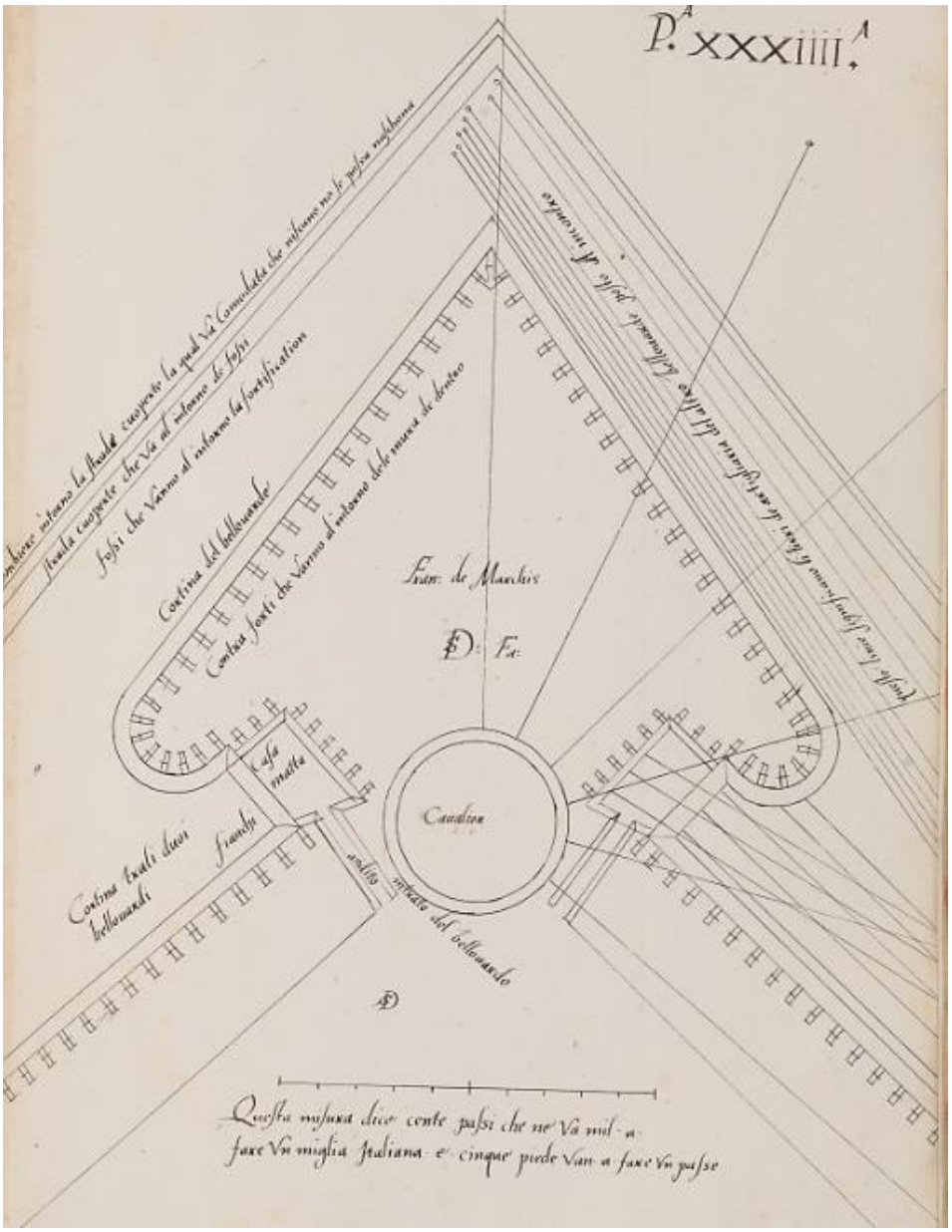
[122] Pagan, Blaise François, Comte de Merveilles, *Les Fortifications du Comte de Pagan*. Paris, Cardin Besongne, 1645.

[123] Bérenger, Jean (dir.), *La révolution militaire en Europe : XV^e^-XVIII^e^ siècles. Actes du colloque du 4 avril 1997 à Saint-Cyr Coëtquidan, organisé par le Centre de recherches des écoles de Coëtquidan ; par l'Institut de recherches sur les civilisations de l'Occident moderne, Université de Paris-Sorbonne et par l'Institut de stratégie comparée*. Paris, ISC/Economica, 1998, p. 48

[124] Manesson Mallet, Allain, *Les Travaux de Mars ou la Fortification nouvelle, tant reguliere qu'irreguliere, divisée en trois parties*. Paris, l'auteur, Jean Henault & Claude Barbin, 1671.

PREMIÈRE PARTIE

SAVOIRS D'INGÉNIEURS ET FORTIFICATION DANS LA SECONDE MOITIÉ DU XVI^{e} SIÈCLE



Daniel Specklin, *Architectur des weitberüpmten und stritbarenn Hauptman Francisci de Marchis von Bononia*, Strasbourg / Vienne, 1575.
Codex mathematicus - Cod.math.fol.4, Württembergische Landesbibliothek, Stuttgart

CHAPITRE 1

LES CONNAISSANCES UTILES AUX INGÉNIEURS

Dans ce premier chapitre, nous cherchons à déterminer quelles ont pu être les sources bibliographiques des connaissances d'un ingénieur comme Jean Errard, tant au plan théorique qu'au plan pratique. En l'absence de témoignage précis dans ses écrits, nous ne savons pas précisément ce qu'elles ont été, car il cite très peu d'auteurs dans ses propres ouvrages. Cependant, comme nous l'avons indiqué précédemment, les architectes italiens avaient déjà doté au XVI^e^ siècle le royaume de France de places fortes construites selon leurs nouveaux principes ; les théories italiennes avaient été diffusées, que ce soit sur les chantiers mêmes ou à travers la publication de quelques ouvrages : Errard ne campait donc pas sur un terrain vierge de toute réflexion. Mais comme nous nous interrogeons sur son apport essentiel à la fortification française, sur le rôle des savoirs mathématiques dans ses travaux et sur l'organisation particulière du discours qu'il nomme *réduction en art*, il nous faut délimiter plus précisément un ensemble d'ouvrages qu'un Lorrain de son rang pouvait avoir à sa disposition sur des questions intéressant les mathématiques et la fortification. Ainsi, nous brosserons un tableau particulier de la seconde moitié du XVI^e^ siècle, qui présentera le contexte intellectuel de la formation théorique et pratique de Jean Errard.

Choix des ouvrages

En sélectionnant les domaines à prendre en considération, nous ne nous sommes pas limité à la stricte architecture militaire, étant donné les nombreuses compétences dont devaient faire preuve les ingénieurs des fortifications, qui partageaient à la fois la table des officiers dans les camps et la boue de la tranchée avec les soldats lors les attaques des places : ils devaient savoir s'exprimer dans la bonne société, voire à la Cour, mais aussi commander de simples soldats sous le feu des canons ; dresser des devis de bâtiments en maîtrisant le toisé et les calculs ; tracer les plans des forteresses à construire ou remanier, selon les principes de l'architecture et en connaissant les matériaux à employer ; en tant qu'ingénieurs, ils devaient aussi avoir connaissance des problèmes posées par l'usage de l'artillerie, en particulier la question de la trajectoire des boulets de canon, etc. Somme toute, les connaissances nécessaires à la fortification étaient étendues bien au-delà du simple aspect technique. En ce qui concerne les auteurs, sans aller jusqu'au talent littéraire d'un romancier, il était également nécessaire qu'ils maîtrisent l'écriture et possèdent un certain style. Nous remarquerons

d'ailleurs avec Marcel Lallemend et Alfred Boinette, les auteurs de la biographie de Jean Errard[1], que la fluidité d'écriture de ce dernier et ses références aux classiques dénotent un esprit bien fait : « la verve et la facilité avec lesquelles il manie la langue française, les citations dont il est coutumier et les allusions qu'il fait à l'antiquité, démontrent que ses études avaient été "fort avant poussées"[2] », ce qui trahit une éducation humaniste, digne du milieu aisé dans lequel il est né[3].

Pour composer avec méthode notre tableau, nous nous sommes référé à la biographie de notre ingénieur, sachant que là encore les embûches ne manquent pas : comme pour de nombreux acteurs de notre fresque, même si la gloire militaire de la fin de sa vie a jeté quelque lumière sur lui, nous savons peu de choses de sa condition de jeune homme à Bar-le-Duc, sur son éducation intellectuelle et sa formation de terrain. De même, nous ne connaissons pas précisément les conditions de son service auprès des Grands[4] (successivement Charles III de Lorraine, la maison de Bouilon à Sedan et le roi de France) et de son accession au rang de « père de fortification française[5] » en tant qu'*Ingenieur du Treschrestien Roy de France et de Navarre*.

Nous avons donc été amené à chercher quel pouvait être un « fonds commun » d'ouvrages en lien avec la fortification, d'abord dans la bibliothèque familiale[6] qui pouvait contenir, outre les classiques que possédaient les robins lettrés du XVI^e^ siècle (les incontournables volumes juridiques, économiques et religieux, les œuvres de Cicéron, Plutarque, Virgile et autres auteurs antiques), les rudiments de la géométrie euclidienne et l'arithmétique de base. Ces ouvrages se trouvent dans les quelques bibliothèques comparables dont l'inventaire a déjà été

---

[1] Lallemend, Marcel, & Boinette, Alfred, *Jean Errard de Bar-le-Duc, « premier ingénieur du très Chrétien Roy de France et de Navarre Henry IV », sa vie, ses œuvres, sa fortification (lettre inédites de Henry IV et de Sully)*, Paris, Thorin & Dumoulin ; Bar-le-Duc, Comte-Jacquet & Boinette, 1884.

[2] Lallemend & Boinette, *Jean Errard…*, *op. cit.*, p. 13.

[3] Son grand-père Jean, seigneur de Fleury, était procureur général du Barrois en 1480, son père Maximilien notaire à Bar-le-Duc. Cf. Gaber, Stéphane, « Jean Errard de Bar-le-Duc, Ingénieur des fortifications du roi de France Henri IV », *Le Pays lorrain, Journal de la Société d'archéologie lorraine et du musée historique lorrain*, n°2. Nancy, Berger-Levrault, 1990, p. 106. ; Lallemend & Boinette, *Jean Errard de Bar-le-Duc, op. cit.*, p. 1-15 ; Marsat, Hugues, « Jean Errard, entre loyauté dynastique et engagement confessionnel », *BSHPF*, n°153/1, p. 11.

[4] Nous choisissons ce terme en référence aux *Trois discours sur la condition des Grands* de Blaise Pascal.

[5] *Grand dictionnaire universel du XIX^e^ siècle…*, vol. 7, Larousse & Boyer, 1870, p. 786.

[6] Nous remercions Madame Geneviève Guilleminot-Chrétien, Conservateur à la Réserve des livres rares et précieux de la Bibliothèque nationale de France, pour nous avoir averti de la pauvreté de la bibliothèque royale dans les années 1590-1610, et suggéré de nous intéresser à la bibliothèque personnelle d'Errard.

étudié, comme celle de l'avocat Jean I du Temps[7], peut-être peu représentative à cause de l'exceptionnelle richesse de son fonds mathématique. Mais nous avons d'autres points de comparaison, par exemple, les bibliothèques de quatre avocats d'Angers dont le contenu a été étudié récemment[8], ou celles d'habitants d'Amiens et ses environs dans la même période[9] et dans une région géographique plus comparable à la Lorraine. En ce qui concerne les contenus directement nécessaires à l'art militaire, nous avons trouvé plus pertinent de prendre comme références la bibliothèque de l'ingénieur montbéliardais Claude Flamand (1570-1626)[10], et celle de l'architecte et serrurier angevin Mathurin Jousse (1575-1645)[11].

D'un point de vue scientifique, il apparaît clairement dans ses traités mathématiques (cf. *infra*, Partie 2) que Jean Errard possédait à la fois une bonne connaissance des *Éléments* d'Euclide et de la géométrie pratique usuelle, l'inventivité technique de ses contemporains concepteurs de machines, ainsi qu'une approche de la mesure qui indique une profonde influence archimédienne, qu'elle soit directe, consécutive à la lecture d'éditions récentes des textes du Syracusain[12], ou indirecte, probablement à travers les œuvres de Tartaglia[13]. Si l'origine de cette connaissance des textes mathématiques ne peut être tracée à Bar-le-Duc, le passage de Jean Errard à l'université de Heidelberg après 1572 la rend tout à fait explicable,

---

[7] Cf. Marr, Alexander, « A Renaissance Library rediscovered… » *The Library*, 7e série, vol. 9, n°4 (décembre 2008), p. 428-470.

[8] Voir Aquilon, Pierre « Quatre avocats angevins dans leurs libraires (1586-1592) », in Aquilon & Martin (éd.) *Le Livre dans l'Europe de la Renaissance…* Paris, Promodis, 1998, p. 502-549 : on relève un ouvrage mathématique d'Oronce Fine (n°84), deux traités de Flavius Josèphe (n°152 et n°154) sur 187 items dans l'inventaire de la bibliothèque d'Ambroise Phelipeau (1586) ; la *Cosmographie* de Munster/Belleforest (n°23), une œuvre d'Oronce Fine (n°207), l'*Arithmetique* de Forcadel (n°208) et l'*Astronomie* de Gemma Frisius (n°212), ainsi que l'*Arithmetique* de Frisius traduite en français par Forcadel (n°249), plus l'*Optique* d'Euclide (n°227), l'*Usage de l'astrolabe* de Dominique Jacquinot (n°253) sur 270 items dans l'inventaire de la bibliothèque de François Lefebvre (1591).

[9] Labarre, Albert, *Le livre dans la vie amiénoise du seizième siècle. L'enseignement des inventaires après décès, 1503-1576*. Paris, Publications de la Faculté des Lettres et Sciences humaines de Paris-Sorbonne, série « Recherches », tome 66, Éditions Béatrice-Nauwelaerts, 1971.

[10] Remarquablement reconstitué par Julien Yenny dans son mémoire de master (dir. Paul Delsalle), *Claude et Jean Flamand, deux ingénieurs militaires au service du prince de Montbéliard à travers l'Europe (vers 1570 – 1634)*, université de Franche-Comté, faculté des Lettres et sciences humaines de Besançon, juin 2008, p. 550-571.

[11] Cf. Le Bœuf, Patrick, « La bibliothèque de Mathurin Jousse : une tentative de reconstitution », *In Situ* [En ligne], 1 | 2001, mis en ligne le 1er juin 2001.

[12] En latin par Tartaglia en 1543, Commandin en 1558 ; partiellement en français (« des pois ») par Pierre Forcadel en 1565.

[13] France-Lanord, Albert, Introduction à la reproduction en fac-similé du *Premier livre des Instruments Mathematiques Mechaniques par J. Errard de Bar-le-Duc*. Nancy, Berger-Levrault, 1979, p. X.

car il eut accès à la fameuse Bibliothèque Palatine[14], dont les richesses en faisaient l'une des plus importantes d'Europe. Il a pu y étudier de nombreuses sources dans des champs variés[15]: une collection très complète de traités de géométrie pratique (Jakob Köbel, Johannes Stöffler, Erasmus Reinhold, Jean de Merliers, Oronce Fine…), l'*Underweysung des Messung* d'Albrecht Dürer et son traité de fortification *Etliche Underricht zur Befestigung der Stett*, la *Protomathesis* d'Oronce Fine, des traités d'architecture (Philibert de l'Orme, Androuet du Cerceau, Vignole, Sebastiano Serlio…), les premiers traités de fortification allemands (Van Schille et Fronsberger) sans oublier la propagande calviniste en français. Il n'y a presque pas de traité en italien (moins de 1%), et parmi ceux-ci, le seul traité de fortification est celui de Carlo Theti, dont la date de publication (1589) rend impossible sa consultation par Errard à Heidelberg, car il en était parti « avant juillet 1582[16] ». À cette époque, il se trouve d'ailleurs dans la zone géographique et linguistique[17] de Daniel Specklin (1536-1589)[18], qui compose son *Architectura von Vestungen* en s'inspirant des théories italiennes dans les années 1570. Après l'*Etliche Underricht* d'Albrecht Dürer, l'*Architectura* de Specklin constitue dans la sphère germanique, à laquelle appartient Errard, une ressource majeure, plusieurs fois référencée par des auteurs importants comme Simon Stevin.

Ceci étant écrit, nous avons pleinement conscience du problème posé par l'estimation de la réelle portée des ouvrages que nous étudions : la disponibilité d'un ouvrage ne garantit en rien son impact sur ses éventuels lecteurs et sa présence dans les bibliothèques n'est pas forcément un signe indiscutable de succès du discours qu'il contient. C'est, entre autres, le problème « inavouable » qu'évoque Ian MacLean : « On ne peut pas nier que ces livres ont été édités, réédités maintes fois même : ils ont eu sans aucun doute des propriétaires ; mais il n'est pas certain qu'ils aient été lus. Acheter un livre n'est pas une preuve convaincante qu'on l'ait

---

[14] Le catalogue des imprimés de la Bibliothèque palatine est disponible en ligne sur le site de la bibliothèque de l'université de Heidelberg (http://digi.ub.uni-heidelberg.de/de/bpd/bibliotheca_palatina/stampati_palatini.html).

[15] On trouvera dans l'Annexe A1, une liste détaillée d'imprimés de cette bibliothèque, publiés avant 1577 et qui sont en relation avec les travaux de Jean Errard, ou qui peuvent l'avoir influencé sur d'autres sujets, comme les persécutions politico-religieuses en France.

[16] Marsat, « Jean Errard…», *op. cit.*, p. 12. Gaber (« Jean Errard de Bar-le-Duc… », *op. cit.*, *loc. cit.*) penche pour « un peu avant 1580 » sans grande conviction.

[17] Marsat indique qu'Errard fréquente à la même époque la cour du Comte de Veldenz à La Petite-Pierre et Phalsbourg, à une cinquantaine de kilomètres de Strasbourg. Nous aurons l'occasion de revenir sur les liens entre les traités de Specklin et d'Errard.

[18] Voir Weber, André-Paul, *Le maître de Vauban, Daniel Specklin, (1536-1589)*, Colmar, Jérôme Do Bentzinger, 2011, p. 55-93. Specklin s'est beaucoup déplacé dans l'espace germanophone, aux Pays-Bas, en Scandinavie et en Pologne, jusqu'en Hongrie et à Vienne. Il réside en Alsace à partir de 1568 et devient architecte de la ville de Strasbourg en 1577.

compulsé[19]. » Nous rencontrerons ce problème pour nombre d'ouvrages de notre corpus : d'un côté de magnifiques objets de collection qui n'ont probablement jamais été ouverts[20] et de l'autre des manuels sans couverture dont il ne reste plus que quelques exemplaires fatigués, mais qui ont dû être utilisés de manière intensive pour l'étude[21]. MacLean rappelle que la bonne santé des ouvrages présents dans les bibliothèques implique probablement pour la majorité d'entre eux peu de consultations et il en veut pour preuve la présence de notes marginales qui « font preuve d'une lecture, mais le plus souvent d'une lecture qui ne dépasse pas les dix ou quinze première pages…[22] »

Cette réserve exprimée, nous avons tout lieu de penser que les livres scientifiques et techniques ont été réellement compulsés, même de manière utilitaire, dans la mesure où il s'en trouve des traces précises chez des auteurs du siècle suivant ou dans des manuscrits comme celui de Jacques Gentillâtre (1578-vers 1622)[23]. Son exemple est des plus intéressants pour nous, car cet architecte[24] a compilé dans ses carnets une très grande quantité d'extraits de livres, dont une majorité d'ouvrages de fortification que nous étudions. Sans emploi fixe pendant la plus grande partie de sa vie, Gentillâtre a voyagé presqu'uniquement en territoire protestant où il a pu profiter des bibliothèques de ses employeurs (Jacques II Androuet du Cerceau, le duc de Bouillon, le prince de Wurtemberg, le Marquis d'Uxelles) ou de celles d'autres ingénieurs (Jean Errard à Sedan et Claude Flamand à Montbéliard) qu'il a également rencontrés. Il sera pour nous un témoin capital de ce que contenaient les bibliothèques professionnelles des architectes civils et militaires, des inventeurs de dispositifs techniques

---

[19] MacLean, Ian, « L'économie du livre érudit : le cas Wechel (1572-1627) », in Aquilon, Pierre & Martin, Henri-Jean (éd.), *Le livre dans l'Europe de la Renaissance…*, p. 230.

[20] La bibliothèque Mazarine détient un exemplaire la Fortification de Jean Errard aux armes du Cardinal de Richelieu ; cet exemplaire comporte un grave défaut d'impression à la page 11 ; l'un des exemplaires de la BnF, dont la reliure à fleur de lys indique le possesseur royal (probablement Louis XIII, selon les conservateurs), présente pourtant un frontispice mal imprimé, etc.

[21] Citons par exemple le *Cours mathématique* de Pierre Mallet, tuteur du célèbre Allain Manesson Mallet, dont nous examinerons le traité de fortification dans la troisième partie.

[22] *L'économie du livre érudit*…, *op. cit.*, p. 231.

[23] *Manuel d'un ingénieur-architecte de la première moitié du XVII^e siècle*. Bibliothèque nationale de France, Ms français 14 727. Nous l'étudierons en détail dans la troisième partie (ch. 7, §1.3), son contenu est décrit dans l'Annexe A3.1.

[24] Nos renseignements biographiques proviennent essentiellement des articles de Liliane Châtelet-Lange : *Jacques Gentillâtre. Montbéliard, Genève, Chalon-sur-Saône, Lyon*. Monuments et mémoires de la Fondation Eugène Piot, Tome 70, 1989. p. 71-138 ; notice dans *The Dictionary of Art*, vol. 12. New York, Grove, 1996, p. 309-310. Voir aussi : Marr, Alexander, « Copying, Commonplaces, and Technical Knowledge: The Architect-Engineer as Reader », in Damm, Heiko, Thimann Michael & Zittel, Claus, "The Artist as Reader: on Education and Non-Education of Early Modern Artists", *Intersections, Interdisciplinary studies in Early Modern Culture*, vol. 27. Leiden, Brill, 2013, p. 428-470.

divers. Précisons cependant que nous n'abordons que dans le second chapitre les traités mécaniques appelés *Théâtres de machines*, car le premier livre publié par Jean Errard fait partie de cette catégorie et que nous nous pencherons un peu plus longuement sur le sujet. Nous aurons ainsi l'occasion d'étudier la vie et l'œuvre de Jacques Besson, qui semble avoir inspiré Errard, même si ce dernier a assez tôt abandonné la recherche mécanique au profit des mathématiques et de la fortification.

1. LA GUERRE SUR LE PAPIER : LES CLASSIQUES DISPONIBLES ET LEUR RÉCEPTION AU MILIEU DU XVI^e^ SIÈCLE

1.1. LES CLASSIQUES ET LEURS TRADUCTIONS

À côté des Cicéron, Virgile, Ovide et autres auteurs antiques, il y a peu de place dans une bibliothèque humaniste pour l'art de la guerre. Par exemple, Elie Vinet, écrivain et principal du Collège de Guyenne à Bordeaux de 1562 à 1586, a joué un rôle important dans la diffusion et l'enseignement des sciences[25], mais ne possédait aucun classique militaire excepté la traduction française du traité de Machiavel[26]. Sa situation dans le Bordelais, loin des frontières du Nord et de l'Est du royaume et des théâtres de la guerre, loin des grands centres de production du livre, explique-t-elle ce manque d'intérêt ? Géographiquement à l'opposé de Bordeaux, les bibliothèques amiénoises de la même époque[27] ne donne pas beaucoup plus de résultats, malgré plusieurs exemplaires de Flavius Josèphe chez des particuliers et de Végèce à l'Hôtel de ville. Il semble que Vinet ne soit donc pas une exception, car même les militaires possédaient peu de livres sur ce sujet, et peu de livres en général. Contrairement aux juristes, aux clercs et aux médecins dont le savoir est en grande partie véhiculé par le livre, les militaires ne paraissent pas tirer le leur de ce vecteur : « Il faut attendre le milieu du XVI^e^ siècle pour trouver, chez les nobles d'épée, un rayon consacré à ce qui demeure leur fonction d'État : l'art militaire. Végèce et Oppien sont restés des lectures de clercs[28] ». Une confirmation est donnée par le catalogue de la très grande bibliothèque (plus de deux mille volumes) de l'humaniste Claude Dupuy à Paris : on y trouve à peine deux éditions de Flavius

[25] Cf. Louis Desgraves, *Elie Vinet…*, Genève, 1977.
[26] Dans l'édition de Marnef, Poitiers, 1563. Cf Desgraves, *Elie Vinet*…, *op. cit.*, p. 168.
[27] Labarre, *Le livre dans la vie amiénoise du seizième siècle…* Chapitre V « Les éclairages », p. 272-387.
[28] Pierre Aquilon, « Petites et moyennes bibliothèques » in Jolly, Claude (dir.) *Histoire des bibliothèques françaises…* p. 235.

Josèphe, les discours de Guillaume du Choul et les œuvres de Végèce[29]. De même, la « librairie » de Montaigne, riche d'un millier d'ouvrages, en renfermait au moins un proprement militaire : l'édition de 1536 du traité de Végèce[30], mais Montaigne avait aussi lu Appien, Jules César qu'il cite abondamment, et ses contemporains Machiavel et Guillaume du Bellay[31]. On le voit, l'art militaire représente une très petite partie des ouvrages en circulation dans les milieux humanistes, mais fait néanmoins partie de leur culture.

Cependant, les classiques se trouvent dans des bibliothèques comme celle du Grand maître de l'artillerie Sully, ou celle du Prince de Nassau, ce qui en garantit la lecture par les ingénieurs militaires qui comptent. Ces ouvrages sont cités par les fortificateurs de l'École de Leyde dans la première moitié du XVII[e] siècle, quand ils font l'histoire des pratiques de la défense des places. Nous trouvons également chez Gentillâtre ou les auteurs de Théâtres de machines, une certaine connaissance des traités antérieurs, en particulier celle des images dont la reproduction à maintes reprises atteste le rôle de porteurs de sens. Comme un grand nombre d'auteurs que nous étudions se présentent sous la qualité d'architecte, l'un des tout premiers ouvrages de référence est sans conteste celui de Vitruve.

1.1.1. L'ARCHITECTURE : VITRUVE ET SES IMAGES

Le *De Architectura* de Vitruve est un « trésor inestimable[32] », l'un des principaux témoignages, sinon le seul, de la manière antique de bâtir les édifices. Il contient de précieuses indications sur de nombreux sujets, dont la défense et l'attaque des places chez les Romains, en particulier les machines de guerre utilisées lors des sièges (dixième livre). Cette véritable « encyclopédie[33] » a été la source d'inspiration de nombreux ouvrages d'ingénieurs et d'architectes, comme Alberti, Dürer ou Philibert de l'Orme. Ce dernier dresse en 1567 un portrait de l'architecte en humaniste, qui fait largement appel aux critères vitruviens. Il insiste

---

[29] Delatour, Jérôme, *Une bibliothèque humaniste au temps des guerres de religion. Les livres de Claude Dupuy d'après l'inventaire dressé par le libraire Denis Duval (1595)*. Mémoires et documents de l'École des Chartes, n°53. Éditions de l'ENSSIB, juin 1998, Inventaire p. 106-256.

[30] Conservé à la Bibliothèque nationale de France (BnF) sous la cote Z-Payen-506, l'ouvrage porte la signature de Montaigne sur sa page de titre. Signalons que l'éditeur Christian Wechel avait publié en 1535 la version latine du traité de fortifications de Dürer.

[31] Cf. Pierre Villey, *Les sources et l'évolution des "Essais" de Montaigne*… Vol. 1 : Les sources et la chronologie des «Essais». Paris, Hachette, 1908, p. 59-270.

[32] Claude Perrault, *Les dix livres d'architecture de Vitruve…* Paris, Coignard, 1673, préface, fol. 3r non signé.

[33] C'est Rabelais, dans *Pantagruel* (Lyon, Claude Nourry, 1532, chap. XIII, fol. signé L), qui fait le premier usage de ce mot en français, faisant dire à Thaumaste que Panurge lui a « ouvert le vray puys & abysme d'Encyclopedie ». Il résume par ce mot les études idéales que Gargantua préconisait dans sa *lettre à Pantagruel*.

sur l'aspect polymathe de la personne et sur la nécessité d'un vaste domaine de connaissances dont nous retrouverons trace dans les ouvrages d'architecture militaire dès les premières publications [34]. La qualité essentielle du véritable architecte, c'est la possession et mise en relation constante de la théorie et de la pratique[35] :

> *[L'Architecture] n'est autre chose, ainsi qu'escrit nostre Vitruve, qu'une science, ou art, accompagné & orné de plusieurs disciplines & diverses eruditions. De là, il nous faut indubitablement penser qu'il y a aujourd'huy peu de vrais Architectes & que plusieurs qui s'en attribuent le nom, doibvent plustost estre appelez maistres maçons, qu'autrement. Car les uns se sont seulement voulus exercer aux œuvres manuelles, sans se soucier de la cognoissance des lettres & disciplines, qui a esté cause qu'ils n'ont tant sceu faire par leurs labeurs, qu'ils ayent acquis grande reputation. Les autres tout au contraire se sont arrestez aux lettres seules, & demonstrations Geometriques, sans les appliquer à l'œuvre, qui fait que seulement ils ont suivi l'umbre de ce beau corps d'Architecture, sans aucunement parvenir à la vraye cognoissance & usage de l'art, ainsi que Vitruve a fort bien discouru au commencement de son œuvre.*

Vitruve était moins catégorique ne demandant à l'Architecte que d'être « moyennement exercité en toute espèce de discipline[36] », ce que confirme Philibert de l'Orme, selon lequel Vitruve « désire que l'Architecte soit Rhetoricien, Philosophe, Arithmeticien, Geometrien, Astrologue, Musicien, Peintre, Jurisconsulte & Medecin[37] ». L'architecte se trouve ainsi au confluent d'un grand nombre de domaines à maîtriser, même si de l'Orme préconise de ne pas s'attarder sur les deux derniers. L'état du véritable architecte place ce dernier au rang des plus grands, comme possesseur d'un savoir mis en pratique lui permettant de créer et inventer « des œuvres & ouvrages qui surpasseront l'artifice & engin des hommes[38] » Le vrai architecte est en quelque sorte une figure terrestre du Grand Architecte, tant en architecture civile lorsqu'il faut rivaliser d'ornements que dans sa version militaire, lorsque le talent du concepteur et la pureté des lignes protègeront la population de la violence des agresseurs. De

---

[34] Voir par exemple plus loin (chap. 2, §2.5) les reprises de ce discours par Aurélio de Pasino en 1579.
[35] Philibert de l'Orme, *Le premier tome de l'architecture*…, Paris, 1567, Epistre, fol. 1v.
[36] *Architecture, ou Art de bien bastir de Marc Vitruve Pollion Autheur romain antique : mis de latin en françoys par Jan Martin Secretaire de Monseigneur le Cardinal de Lenoncourt, pour le roy très chrestien Henry II.* Paris, Jacques Gazeau, 1547, p. 5-v.
[37] Philibert de l'Orme, *op. cit., loc. cit.*
[38] Philibert de l'Orme, *op. cit.*, fol. 2.

l'Orme préconise des connaissances approfondies tant en arithmétique qu'en géométrie, mais il n'en détaille que la figure première et indispensable à tout projet : l'angle droit, une ligne et sa perpendiculaire, présentées comme une figure de la croix, symbole du sacrifice du Christ rédempteur[39].

La première traduction française imprimée de l'œuvre de Vitruve[40] paraît en 1547, sous la plume de Jean Martin et avec des illustrations de Jean Goujon, architecte et sculpteur réputé. Un fait essentiel de cette collaboration de l'humaniste Martin et de l'artiste Goujon est qu'une grande partie des figures dues à Goujon sont dites « nouvelles », et Martin s'en explique dans un avertissement aux lecteurs[41] :

> *L'opinion de plusieurs hommes qui se sont devant nous employez a expliquer cest Autheur est que luy voulant en dix livres de doctrine comprendre tout le corps d'Architecture en avoit faict un unzieme de figures pour mieux donner a entendre son intention, mais que ledict unzieme, sans parvenir jusques a nous, a esté perdu comme infiniz autres, causans dommage inestimable, a ceulx qui suyvent les bonnes lettres.*

Martin traduira aussi le *De re aedificatoria* d'Alberti et une partie des *Sette libri dell'architettura* de Sebastiano Serlio, tous deux très largement inspirés de la pensée et même du texte de Vitruve[42]. N'étant pas lui-même un praticien de cet art, il légitime ses traductions des anciens en expliquant comment il les a soumises aux maîtres maçons contemporains[43] :

> *[Sans aide érudite] jamais je ne feusse venu au bout de mon entreprise. Si est ce (a dire vray) quils ne m'y ont en tout & par tout assisté, ains [mais] a souventesfois convenu que je me soye faict la voye par le moyen de la raison, joincte a l'usage du compas, & practique de pourtraicture, dont jay presenté les choses aux ouvriers tel[l]es que je les concevoye en fantasie afin den avoir leur jugement avec la proprieté des termes de leurs ars correspondans aux antiques […]*

---

[39] Philibert de l'Orme, *op. cit.*, fol. 32.
[40] *Architecture, ou Art de bien bastir de Marc Vitruve Pollion Autheur romain antique …, op. cit.*, Paris, Jacques Gazeau, 1547.
[41] *Ibid.*, « Advertissement aux lecteurs » non paginé, situé avant le sommaire.
[42] *L'architecture et art de bien bastir du Seigneur Leon Baptiste Albert…* Paris, Jacques Kerver, 1553 ; *Il primo libro d'architettura, di Sebastiano Serlio, Bolognese. Le premier livre d'architecture de Sebastiano Serlio, Bolognois…* Paris, s. n. [Jean Barbé], 1545.
[43] *Architecture, ou Art de bien bastir…, op. cit., loc.cit.*

L'utilité de l'image est donc annoncée clairement dans ces deux extraits : le texte n'est pas compréhensible seul, le traducteur cherche à lui donner sens en dessinant. Par les croquis issus de son imagination (ses *fantaisies*), il interprète les propositions « aveugles » de Vitruve et soumet le fruit de sa réflexion aux véritables praticiens. Ceux-ci examinent, corrigent sans doute, mais surtout, ils apportent les termes de l'art. La figure montrée permet la dénomination géométrique des objets, elle est un intermédiaire bien plus efficace que les mots et les longues explications.

Cependant, si l'illustration montre les objets, elle n'est pas utilisée ici à proprement parler pour l'explication comme la figure l'est en géométrie lorsqu'il s'agit de prouver ; Vitruve fait peu référence aux mathématiques en tant que discours explicatif et justificatif de la justesse des constructions, mais il utilise le langage de la géométrie comme dans l'art de la peinture, pour décrire les objets qu'il construit. Au neuvième livre, avant de traiter de cosmologie et de gnomonique, il fait l'éloge de savants grecs en citant des « objets » particuliers, liés à une utilisation pratique des théories[44] : le dialogue du Ménon devient *L'invention de Platon pour mesurer une terre* ; le théorème de Pythagore est interprété comme une équerre de côtés 3, 4 et 5, utilisée pour construire des escaliers ; il ne retient de l'œuvre d'Archimède que l'anecdote de la couronne du roi Hiéron.

En termes de fortification, le témoignage de Vitruve est pourtant important, puisque l'auteur énonce dès le livre I des principes fondamentaux que la crise du boulet métallique ne va pas ébranler : le choix pertinent du site où établir l'enceinte[45], le principe du flanquement, le rejet de l'enfilade et la création d'obstacles (création d'ouvertures à angles biais, creusement de fossés…), les contraintes de longueurs réglées sur la portée des armes (de l'arc en l'occurrence)[46]. D'autres préconisations seront abandonnées après Dürer, comme celle de la rotondité des tours, bien que l'affirmation de la fragilité des angles rectilignes face au bélier et autres machines d'intrusion reste valable. Une dernière préoccupation de l'urbaniste se retrouvera également chez Errard et ses successeurs : l'organisation des voies de circulation et des blocs d'habitation à l'intérieur de l'enceinte. Vitruve envisage un ordonnancement destiné

[44] *Ibid.*, fol. 122-124v.
[45] *Ibid.*, livre I, chapitre VI « De l'election des lieux salutaires… », fol. 7v-9.
[46] *Ibid.*, livre I, chapitre VII « Des fondemens des murailles » fol. 9-10v. À ce sujet, voir notre introduction.

à protéger les habitants des vents[47], alors que les fortificateurs du XVII[e] siècle se préoccuperont avant tout du logement des soldats, des magasins à poudre et de l'intendance en général. Néanmoins, l'illustration proposée par Goujon (Figure 1.1) nous renvoie à la division du cercle et aux polygones réguliers des géomètres grecs, à une esthétique de la régularité et de la simplification du complexe qu'elle engendre (parce qu'elle rend lisibles les structures).

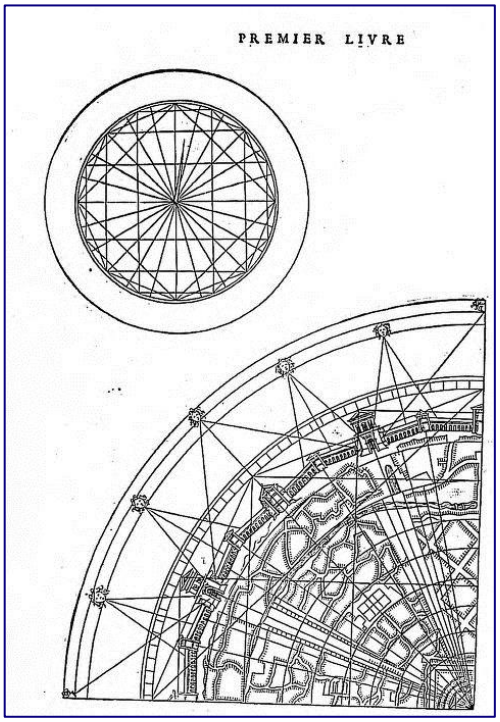


Figure 1.1

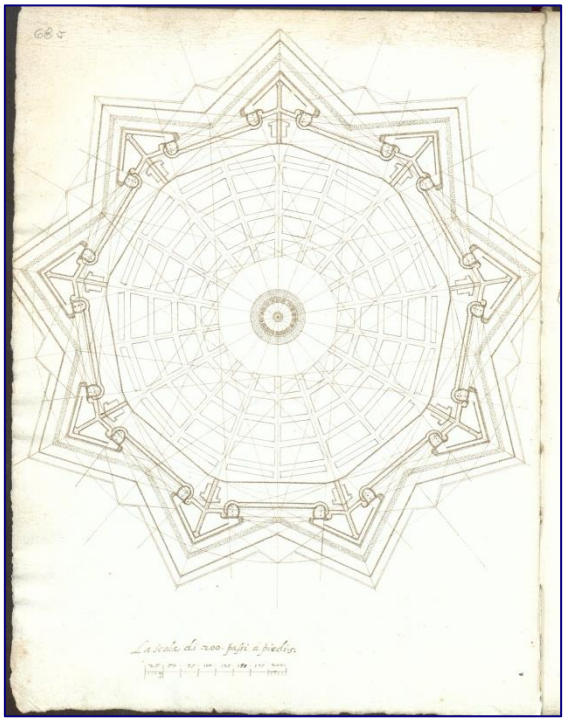


Figure 1.2

Si nous comparons cette figure d'architecture civile avec celle d'une forteresse à neuf côtés (Figure 1.2), tracée par un ingénieur italien anonyme dans le courant du XVI[e] siècle[48], nous retrouvons beaucoup de qualités communes : mêmes précision et justesse, mention des figures invisibles (les « tracés occultes » dont nous verrons souvent le rappel dans les parties de géométrie des traités que nous étudions), même souci de clarté et de la finesse des tracés, au-delà de ce qui est nécessaire, même virtuosité de l'artiste. La qualité de la représentation vaut pour elle-même davantage que pour l'illustration du propos ; c'est dans ce trait particulier des

[47] *Ibid.*, livre I, chapitre VIII « De la division des œuvres qui sont dedans l'enclos de la muraille & de leur disposition pour eviter les mauvais soufflemens des Ventz » fol. 10v-13.
[48] Ms BJ 465-1, Biblioteka Jagiellońska, Cracovie, Pologne.

architectes que l'on saisit la différence qui les sépare des gens de guerre, ces derniers n'ayant pas souvent le loisir de s'adonner à l'exercice du trait et de tendre vers la perfection.

1.1.2. La poliorcétique et l'art de la guerre

Dans ce domaine tout à fait différent du précédent, les traités de stratégie semblent davantage prisés par les humanistes ; ce sont des ouvrages littéraires qui vont bien au-delà de l'aspect technique et des méthodes de construction. Ils témoignent d'une antiquité bien éloignée des cercles de penseurs, dans la brutalité de l'armée romaine et sa discipline extrêmement rude ; il y a une résonnance entre les violences romaines contre les Juifs, les barbares, les Chrétiens, et celles, mutuelles, des protagonistes des guerres de religion. De ce point de vue-là aussi, le XVI^{e} siècle est éclairé par l'Antiquité et chaque camp mettra en avant tantôt la légitimité de la force pour la raison d'État, tantôt l'iniquité de l'oppression sanglante des minorités.

Une place à part doit être accordée aux œuvres de Flavius Josèphe, qui se trouvent communément dans les bibliothèques humanistes. Josèphe était un militaire et diplomate juif passé au service de l'Empereur Vespasien (I^{er} siècle), auteur d'une des seules sources non-chrétiennes sur l'histoire des guerres judéo-romaines ; la proximité de son discours avec les récits bibliques peut expliquer en partie son succès auprès des humanistes, mais ce qui nous intéresse plus particulièrement dans ses écrits, c'est la description qu'il fait de la prise par les Romains de la ville de Jérusalem, pour laquelle il donne force détails, et du siège de la forteresse de Massada[49] ; la résistance héroïque des assiégés de Massada puis leur suicide collectif sont des images morales extrêmement fortes, qui n'ont pu que s'imprégner dans l'imaginaire commun comme sort probable de tous les assiégés[50].

À l'instar des assiégés, les assiégeants ont aussi leurs ouvrages de référence antique, les traités de poliorcétique qui décrivent la façon de mener des sièges et les machines de guerre utilisées à cet effet. Dès l'époque médiévale, l'art de la guerre dans son aspect technique représente le modèle fondamental où s'exerce l'intelligence technique[51]. Les ouvrages de

---

[49] Flavius Josèphe, *De la guerre des Juifs*, Paris, Jean Longis, 1553, sixième livre, pour la prise de Jérusalem & livre 7, chapitre XXVIII, pour celle de Massada.

[50] On lira par exemple dans Nakam, Geralde, *Au lendemain de la Saint-Barthélemy…* (Paris, 1975) comment Jean de Léry (*Histoire mémorable de la ville de Sancerre*…, *op. cit.*) s'inspire très largement de Josèphe, même sur les détails les plus atroces comme le soupçon d'anthropophagie.

[51] Vérin, Hélène, *La gloire des ingénieurs. L'intelligence technique du XVI^{e} au XVIII^{e} siècle*. Paris, Albin Michel, 1993, p. 48.

l'antiquité grecque et latine ainsi que les traductions de leurs interprétations par les savants arabes étaient déjà des références partagées dans le petit milieu médiéval des *engignours*, dans la mesure où leur art consiste précisément à effectuer des choix éclairés par la science dans des projets importants[52]. La tradition technique connaît un « réveil » dès la fin du XIV^e^ siècle, avec le succès du *Bellifortis* de Konrad Kyeser[53], dont les nombreuses références aux auteurs antiques ont fait écrire à Duhem que « nous nous trouvons moins devant l'œuvre d'un homme que devant le fruit de la réflexion de plusieurs siècles[54]. »

Le texte le plus connu, sans doute le plus plagié par la suite, véritable livre de chevet des ingénieurs militaires[55], est celui de Végèce, auteur romain de la fin du 4^e^ siècle, dont nous avons déjà évoqué l'exemplaire portant la signature de Montaigne[56]. Cet exemplaire est relié avec deux autres textes célèbres de l'antiquité : les *Stratagèmes* du consul romain Frontin (1^er^ siècle) et la *Tactique* de l'écrivain grec Élien (*Ælianus Tacticus*, début du 2^e^ siècle), qui sont également parmi les manuels les plus lus par la noblesse européenne de la Renaissance ; le texte d'Élien est cité les arithmétiques militaires de la fin du XVI^e^ siècle en ce qu'il organise la forme géométrique des phalanges romaines (l'*ordonnancement*) dans des formations qui rappellent la figuration pythagoricienne des nombres, un motif étant créé par la troupe sur la base de chaque soldat, comme les unités de Nicomaque engendrent des formes qui donnent leur sens à la classification des nombres qu'ils composent[57]. Les *Stratagèmes* de Frontin n'ont pas de contenu proprement scientifique, étant essentiellement un discours donnant le détail des règles à suivre pour l'attaque et la défense d'une place.

En revanche, l'ouvrage de Végèce aborde l'aspect technique de l'attaque des forteresses, le propos étant illustré par de nombreux bois gravés de très bonne qualité, qui montrent en détail les machines de siège et la manière de les utiliser. Les machines sont en général représentées en perspective cavalière, ou une perspective mixte utilisant un semblant de points de fuite ; les dessins sont épurés, les décors réduits au minimum, les objets tracés sur la base de figures

---

[52] *Ibid.*, p. 49 et suivantes.
[53] Gille, Bertrand, *Les ingénieurs de la Renaissance*. Paris, Hermann, 1964, p. 52.
[54] *Ibid*., p. 53.
[55] Vérin Hélène, *La gloire des ingénieurs*, *op. cit.*, p. 50 et p. 61-62 ; Gille, Bertrand, *Les ingénieurs de la Renaissance*, *op. cit.*, p 52. Signalons que la BnF possède plusieurs traductions manuscrites du *De Re militari* de Végèce, dont celle de Jean de Meung du XIV^e^ siècle (Fr. 1230, 1231, 1232, Fr. 12360, Fr. 19104).
[56] Végèce, *Du faict de guerre et fleur de chevalerie, quatre livres*… Paris, Wechel, 1536.
[57] Voir Nicomaque de Gérase, *Introduction arithmétique*… traduction et notes de Janine Bertier, Paris, Vrin, 1978, particulièrement le livre II, chapitres VI à XII. L'ordonnancement a été exposé en détail par Battista Della Valle, dans son traité *Vallo libro continente appertinente a capitanij, retenere et fortificare vna citta*… de 1529.

géométriques simples (cercles, lignes parallèles, etc., voir Figure 1.3), loin de l'esthétique médiévale d'un Konrad Kyeser.

Un chapitre complet du traité, le livre IV, est consacré aux fortifications[58]. Dans le discours préliminaire de ce livre, Végèce s'adressant à l'Empereur voit en l'invention des villes une preuve de l'humanité de l'homme, voire de la nature divine de sa faculté d'entreprendre : « Au commancement du monde, la premiere ordonnance des citez feist separation de la vie champestre, & non ornee dhommes de la communion des bestes mues & sausvaiges […] Mais par ta bonte & pitie innumérables villes et citez, avec travail & labeur continuel, sont si parfaictes, que elles de semblent estre ediffiees de main humaine, que de ordonnance et voulente divine elles se monstrent ornees, & bastyes[59]. » Tout naturellement, il décrit alors comment les cités peuvent être fortifiées « soit par œuvre, ou par nature, ou par l'ung & l'autre », ce qui restera un préalable rhétorique des premiers fortificateurs, enjoignant l'ingénieur de prendre garde à « l'assiette des places[60] ». Les deuxième et troisième chapitres sont consacrés à la matière de la muraille « fort serrez de pierres dures, a bon bethuyn [béton] », et à sa forme courbe, flanquée de tours aux angles « affin qu'en divers lieux se peussent les habitans deffendre[61] ». Les chapitres suivants sont consacrés à l'édification des remparts (une double enceinte de murs de forte épaisseur, l'espace intermédiaire étant rempli d'une terre bien tassée), la protection des portes, le creusement des fossés, le gouvernement, l'approvisionnement et la défense de la place. Les chapitres VII à XXIIII sont consacrés à la description des machines de guerres utilisées aux

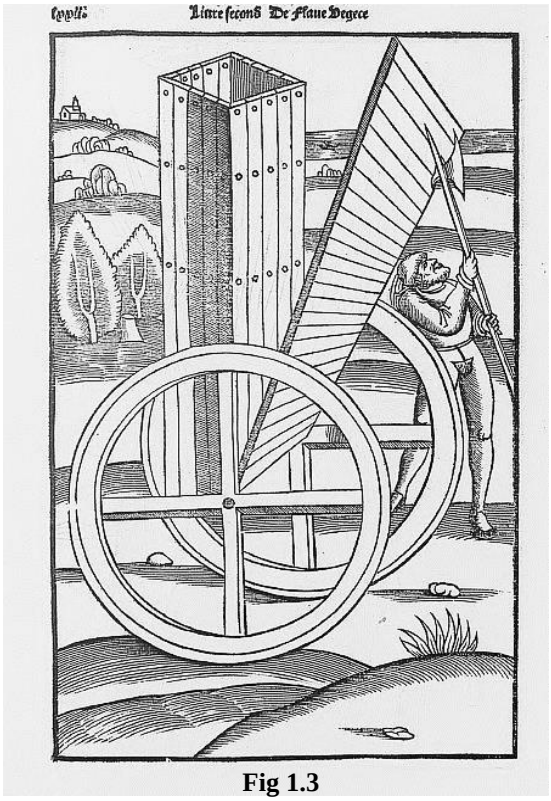


Fig 1.3

[58] Végèce, *Du faict de guerre …*, *op. cit.*, livre IV « Auquel est tracte comment nos Citez doibvent estre deffendues, ou celles des ennemys demollyes, par subtilite, et gros effort. », p. CXLVII-CLXVII.
[59] *Ibid.*, p. CXLVII.
[60] Jean Errard, *La fortification reduicte en art et demonstree…*, *op. cit.*, p. 9 : « Des choses indifferentes qui ne sont point de l'essence de l'art de fortification. Et premierement de l'aßiette des places. Chap. IIII ».
[61] Végèce, *Du faict de guerre …*, *op. cit.*, chapitre II, p. CXLVIII.

sièges des villes et à l'usage de la mine, suivis par quelques chapitres sur certains faits de la guerre de siège ; la dernière partie du livre IV est consacré à la guerre navale. Juste avant cette partie, le chapitre XXX a un intérêt particulier pour nous, car il traite explicitement de la mesure à distance de la hauteur de la muraille, témoignant ainsi que les techniques de la géométrie pratique avaient été utilisées pour répondre aux besoins des gens de guerre.[62]

À l'époque de Végèce, la connaissance de la hauteur des murs de la cité assiégée ne sert pas à régler la hauteur du canon, elle n'en demeure pas moins indispensable pour l'utilisation des échelles et tours qui permettent aux assiégeants d'investir la place « si elles sont faictes de telle grandeur, que elles surmontent la haulteur de la cite[63] ». Deux possibilités sont offertes : le contact direct : « un filet de lin subtile, expedient & long soit lye [lié] par lung des bouts a une sagette [flèche], & soit tenu par l'aultre bout ; & soit ladicte sagette envoiee directement vers le haut du mur ; et ainsi par la mesure dedict filet de lin, la haulteur des murs se pourra prendre & estre congnue[64] », ou par le moyen d'un procédé optique décrit de manière un peu évasive : « quant le soleil est tourne & il gecte lumbre des murs & des tours aterre ; adonc sans le sceu des adversaires, peult on mesurer lespace dudict umbre. Et mesme avec ung baston de dix pieds de long. Lequel nombre cueille et assemble, sans doubte par le moyen de lumbre du baston de dix pieds, lon trouvera la haulteur de la cite […][65] ».

Malheureusement, l'édition de 1536 ne contient pas d'illustration de ces méthodes pratiques de mesure, sans doute parce qu'il ne s'agit pas de l'objet principal de l'ouvrage ; nous allons les trouver chez un autre auteur, continuateur de Végèce mais également compilateur de nouveautés de la Renaissance, Roberto Valturio, humaniste et secrétaire du prince Sigismondo Pandolfo Malatesta à Rimini, qui écrit en 1455 le traité *De Re militari.*

1.1.3. LE *DE RE MILITARI* DE ROBERTO VALTURIO (1555)

Selon Bertrand Gille, le problème de la mesure des hauteurs inaccessibles « sera l'une des préoccupations de tous [les] ingénieurs italiens du XV^e^ siècle[66] ». Il renvoie au *De re militari et machinis bellicis* de Taccola[67], qui contient plusieurs images de mesures à distance, y

[62] *Ibid.*, chapitre XXX « Comment la mesure doibt estre prinse pour faire eschelles ou machines », p CLIX.
[63] *Ibid.*, *loc. cit.*
[64] *Ibid.*, p. CLX.
[65] *Ibid.*, *loc. cit.*
[66] Gille, Bertrand, *Les ingénieurs de la Renaissance*, *op. cit.*, p. 78.
[67] Ms 7239, Bibliothèque nationale de France.

compris un dessin représentant peut-être un théodolite[68]. Mais Gille signale que le livre de Taccola est avant tout un « Théâtre de machines », sujet sur lequel nous reviendrons justement un peu plus loin. Néanmoins, Taccola, qui fut baptisé « l'Archimède siennois » et bénéficia d'une grande renommée, influença profondément la pensée d'un autre Italien, Roberto Valturio, dont le manuscrit allait connaître l'impression et la traduction en français.

Né en 1405 à Rimini, Valturio était le fils d'un maître de lettres également inscrit au matricule des notaires de Rimini et ses frères l'avaient précédé dans la carrière administrative ou enseignante, à l'université de Bologne, dans les États Pontificaux et auprès de Sigismond Pandolfo Malatesta. Formé à l'école de son père, Roberto avait été lecteur de rhétorique et de poésie à l'université de Bologne, puis secrétaire de la chancellerie pontificale jusqu'en 1437 ; il était davantage un homme de lettres qu'un ingénieur militaire, c'est donc probable qu'il ait été simplement le rédacteur des pensées militaires de son maître Malatesta, qu'il rejoignit à Rimini en 1446[69] ; cependant, les nombreuses citations et la parenté avec les traités de Végèce, Taccola ou Kyeser, au moins pour les images[70], indiquent une connaissance certaine des textes antérieurs. Le succès de son traité fait de Valturio l'une des premières références modernes de cette nouvelle figure de l'*ingénieur*, dont les connaissances élargies répondent à des problèmes de plus en plus complexes, ce que souligne Eberhardt Knobloch dans ce parallèle : « l'introduction des armes à feu et de l'artillerie modifie radicalement les techniques d'attaque et de fortification […] L'apparition des mathématiques vient ébranler l'enseignement scolastique et conduit au triomphe de la technique[71]. »

Le traité *De Re militari* est traduit en français en 1555[72] par Louis Meigret, humaniste grammairien et linguiste, également traducteur de l'ouvrage d'Albrecht Dürer sur les proportions du corps humain[73], dont la prolifération des termes d'anatomie nécessite de

---

[68] Gille, Bertrand, *op. cit.*, p. 74
[69] *Ibid.*, p. 78-79.
[70] *Ibid.*, p. 80 : « […] tous ces dessins qui se copient les uns les autres en ce milieu du XVe siècle : illustration du Végèce, illustrations de Valturio […] sont très proches. »
[71] Knobloch Eberhardt, préface de *L'art de la guerre. Machines et stratagèmes de Taccola, ingénieur de la Renaissance*. Paris, Gallimard, 1992, p. 146.
[72] Meigret, Louis, *Les douze livres de Robert Valturin touchant la discipline militaire*. *Translatez de langue latine en francoyse par Loys Meigret Lyonnois*. Paris, Charles Perier, 1555.
[73] Dürer, Albrecht, *Les quatre livres d'Albert Durer… De la proportion, des parties & pourtraicts des corps humains*. Paris, Perier, 1557.

véritables talents de traduction[74]. Le parcours de Meigret est intéressant pour nous parce qu'il traverse à la fois les nouvelles pratiques militaires et la réformation religieuse : d'une famille de notables magistrats, Meigret est le cadet d'une fratrie réprimée sur soupçon de luthéranisme, composée d'intimes de Clément Marot et Guillaume du Bellay[75], voire de Jean Calvin lui-même pour l'aîné Laurent qui servira d'expert aux fortifications de Genève[76]. Probablement vigneron, il est aussi l'un des fervents partisans de la réforme de l'orthographe et à ce titre s'engage dans une longue discussion avec Jacques Peletier du Mans (autre mathématicien humaniste), qui lui adresse une *Apologie* en 1549. Pour ces écrivains et traducteurs, dont les deux activités sont intimement mêlées surtout lorsqu'il s'agit de thèmes nouveaux et techniques, l'inventivité doit être jointe à une maîtrise totale de la langue qu'ils font évoluer[77], ainsi qu'une connaissance approfondie des matières qu'ils traitent. Le cas de Meigret est extrême, car ses centres d'intérêt vont de la science naturelle (Pline l'Ancien, Aristote, Columelle) à la rhétorique (Ciceron, Lucien…) en passant par l'art militaire (Polybe, Valturio)[78]. C'est ce dernier domaine, qui, selon Haussmann, est le principal centre d'intérêt de Meigret puisque « la moitié de [ses] traductions, soit environ mille pages, est consacrée à ce qu'il appelle "le fait de la guerre" »[79]. Le même auteur affirme que Meigret était capitaine[80], mais également noble, et que, contrairement à ceux de sa génération, il connaissait le latin ; ceci explique la traduction éclairée de ces matières et la concordance des vues entre l'auteur et son traducteur sur l'éducation des officiers[81].

---

[74] Sans détailler l'aspect technique des « algorithmes » de traitement d'images par procédés géométrique appelés *Variant*, *Choisissant*, *Corrompeur*… dont le mode d'emploi est complexe.
[75] Auteur du traité *Instructions sur le faict de la Guerre*. Paris, Michel Vascosan, 1548.
[76] Hausmann, Franz-Jozef, *Louis Meigret, humaniste et linguiste*, chap. 1 « La famille des Meigret », p. 3-11.
[77] On verra par ailleurs ce que pense Stevin, militant de l'utilisation de la langue flamande dans l'enseignement des sciences. Voir *Uytspraeck vande Weerdicheyt der Duytsche Tael*, feuillets bB à dD4v de *De Beghinselen der Weeghconst*. Leyden, Plantin, 1586. On en trouve la traduction française dans l'édition d'Albert Girard des *Œuvres mathematiques*, Leyden, Elsevier, 1634, dans la partie « Géographie, qui est la deuxième partie de la Cosmographie », premier livre « De ses definitions en general », chapitre « Du renouvellement du siècle sage… », p. 110-125.
[78] Hausmann, *Louis Meigret…, op. cit.*, p. 19-20.
[79] *Ibid.*, p. 19.
[80] *Ibid.*, p. 18. Voir aussi première partie, paragraphe 5.7 « L'art militaire », dans lequel l'auteur cite à l'appui de son affirmation de nombreuses métaphores militaires de Meigret (p. 52-55).
[81] Dans la préface « A la Noblesse de France » qu'il met au-devant de sa traduction des *Histoires* de Polybe (Lyon, Jean de Tournes, 1558, feuillets A2 à B1 -non signé-), Meigret met en avant les qualités morales des chefs de guerre : « [Le métier de la guerre] est le métier qui entre tous les autres requiert la vigilance plus grande, la consideracion plus continuelle, avec une diligence incroyable, dont le sens accompagné d'un bon jugement doit avoir la conduite, pour, par conjecture tiree des choses autrefois experimentees, ou bien d'une verisimilitude de celle qu'on voit à l'œil, pouvoir à peu pres prevoir la fantasie de l'ennemi, & subsequemment entreprendre &

Car le point de vue de Valturio sur la guerre et sur les gens de guerre diffère radicalement de celui de Végèce : là où l'auteur antique exaltait la force et l'éducation militaire des jeunes Romains, l'humaniste secrétaire du « Loup de Rimini » mise davantage sur l'éducation intellectuelle : le second livre du *De Re militari* est consacré aux matières sur lesquelles tout bon capitaine doit avoir reçu une bonne éducation ; selon lui, l'excellent capitaine doit avoir en particulier appris l'éloquence et la poésie, la musique, l'arithmétique et la géométrie[82].

À propos de ces deux dernières, le discours de Valturio devient une apologie de la science pratique, principalement fondée sur la géométrie, mais démontrée par nombres : *[la géométrie et l'arithmétique] sont de grand secours pour declarer la force & nature des choses qui sont sur [au-dessus de] nous, & de bien grand aussi a celles qui sont au dessouz, comme pour les distances des lieux, hauteurs d'edifices, & pour mesurer les profondeurs d'eaux par l'art d'instruments ci-dessouz descritz*[83]. L'illustration vient deux pages plus loin et correspond exactement à l'ordre du texte, car l'auteur y décrit des techniques de mesure de hauteurs et de profondeur d'eau (Annexe B1, Figure 1.4). La description reste cependant succincte (*par leur ombre*) alors que les deux vignettes présentent trois procédures de mesure des hauteurs (par l'ombre, par une ficelle tendue, par un instrument rappelant le quadrant géométrique que nous mentionnerons plus loin), mais un seul croquis grossier de la boule de métal servant à estimer la profondeur de l'eau. Il faut ajouter que Valturio consacre la plus grande partie ce chapitre à une apologie de la science pratique, qu'il prétend inventée par les Chaldéens et les Egyptiens, révélée par Eudoxe et Archytas au grand dam de Platon et perfectionnée par Archimède, *excellent par sus tous autres en la doctrine & poursuyte de cest art*. L'auteur dresse l'éloge de ce dernier, dont il raconte le détail de la mort sur tout le folio 20 qu'il conclut en ces termes : *Par ce moyen doncques & par ces autheurs on voit l'industrie de composer engins estre derivée de la Geometrie par l'imitation de cest art courant, & divulgué par tout, laquelle seule (estant la philosophie delaissée & separée) est ajugée aux instruments de guerre & aux arts mechaniques*. C'est tout bonnement l'affirmation que l'art de la guerre, dans son aspect instrumenté, procède de la géométrie.

Cette science de géométrie n'est pas pour Valturio le fondement des tracés de forteresses résistantes : l'auteur écrit avant la crise du boulet métallique et les inventions nouvelles ; ses

---

esperer une victoire sur lui […] Aussi n'est il rien si fort ne si vif en ce monde, que le sens de l'homme, ne chose si puissante & terrible que l'entendement finablement ne maitrie & donte. Et pour tant disons nous communement en France, qu'engin vaut mieux que force. »

[82] *Les douze livres de Robert Valturin…*, *op. cit.*, livre II, fol. 9-20v. Le chapitre V traitant de mathématiques occupe les folios 19v à 20v.

[83] *Ibid.*, fol. 19v.

considérations sur la fortification ne dépassent donc pas les conseils et techniques d'attaque et de défense des forts et camps à la manière des Romains[84]. L'apport principal de l'ouvrage de Valturio, qui en fera un des classiques fort répandus à l'époque de Jean Errard, reste donc la description des machines de guerre et de leur utilisation dans l'attaque des places avant la découverte de la poudre à canon ; Valturio se situe ainsi dans la droite ligne des auteurs antiques, et l'évolution de la pensée militaire sera le fait de nouveaux auteurs qui vont prendre en compte des changements consécutifs aux progrès de l'artillerie.

1.2. Des idées nouvelles en « Sciences politiques » : du rôle des forteresses

Après la crise du boulet métallique, les nouvelles conditions de la guerre seront prises en compte dans ce que les commentateurs appelleront la « science politique ». Nous nous intéresserons aux auteurs du XVI^e^ siècle qui mentionnent le rôle des forteresses dans la stratégie des états ; nous retiendrons particulièrement Machiavel, qui rédige son chef d'œuvre, *le Prince*, en 1513 (première édition en italien en 1532)[85], ainsi qu'un *Art de la guerre* vers 1520[86]. Les deux traités sont très différents, mais montrent la compétence de Machiavel dans les affaires militaires, malgré son statut d'homme de lettres : il écrit ainsi dans la préface à Lorenzo Strozzi de l'*Art militaire* « Je n'ignore pas qu'il est téméraire d'écrire sur un métier que l'on n'a jamais exercé ; je ne crois pas cependant que l'on puisse me faire de grands reproches d'oser occuper, sur le papier seulement, un poste de général, dont beaucoup d'autres se sont chargés en réalité avec une bien plus forte présomption encore. Les erreurs où je puis tomber en écrivant peuvent être rectifiées, et n'auront nui à personne ; mais les fautes de ceux-là ne sont aperçues que par la ruine des empires[87]. » L'écho de cette pensée acerbe se trouvera encore deux siècles plus tard dans les débats qui opposeront les officiers aux fortificateurs « de salon ». Machiavel était pourtant loin d'être ignorant en la matière, puisqu'il se retrouve à maintes reprises conduisant des négociations dans le cadre des guerres

---

[84] *Ibid.*, livre VII, essentiellement le chapitre 10 *Qu'il est de faire s'il avient qu'on aßiege un camp*, fol. 86.
[85] Les traductions françaises sont nombreuses : par Guilaume Cappel. Paris, Charles Estienne, 1553 ; Gaspard d'Auvergne, à Poitiers, chez Enguilbert de Marnef en 1553 ; de nouveau à Paris en 1571, chez R. Le Mangnier par Jacques Gohory, qui traduit aussi le *Discours sur la première décade de Tite-Live* du même auteur.
[86] Traduction en français par Jean Charrier, Paris, Jehan Barbé, 1546. Cette édition est assez rare, mais l'on trouve une dizaine d'exemplaires d'éditions vénitiennes dans les bibliothèques publiques françaises (voir le catalogue collectif de France, ccfr.bnf.fr), comme c'est le cas aussi du *Prince*. Nous nous servons de l'édition moderne de Harvey C. Mansfield, Jr : Machiavel, *L'Art de la guerre*, traduit par Toussaint Guiraudet, Paris, GF Flammarion, 1991.
[87] Machiavel, *L'Art de la guerre*, *op. cit.*, Paris, 1991, p. 56-57.

d'Italie dans les années 1500, recrutant une infanterie en 1506, assistant aux sièges de Pise et de Mantoue en 1509, inspectant les forteresses d'Arezzo et Pise en 1511[88]. Citant le *Prince*, Harvey Mansfield souligne que pour l'auteur, l'art de la guerre est le seul qui convienne à celui qui commande[89], et qu'il pourrait même s'identifier à la science politique. Il rappelle par ailleurs que le *Prince* est un plaidoyer pour la création d'une infanterie professionnelle (une *milice*)[90]. Cependant, ce célèbre ouvrage fait peu référence à la guerre de siège, si ce n'est pour conseiller au Prince d'armer ses sujets et d'en être aimé plutôt que de construire des forteresses qui ne servent qu'à se protéger de son propre peuple : « […] la meilleure citadelle qui soit, c'est de n'estre point hay du peuple[91]. »

Sous une plaisante forme dialoguée, l'*Art de la guerre* n'est pas construit avec l'esprit cynique qui caractérise le *Prince*, mais offre une vue d'ensemble très complète des pratiques militaires italiennes du début du XVI^e^ siècle, ainsi que des vues de Machiavel lui-même. La question de l'ordonnancement des troupes occupe le livre second, qui présente de nombreuses similitudes avec les divers traités d'arithmétique militaire qui paraîtront par la suite (cf. *infra* § 2.3). Le troisième livre et les suivants trahissent la préoccupation première des nouveaux penseurs de la guerre, c'est-à-dire la prise en compte de la « fureur de l'artillerie[92] », bien que certains commentateurs considèrent que l'auteur a sous-estimé l'importance de l'artillerie, encore peu employée et assez mal connue sur le champ de bataille[93]. En effet, on lit par exemple au troisième livre de l'*Art de la guerre* qu'« il ne faut guère à l'armée, pour l'attaque des places fortes, que dix canons qui ne doivent pas porter plus de cinquante livres de balles[94] », ce qui est peu si l'on considère les tirs de batteries décrits par Errard par exemple.

Cette question reçoit une réponse claire au septième et dernier livre, dans lequel Machiavel développe sa pensée sur la fortification, tenue de par cette place dans l'ouvrage comme l'un

---

[88] *Ibid*. Chronologie p. 265-278.
[89] *Ibid.*, Introduction, p. 10. Le texte de Machiavel est au chapitre 14 du *Prince*.
[90] Voir également la notice de J. A. C. Buchon dans l'édition des *Œuvres complètes* de Machiavel, Paris, Garnier frères, 1867, p. XI.
[91] *Le Prince de Nicolas Machiavel…* Paris, Le Mangnier, 1571, chapitre 20 : *Si les forteresses, citadelles & plusieurs autres choses que les Princes font, leur portent proufit ou dommage*, fol. 52v. Les protestants français comme Jean Errard ont probablement eu connaissance de cette pensée de Machiavel à travers la traduction caricaturale qu'en fait Innocent Gentillet dans son *Discours sur les moyens de bien gouverner*…, Genève, 1576, appelé communément *Anti-Machiavel*. Dans son commentaire, Gentillet accuse les *machiavelistes de France* d'être *autheurs et entrepreneurs des massacres de la journee de S. Barthelemy* (*op. cit.*, p 592).
[92] Machiavel, *L'Art de la guerre*, *op. cit.*, Paris, 1991, Introduction par H. C. Mansfield, Jr., p. 47.
[93] Buchon, J. A. C., notice citée des *Œuvres complètes* de Machiavel, p. XII.
[94] Machiavel, *L'Art de la guerre*, *op. cit*., p. 143.

des aboutissements de l'art de la guerre malgré la position de l'auteur donnée dans le *Prince*. Il pense effectivement la nouvelle fortification comme réponse à l'utilisation de l'artillerie moderne, et il anticipe l'évolution des pratiques militaires vers une plus grande importance de la guerre de siège : « Telle est en effet la violence de l'artillerie, que c'est tomber aujourd'hui dans une erreur funeste que de fonder son salut sur la force d'un seul mur ou d'un seul retranchement[95]. » Plus loin, il justifie son système de fossé intérieur comme seul moyen de s'opposer à l'investissement par les brèches « car il est impossible de s'opposer à cet effet de l'artillerie[96] ». Machiavel va jusqu'à préconiser les ravelins qui barrent la route à l'artillerie, plutôt que les bastions en eux-mêmes. Il ne voit donc pas les bastions comme porteurs des canons des défenseurs, ce qui sera pourtant le point de départ de la réflexion d'Errard et de ses successeurs sur le rapport des forces en présence.

Cependant, ce *Livre septième,* décrivant en détail l'architecture des forteresses montre aussi que Machiavel conçoit les sièges comme une affaire d'infanterie, puisque selon lui, les lignes des bastions sont avant tout des *lignes brisées* dans lesquelles les ingénieurs ont voulu multiplier les angles saillants et rentrants[97] pour prendre les soldats ennemis à revers ; de même les fossés sont-ils considérés comme des obstacles à l'investissement de la forteresse par les troupes, ce qui est très juste jusqu'à son époque, mais la guerre du XVII^e^ siècle connaîtra de nombreux sièges dans lesquels le corps à corps n'aura jamais lieu, la place forte se rendant après le pilonnage de ses remparts et avant l'ouverture de la brèche ; dans la stratégie qui sera alors en jeu, la dissuasion importe au moins autant que l'offensive elle-même, et c'est affaire de mise en plan, c'est-à-dire en géométrie de la vue ichnographique (vue d'oiseau). On a l'impression que Machiavel s'intéresse plutôt à la vue orthographique (projection sur un plan perpendiculaire au sol) qui se retrouvera dans les ouvrages du XVII^e^ siècle comme *profil d'une forteresse*. À la fin du Livre septième, il donnera d'ailleurs une quantité de stratagèmes utilisés par les assaillants pour investir une forteresse, mais ces stratagèmes s'apparent à la ruse plus qu'à une stratégie basée sur la compétence technique des artilleurs.

---

[95] *Ibid.*, p. 237.
[96] *Ibid.*, p. 246.
[97] *Ibid.*, p. 231.

Un net changement se dessine avec le jurisconsulte Jean Bodin dans son ouvrage en six livres *la République*[98], car s'il reprend la pensée du *Prince* selon laquelle, pour celui-ci, « la plus belle forteresse est l'amour de ses sugets[99] », il nuance néanmoins son propos sur cette question qui est « des plus hautes qu'on puisse former en matière d'estat[100] ». Jean Bodin né en 1529 et mort en 1596, est l'inventeur du concept de souveraineté qu'il expose dans *la République*, réflexion sur les affaires publiques inspirée du livre de Platon et qui connut un grand succès car il avait choisi de l'écrire en français plutôt qu'en latin, et ainsi permettre une plus grande audience à ses idées. Il admet que les citadelles sont souvent bâties contre les sujet d'un État, que les forteresses sont souvent une défense illusoire, car « il n'y a ville ny place si forte qui puisse longuement resister aux machines & artillerie & moins encores a la famine[101] », mais à l'opposé, la population n'est pas composée que d'hommes vaillants en âge de porter les armes et les « femmes, enfans, biens, & possessions […] ne peuvent estre en seureté si les villes sont sans murailles[102] ». Il s'agit donc pour le Monarque d'assurer la sûreté sur son territoire, en incluant dans la dépense publique la réparation des places fortes et la création de nouvelles forteresses aux frontières[103]. Ces bâtiments ne sont pas des palais d'apparat, car la sécurité due par le *Prince* au « menu peuple » nécessite l'architecture militaire, à l'inverse des tyrans qui laissent à la postérité leurs palais comme « perpetuel tesmoignage [qu'ils ont] massonné du sang des sujets[104] ». Bodin pense l'organisation de la société en y incluant la défense du territoire dans une perspective politique, mais sans l'identifier totalement à l'art militaire comme le faisait Machiavel.

Ces liens entre le militaire et le politique à la fin du XVI^e^ siècle sont traduits d'une manière beaucoup moins élaborée et abstraite dans les *Discours politiques et militaires* de François de la Noue[105], qui ne cite plus tant les auteurs antiques que les réflexions qu'a engendrées sa propre expérience, comme il l'explique au *Discours* VI : « J'ay autresfois prins un singulier plaisir à lire les Discours et le Prince de Machiavel, pour ce que là il traite de hautes & belles matieres politiques & militaires ; & […] j'ay esté esbloui du lustre de ses raisons. Mais depuis

---

[98] Jean Bodin, *Les six livres de la Republique*… Paris, Jacques du Puys, 1577.
[99] *Ibid.*, Livre V, p. 580.
[100] *Ibid.*, p. 579.
[101] *Ibid.*, p. 581.
[102] *Ibid.*, p. 583.
[103] *Ibid.*, p. 647.
[104] *Ibid.*, p. 648.
[105] La Noue, François de, *Discours politiques et militaires…* Bâle, 1587.

qu'avec un jugement plus meur [mûr], je suis venu à les bien examiner, j'ay trouvé sous ce beau voile plusieurs erreurs couverts, qui font cheminer ceux qui les suivent és voyes de deshonneur & dommage[106] ». Également lecteur de Bodin[107], La Noue (1531-1591) était l'un des grands capitaines protestants de l'entourage d'Henri III puis d'Henri IV[108], très lié cependant à la famille de Guise, instigateurs de la Ligue catholique. Les commentateurs reprocheront à La Noue son inconstance politique[109], on peut y voir cependant son souci d'unification du pays, tant politiquement que religieusement. La carrière militaire de La Noue fut longue et mouvementée, de Piémont en Flandres en passant par La Rochelle, à l'époque du premier siège (1572). Capturé aux Pays-Bas par les troupes du roi d'Espagne en 1580, il fut détenu pendant cinq ans dans des conditions très dures au château de Limbourg dans les Ardennes, mais sa détention fut l'occasion pour lui de rédiger ses pensées sur la pacification du royaume de France ; après sa libération, il fit deux rencontres majeures à Genève : Philippe Canaye du Fresne qui convainquit La Noue de publier les *Discours* dont il fut l'éditeur en 1587 ; et Guillaume-Robert de La Marck, duc de Bouillon, qui allait disparaître en 1588, chargeant La Noue du gouvernement de Sedan et de la tutelle de sa sœur, Charlotte de la Marck. Homme de parole, La Noue s'engagea au service de sa pupille contre ses amis les Guise, publiant en 1588 une *Declaration*[110] justifiant son engagement. Or c'est justement à cette époque que Jean Errard s'engage auprès des La Marck et que sa défense de Jametz lui offre ses premiers titres de gloire. Il est très vraisemblable que les deux hommes se connurent, furent même intimes[111] et que La Noue permit à Errard d'accéder au cercle restreint des proches de Henri IV ; nous aurons l'occasion de repréciser le rôle probable des réseaux protestants dans la carrière de l'ingénieur et de ses coreligionnaires.

Le contenu des *Discours* est très vaste même si l'auteur garde toujours des préoccupations morales. Par exemple, il évoque maintes fois son expérience de chef militaire, d'attaque et de

---

[106] *Ibid.*, p. 160. Il en appelle à la lecture de l'*Anti-Machiavel*, ce qui met en évidence l'influence de l'interprétation de Gentillet sur la réception des idées de Machiavel dans le milieu protestant.
[107] Voir l'introduction de F. E. Sutcliffe dans l'édition moderne des *Discours* (Librairie Droz, Genève, 1967, p. VIII).
[108] Eugène et Emile Haag, *La France protestante…*, p. 280-296.
[109] Sutcliffe, F. E., Introduction des *Discours* (*op. cit.*, p. XII, *passim*).
[110] *Declaration de Monsieur de la Noue, sur sa prise des armes pour la juste defense des villes de Sedan et Jametz*... Sedan, 1588.
[111] Errard dédie le cinquième livre des *Éléments* d'Euclide (1598) à Odet de La Noue, fils de François.

défense des places[112], il considère aussi avec ironie les dépenses somptueuses engendrées par la folie immobilière (complétant ainsi à la fois Machiavel et Bodin)[113], les opposant à la nouvelle manière de fortifier italienne, simple et peu coûteuse puisque son matériau de base est la terre. Le court Discours XVIII[114] est totalement consacré au nouvel art de fortifier : « On doit donner loüange aux Italiens qu'ils ont esté les premiers qui ont trouvé plusieurs belles manieres de fortifier, lesquelles ils ont reduites en art[115], qui a depuis esté estimé honorable. » Citant pour exemple la citadelle d'Anvers au coût prohibitif d'un million quatre cent mille florins et, à l'opposé, l'enceinte de Gand qui ne coûta que trois cent mille florins. La Noue discute plus loin les choix des ingénieurs et montre une compétence certaine dans cette matière, décrivant et critiquant avec justesse les dernières inventions italiennes. Il préconise des remparts de faible hauteur et des fossés pleins d'eau ainsi que des ravelins détachés, donnant des justifications techniques te de bon sens pour qui connaît l'attaque des places, ne serait-ce qu'en considérant la portée des armes et le temps nécessaire au comblement d'un fossé ; dans ce court chapitre, La Noue dialogue avec les ingénieurs qu'ils semble tenir en grande estime. Au-delà de l'aspect technique de ce chapitre, nous retenons des *Discours* de La Noue cette préoccupation constante de l'éducation intellectuelle, technique et morale de la jeune noblesse française, qui nous semble avoir été reprise intégralement par Jean Errard à son propre niveau.

Nous avons cherché à montrer l'émergence d'une pensée politique incluant les enjeux de l'architecture militaire, la gestion du territoire et des frontières à travers la création et la transformation des places fortes : nous ne sommes pas encore à une « géométrie de la sécurité » telle que la présenteront les fortificateurs après Jean Errard, mais il ne fait aucun doute que ces débats agitèrent le milieu des architectes militaires pendant tout le règne d'Henri IV et au-delà. Cependant, il ne faudrait pas restreindre l'apprentissage de l'art de

---

[112] La noue évoque la perte des soldats français aux sièges de Mastricht et Haarlem (*Discours politiques et militaires, op. cit.,* p. 222), il détaille les sièges d'Orléans (p. 668-675), de La Rochelle (p. 770-773), et de nombreux autres auxquels il a participé.

[113] *Ibid.*, p. 187-208, Discours VIII, « Que la pauvreté de la noblesse de France n'est point tant procédée des guerres qui ont quasi esté continuelles depuis trente & cinq ans, que des erreurs qu'elle a commis en la dipensation de ses biens. »

[114] *Ibid.*, p. 383-390, « Que les experiences modernes ont enseigné des manières de fortifier les places, tres-utiles pour leur petit coust, & non moins defendables que celles tant superbes que les ingenieurs avoient auparavant inventees. »

[115] Cette expression n'a peut-être pas été découverte à cet endroit par Jean Errard, mais elle montre au moins une communauté de langage entre les deux hommes.

fortifier à un vernis culturel et politique : même si les aspects non techniques sont indispensables à l'honnête homme, à l'officier qui veut tenir son rang, la géométrisation de l'architecture militaire demandera aux postulants bien plus qu'une simple coloration en mathématiques et dans les techniques. Nous allons maintenant parcourir les ressources scientifiques et techniques qui correspondent aux domaines de compétence dans lesquels Jean Errard et ses semblables ont dû se former à la fin du XVI^e^ siècle.

2. DES SOURCES EXTÉRIEURES À L'ART DE LA GUERRE

L'architecture militaire est au confluent de plusieurs domaines : elle puise ses techniques de mesure du terrain dans la géométrie pratique, ses concepts et ses méthodes de tracé sur le papier dans une géométrie euclidienne deux fois millénaire et maintenue présente au quotidien. Malgré son peu de préoccupations esthétiques, elle s'inspire néanmoins de l'architecture civile qui accorde une place de plus importante à l'exposé des concepts et techniques mathématiques qui lui sont nécessaires ; le réalisme des ingénieurs et la nécessité de savoir jauger son ennemi impose la connaissance de l'arithmétique militaire et des questions posées par les artilleurs sur la trajectoire des boulets et la puissance de feu des canons ; enfin, la science des ingénieurs militaires qui poseront les fondements de la fortification du XVII^e^ siècle se trouve dans les « Théâtres de machines » et diverses descriptions de réalisations techniques

Notre parcours à travers les ouvrages de référence dans ces disciplines adjacentes à la fortification est évidemment guidé par les écrits mêmes de Jean Errard. Nous nous focaliserons sur les ouvrages de « bibliothèques témoins », celles que nous avons déjà présentées (bibliothèques de l'ingénieur Claude Flamand et de l'architecte Mathurin Jousse), mais aussi les grandes bibliothèques auxquelles il a pu avoir accès (bibliothèque palatine, bibliothèques de Sedan, de Nancy, bibliothèques des cercles royaux comme celles de la famille de Béthune[116].

[116] Maximilien de Béthune (Duc de Sully), dédicataire du second livre de la *Fortification* d'Errard avait une très belle bibliothèque et son frère Philippe était un bibliophile de renom.

2.1. La géométrie théorique et/ou pratique

Tous les ouvrages qui traitent de géométrie aux XVI^e^ et XVII^e^ siècle font référence aux *Éléments* d'Euclide, implicitement ou explicitement. Même ceux qui n'exposent pas directement le corpus euclidien l'utilisent constamment, car c'est là qu'ils puisent leurs outils théoriques. Les théorèmes et propositions d'Euclide trouvent un nouvel usage dans les ouvrages pratiques pour la mesure des longueurs, des aires, des volumes, par le moyen d'instruments comme le carré géométrique. Le terme de *pratique* fait également référence à la résolution de problèmes géométriques dans lesquels il est question de la construction d'objets (points, lignes…) répondant à certaines contraintes, généralement des égalités d'aires ou de distances. Que ces contraintes aient été inspirées par de réels questionnements de terrain ou non, elles engendrent des problèmes sans rapport avec l'étude des propriétés des figures géométriques qui est le principal objet de la géométrie théorique. Dans ce type de géométrie, les constructions ne sont pas accompagnées du discours mathématique euclidien auquel elles se réfèrent. Nous nommerons ce type « géométrie de construction de problèmes », ou plus brièvement « géométrie de construction ».

Dans le domaine de la fortification également, la référence à Euclide est permanente et nombre d'auteurs que nous étudions ont participé au mouvement de traduction et de diffusion. C'est le cas de Tartaglia (1543), Errard (1598), Dou (1607), Henrion (1615), Hérigone (1639), Fournier (1654), Dechales (1672), qui avaient à leur disposition les nombreuses éditions des *Éléments* disponibles dès la fin du XVI^e^ siècle[117], qu'elles soient savantes ou pratiques. En latin, elles sont inspirées des éditions savantes de Zamberti et Commandin (1572). La mention du texte grec apparaît cependant dans certaines versions, avec une visée humaniste : dans son édition[118], Oronce Fine signale que l'étude des six premiers livres des *Éléments* est obligatoire pour les étudiants parisiens qui veulent être diplômés en philosophie[119]. Fine (1494-1555) est connu comme cartographe, astrologue et mathématicien, il fut le premier professeur de mathématiques au Collège royal de François 1^er^ en 1531. C'est pour cette raison qu'il est

[117] Voir l'introduction de Maurice Caveing à l'édition moderne de Bernard Vitrac : *Les Éléments*, vol. 1. *Livres I à IV*. Paris, PUF, 1990, chapitre II-V, p. 74-83.
[118] *Orontii Finei Delphinatis, Regii Mathematicarum professoris. In sex priores libros geometricorum elementorum Euclidis…* Paris, Colines, 1536.
[119] *Ibid.*, Dédicace à François 1^er^, citée dans Heath, T. L., *The thirteen books of Euclid's Elements*…, 2^e^ édition, New York, Dover, 1956 ; introduction, p. 101-102.

considéré comme le restaurateur des mathématiques en France au début de la Renaissance[120]. Il ne donne cependant en grec que les énoncés des propositions, les démonstrations (de Zamberti) étant en latin. De même, Dasypodius écrit dans la préface de son édition[121] que tous les *gymnases* strasbourgeois exigent l'étude du premier livre[122]. À l'opposé, il se trouve des versions succinctes écrites pour les praticiens, comme celle de Xylander[123]. Son édition destinée aux artistes, orfèvres, architectes, etc. a été vue comme une œuvre mineure, car Xylander prend des libertés avec le texte et n'expose pas les points difficiles[124]. Heath ne signale pas la version latine de Johannes Voegelin[125], qui semble cependant avoir beaucoup servi aux humanistes puisqu'on en retrouve une quinzaine d'exemplaires dans les bibliothèques françaises et qu'elle est à la Palatine entre autres bibliothèques germaniques.

Les traductions en langue vernaculaire apparaissent dans le courant du XVI^e^ siècle[126], il s'agit d'ouvrages sérieux dont les auteurs souhaitent mettre à la portée d'un plus large public (y compris les ingénieurs militaires) la lumière des outils mathématiques de référence : c'est le cas en particulier de la traduction de Tartaglia[127], qui peut avoir servi de base à celle que publiera Errard[128]. Signalons aussi l'édition, avec de nombreux commentaires et notes, de Clavius (1574), qui sera la référence des auteurs jésuites que nous étudierons, mais sera également citée par Simon Stevin.

On notera que les ouvrages latins du début du siècle restent nombreux et communs à la France et l'Allemagne : les œuvres d'Oronce Fine et les éditions de l'imprimeur Christian Wechel se conservent de part et d'autre du Rhin et constituent une culture commune aux étudiants des deux pays. Parmi ceux-ci, la version latine de l'*Underweysung der Messung*

---

[120] Voir la thèse d'Angela Axworthy, *Le Statut des mathématiques en France au XVIe siècle : le cas d'Oronce Fine* (soutenue le 5/12/2011, Tours, Université François-Rabelais.

[121] Rauchfuss (Dasypodius), Conrad, *Tōn pente kai deka stoicheiōn*… Strasbourg, Mylius, 1564, 2^e^ éd. 1571 (Bibliothèque palatine F4575/F4576 & R346/R347).

[122] Également cité dans Heath, T. L., *The thirteen books of Euclid's Elements*…, *op. cit.*, p. 102.

[123] *Die Sechs Erste Bücher Euclidis... Durch Wilhelm Holtzman, genant Xylander*. Bâle, Oporinus, 1562, bibliothèque palatine C391.)

[124] Heath, T. L., *The thirteen books of Euclid's Elements*…, *op. cit.*, p. 107.

[125] Voegelin, Johannes, *Elementale geometricum ex Euclidis geometria*…, publiée dans divers endroits (Vienne, Strasbourg…) dès 1528 et en France dès 1530.

[126] Vitrac, Bernard, *op. cit.*, *loc. cit.*

[127] *Euclide Megarense Philosopho : solo introduttore delle scientie mathematice : diligentemente reassettato, et alla integrita ridotto per il degno Professore di tal Scientie Nicolo Tartalea Brisciano...*, Venise, Ruffinelli, 1543. Voir la dédicace à Gabrielle Tadino da Martinengo, fol. II & III (IV).

[128] France-Lanord, Albert, Introduction au *Premier livre des Instruments…*, *op. cit.*, p. X.

d'Albrecht Dürer[129] tient une place particulière car il est à la fois théorique et pratique, destiné aux humanistes comme aux artistes et aux artisans dont il reprend entre autres les techniques de tracé, la toute récente théorie de la perspective et la gravure des caractères d'imprimerie.

La géométrie pratique reprend les concepts de la géométrie euclidienne dans une perspective de mesure d'objets mathématiques de la vie réelle. Dans ce but, le plus important outil théorique est le théorème dit « de Thalès », dont on trouve deux versions dans les *Éléments* : les propositions 2 et 4 du sixième livre. La proposition 2 est l'équivalent de l'actuel théorème de Thalès, avec un triangle coupé par une droite parallèle à l'un de ses côtés, alors que la proposition 4 exprime la proportionnalité des côtés de triangles équiangles dont la disposition est indifférente[130]. C'est plutôt cette idée de la similitude des figures qui est exploitée en géométrie pratique. Avant Errard, les auteurs s'embarrassent peu des démonstrations, même si un Oronce Fine appuie toujours ses explications sur Euclide. Il s'agit cependant avant tout de mettre en pratique la notion familière de la proportionnalité des figures, pour calculer la mesure des longueurs inaccessibles, ce dont se serviront énormément les ingénieurs dans les sièges des places, pour trouver les dimensions des murailles ennemies à couvert de l'artillerie des défenseurs. C'est ce que signale Pierre Forcadel dans sa préface à la *Practique de Geometrie* d'Oronce Fine[131] : « […] si les sciences apportent quelque grandeur à l'art militaire nous pouvons dire que la Geometrie luy est principalement necessaire, comme celle qui enseigne la situation, les distances & les commoditez & incommoditez des lieux propres à gaigner, ou à perdre une bataille » ; la justification des procédures est alors de faible importance quand les méthodes sont pratiquées et comprises de tous. Cependant, pratique et théorie s'entremêlent chez celui qui les étudie, ainsi que le rappelle Oronce lui-même : « Il y a deux choses qui en toute discipline ont de coustume estre agreables, plaisantes & utiles à tous studieux. L'une est la facile introduction à la discipline :

---

[129] *Underweysung der Messung mit dem Zirckel und Richtscheyt in Linien, Ebnen unnd gantzen Corporen…* Nürnberg, s.n., 1525 ; traduction en latin par Joachim Camerarius : *Albertus Durerus Nurembergensis pictor […] Quaturo his suarum Institutionum Geometricarum libris, lineas, superficies & solida corpora tractavit, adhibitis designationibus ad eam rem accomodissimis.* Paris, Christian Wechel, 1532. Voir l'introduction de Jeanne Peiffer à son édition française du texte (Paris, Éditions du Seuil, 1995).

[130] Cf. notre article « La géométrie d'Oronce, ou : Quel théorème de Thalès pour la mesure des objets inaccessibles ? », Actes du colloque 1er cycle de Lille, IREM de Lille, 2001.

[131] Pierre Forcadel, *La Practique de la geometrie d'Oronce…*, Paris, Gilles Gourbin, 1570, fol. aij-v.

laquelle la voye de doctrine & le sens universel explique. L'autre est veuë estre le fruict colligé d'icelle discipline, compensateur agreable des travaux entreprins.[132] »

La géométrie « de construction de problèmes », relativement peu présente dans les ouvrages les plus anciens, se trouve sous la forme de corollaires ou d'exercices qui seront progressivement développés avec les manuels d'enseignement. L'exposé des techniques de mesure et le plan général des ouvrages de géométrie pratique sont presque toujours les mêmes tout au long du XVI^e^ siècle : tout d'abord, la présentation d'un ou plusieurs instruments de mesure, parfois de l'invention de l'auteur. Ces instruments reposent tous sur la proportionnalité des figures semblables et sont souvent dérivés du carré géométrique, plus ou moins modifié (Annexe B1, Figures 1.5 à 1.8). La structure carrée permet l'utilisation des parallèles et correspond bien à l'esprit du théorème VI-2 d'Euclide (que nous appelons « Théorème de Thalès »), mais les instruments évolueront vers une structure triangulaire plus légère avec deux côtés mobiles, comme l'holomètre d'Abel Foullon (Annexe B1, Figure 1.9), la barque d'Ambroise Bachot ou la sauterelle de Claude Flamand (cf. *infra*, chap. 2, §3.3) ou même l'instrument de Jean Errard (cf. *infra*, chap. 4, §2.2.2). Dans un second temps, les auteurs exposent l'usage de ces instruments de visée pour la mesure des distances, qu'elles soient en longueur, en largeur, en hauteur ou en profondeur, puis les techniques d'arpentage (avec rappels théoriques supplémentaires) pour les aires ; enfin, la mesure des volumes et des capacités, jaugeage. Ce type d'exposé de géométrie pratique est présent dès le début du XVI^e^ siècle, avec la publication de deux ouvrages allemands, L'*Elucidatio*[133] de Johannes Stöffler en 1513 et les diverses versions de la *Geometrei*[134] de Jakob Köbel, écrivain et imprimeur d'Oppenheim. Le traité de Stöffler expose avant tout la fabrication et l'usage de l'astrolabe en astronomie, mais la troisième partie est consacrée à son usage dans les mesures terrestres. Nous pensons qu'il a servi de base à Oronce Fine pour son propre cours du Collège royal (ou que les deux ont une même source[135]) puisque de nombreuses concordances sont visibles

---

[132] *Ibid.*, fol. 1.

[133] Stöffler, Johannes, *Elucidatio Fabricae usus[que] Astrolabii…*, Oppenheim, Köbel, 1513, 2^e^ éd. 1524 [Préface de Philippe Melanchton] ; traduction en français en 1560 par Jean-Pierre de Mesme, chez Guillaume Cavellat à Paris.

[134] Köbel, Jakob, *Geometrei / von künstlichem Messen und absehen, allerhand Höhe, fleche, ebene, weite und breyte, als Thürn, Kirchen, etc.*, s.l., s.n., 1535 ; Köbel avait déjà publié un traité sur la mesure au bâton de Jacob: *Jakobs Stab künstlich und gerecht zumachen und gebrauchen…* en 1530.

[135] L'ouvrage de Peter Apianus, *Quadrans Apiani astronomicus*…, qui paraît en 1532 comme la *Protomathesis* d'Oronce Fine, présente aussi de nombreuses similitudes avec ce dernier.

entre les deux traités, tant pour le texte que pour les illustrations[136]. Il inspirera d'autres ouvrages prisés des ingénieurs, comme *l'Usage de l'Astrolabe* de Dominique Jacquinot, qui connaîtra lui aussi de nombreuses éditions[137].

Contrairement à la géométrie théorique, la géométrie pratique n'est plus dans un discours totalement objectif en dehors de la réalité terrestre. Elle accorde une place primordiale aux activités humaines, à travers l'usage de l'instrument qui sert à la mesure des lignes. Cette place prépondérante est rendue visible dans les nombreuses illustrations qu'offrent les ouvrages et nous pouvons constater que la mise en scène de ces illustrations va évoluer au cours du siècle : le sujet humain est de plus en plus représenté agissant au milieu d'une nature réaliste, qui ne se réduit plus à un simple décor supportant des lignes géométriques parfaites. Nous n'en donnerons qu'un exemple[138] en opposant deux ouvrages, la *Protomathesis* d'Oronce Fine[139] et les traités de Philippe Danfrie[140], car ces auteurs ont tous deux dessiné et gravé les vignettes de leurs livres : nous pouvons donc supposer que leurs illustrations traduisent fidèlement leurs représentations et ce qu'ils veulent donner à voir. Professeur au Collège royal et cartographe « de salon », Fine s'adresse à ses pairs et symbolise pour nous l'humaniste contemplatif du début du XVI^e^ siècle, tandis que Danfrie, inventeur de l'instrument qu'il décrit, se situe dans l'action sur le terrain et publie son traité à compte d'auteur. Danfrie (v.1533-1606) fut libraire, graveur, tailleur de caractères, puis canonnier ordinaire du roi, enfin tailleur général des monnaies de France en 1582. Inhumé dans un cimetière confidentiel protestant de Paris (comme Salomon de Caus, Jacques II Androuet du Cerceau ou Salomon de Brosse), il devait donc faire partie du petit cercle des ingénieurs parisiens protestants du tournant du XVII^e^ siècle.

---

[136] Oronce Fine a par ailleurs illustré et édité plusieurs traités allemands, comme la *Margarita Philosophica* de Gregor Reisch (Bâle, 1535) ou le *Theoricae novae planetarum* de Georg von Peurbach (Paris, 1525).

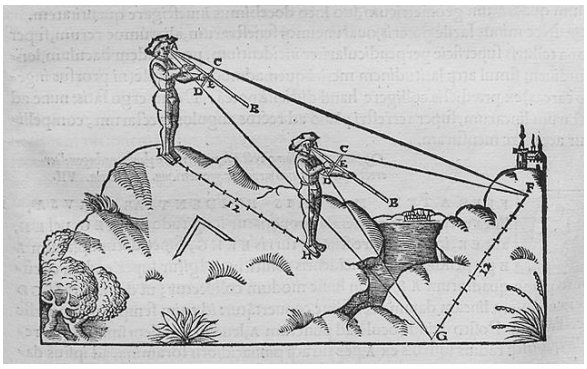
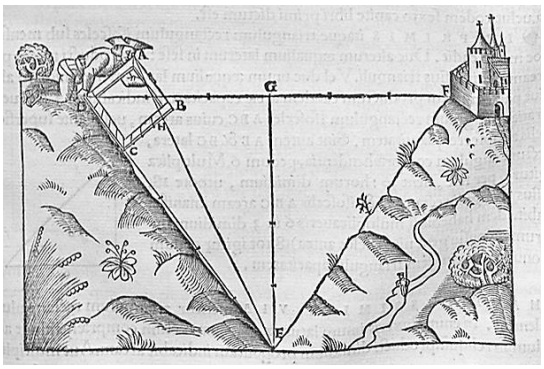
[137] Le manuscrit, dédié à Catherine de Medicis, se trouve au musée Condé de Chantilly ; le livre est publié en 1545 à Paris et connaîtra des rééditions en 1558, 1559, 1573, 1598, 1619, 1625 ; Il s'en trouve une soixantaine d'exemplaires dans les bibliothèques publiques françaises (ccfr.bnf.fr), et appartenait également aux bibliothèques de Mathurin Jousse (Le Bœuf, *op. cit.*, p. 3) et de Claude Flamand (Yenny, *op. cit.*, p. 552).

[138] Pour un exposé plus complet de cette question, nous renvoyons le lecteur à notre article « Images de la nature, images de l'homme dans les ouvrages de géométrie pratique au 16^e^ siècle » dans Evelyne Barbin (dir.) *Arts et sciences à la Renaissance*, Paris, Ellipses, 2007.

[139] *Orontii Finei Delphinatis, liberalium disciplinarium professoris regii. Protomathesis…* Paris, Gérard Morrhy & Jean Pierre, 1532.

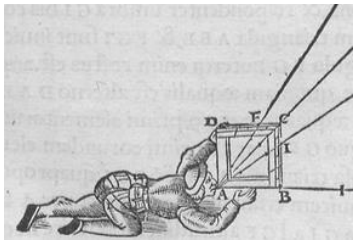
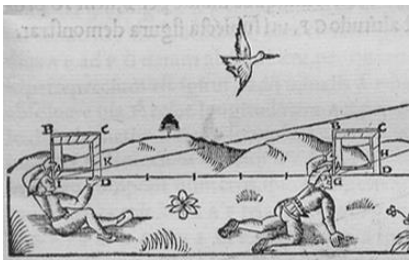
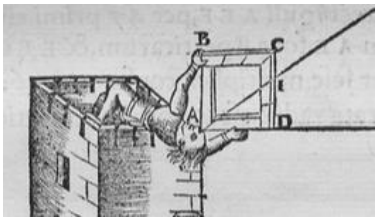
[140] *Declaration de l'usage du graphomètre* […] *A la fin de ceste Declaration est adiousté par ledict Danfrie un traicte de l'usage du Trigometre…* Paris, Danfrie, 1597.

Venons-en à leur représentation du maniement des instruments. Quand Oronce donne à voir l'utilisation en double visée du bâton de Jacob (Figure 1.10), les triangles isocèles « explicatifs » ne se mêlent pas aux éléments matériels, qui de fait constituent un décor dans l'image elle-même plus qu'une mise en scène de l'activité. Il semble que les bois gravés ont composés en commençant par ces lignes droites et que le reste n'est que décor.

Figures 1.10 & 1.11

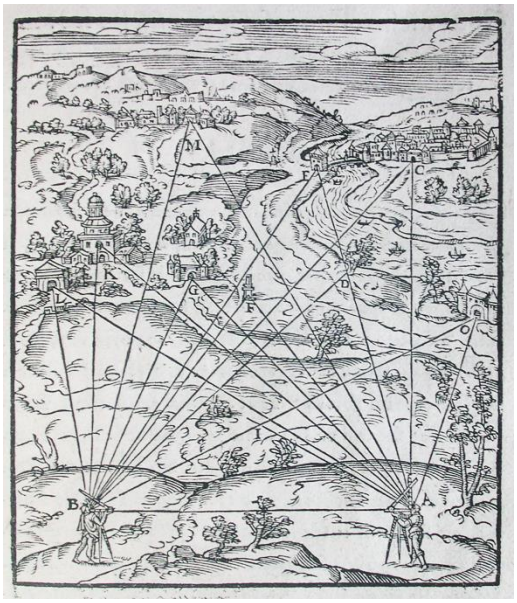
S'il s'agit de montrer l'usage du carré géométrique pour la mesure de la profondeur d'une vallée, les versants de celle-ci sont deux côtés d'un triangle rectiligne (Figure 1.11). Enfin, à de nombreuses reprises, l'utilisateur est représenté dans les contorsions inconfortables imposées par les alignements à réaliser (Figures 1.12 à 1.14)[141].

Figures 1.12, 1.13 et 1.14 [détails].

Une soixantaine d'années plus tard, les illustrations que crée Philippe Danfrie pour expliquer l'usage de son graphomètre et de son trigomètre sont les dessins d'un cartographe désireux de situer ses personnages dans une nature réaliste, qui contient les lignes droites virtuelles (rayons visuels) mais ne s'y soumet pas. La nature montrée n'est plus bucolique à la manière d'Oronce Fine (avec ses oiseaux et ses lièvres), mais les planches ressemblent aux cartes géographiques qui décrivent les villes, les champs, les montagnes et les cours d'eau serpentant dans les plaines, les forêts dont les arbres sont ballotés par le vent (Figure 1.15).

[141] Les figures complètes se trouvent en annexe B1, avec les mêmes références.



Figures 1.15 et 1.16

Nous ne cacherons pas que cette évolution était déjà visible avant Danfrie, puisqu'on trouve une présentation très proche chez Abel Foullon, dans son *Usaige et description de l'holomètre*, Paris, s.n., 1555. Les similitudes entre les deux ouvrages sont si frappantes, dans les illustrations comme dans les instruments (le trigomètre et l'holomètre), qu'il est difficile d'envisager que Danfrie n'ait pas lu Foullon. Pour expliquer le succès de Danfrie et son nom laissé dans l'histoire plutôt que celui de Foullon, il faut se rappeler qu'il était également facteur d'instruments mathématiques et qu'il a donc effectivement fabriqué le graphomètre, qui sera utilisé et perfectionné jusqu'au XIX^e^ siècle[142]. C'est sans doute cet état de facteur d'instruments et de cartographe qui a donné à Danfrie son aptitude à composer un tableau réaliste de l'activité d'ingénieurs topographes, tout en se fondant sur les mathématiques les plus rigoureuses, comme il le précise lui-même : « […] ces jours passez voulant descrire l'usage de certain Instrument de Geometrie, duquel s'aident ordinairement les Ingenieurs, & autres qui font profession des fortifications, me vint en mémoire l'invention d'un autre

[142] On trouve des exemplaires revêtant la signature P. Danfrie. F à Londres (National Maritime Museum, Greenwich, n°NAV 1473 & London Science Museum, n°1980-1628, voir Annexe B1, Figures 1.18, 1.19 et 1.20). Mais l'invention des instruments ne date pas de la publication du traité (1597), car on en trouve avant cette date : une vente chez Christie's le 8 avril 1998 proposait un graphomètre signé « P. DANFRIE. F A ROUEN 1558 » (Vente 7951, lot 65), et le National Maritime Museum détient sous le n°NAV 1471 un trigomètre signé « P. DANFRIE. F » et daté de 1580. Le trigomètre non daté de l'Observatoire de Marseille (classé MH, n°PM13001573) est également signé de Danfrie.

instrument propre pour toutes dimensions terrestres que le mesureur pourra discerner en droicte ligne[143]. » Il justifie l'infaillibilité des modes opératoires par le fait qu'ils « ont pour fondement les raisons et demonstrations mathematiques[144] ».

Les planches de la *Declaration* sont semblables aux plans stratégiques que dressent les ingénieurs par une technique de relevé cartographique que montre la planche de la page 67 (Figure 1.16). Les cartographes de Danfrie ont à leur disposition une tablette recouverte d'une feuille de papier sur laquelle ils pourront lever le *desain* [dessin] de la situation qu'ils observent. Leur dessin ne reproduit pas les accidents de terrain, mais seulement les lignes « occultes », celles qui représentent à la fois les rayons visuels invisibles et les figures géométriques qui rendront leur plan intelligible. Les praticiens ne transcrivent donc pas la situation réelle dans laquelle les éléments du décor sont naturellement courbés. Même si tout s'agite autour d'eux, les hommes restent droits et sereins (Figure 1.17 a, b & c)[141].

Figure 1.17 [détails a, b et c]

Nous noterons aussi que l'image même du praticien a évolué d'un auteur à l'autre. Quand Fine montrait des hommes richement vêtus et coiffés, parfois même armés, Danfrie nous présente des personnages habillés simplement et allant tête nue : chacun des auteurs a mis en scène des hommes semblables aux lecteurs auxquels il s'adresse, des nobles pour Fine, des ingénieurs-arpenteurs pour Danfrie. Nous verrons à de nombreuses reprises l'importance de cette question de la représentation des personnages et de leurs statuts pour notre analyse des ouvrages de fortification. L'ingénieur s'effacera au profit du soldat casqué et armé, car le théâtre de la nature va laisser sa place à un décor artificiel, constitué des murs, des tours et des

[143] Danfrie, *Declaration de l'usage du graphomètre…*, *op. cit.*, p. 3, dédicace à Henri II de Rohan. Ce dernier, alors âgé de dix-huit ans allait devenir le grand chef de guerre des rebellions huguenotes des années 1620. Il pouvait apprécier l'argument à sa juste valeur, car il est probable qu'il avait suivi l'enseignement de François Viète, professeur de sa mère Catherine de Parthenay.
[144] *Ibid*., p. 4.

fossés des forteresses. Le créateur de ce nouveau décor n'est plus le démiurge mais l'architecte lui-même, car ne l'oublions pas, le fortificateur est d'abord un bâtisseur et c'est grâce à son art que les habitants de la cité seront à l'abri des agresseurs. Bien que les architectes civils soient plus préoccupés de l'esthétique de leurs bâtiments que de leur solidité face aux boulets de canon, une partie des traités qui paraissent dans la seconde moitié du XVI^e^ siècle accorde aux mathématiques une place grandissante, suivant en cela le courant de mathématisation que nous tracerons aussi chez les architectes militaires.

2.2. L'ARCHITECTURE

Nous ne donnerons pas d'inventaire exhaustif des traités d'architecture parus dans la seconde moitié du XVI^e^ siècle, car cela dépasserait largement notre sujet et que ce corpus est bien étudié par ailleurs[145]. Nous avons préféré sélectionner ceux qui nous paraissent avoir été utilisés par des ingénieurs comme Jousse, Flamand et Gentillâtre, à commencer par l'*Underweysung der Messung* d'Albrecht Dürer, quoiqu'il ne s'agisse pas à proprement parler d'un traité d'architecture.

Nous ne pouvions en effet pas laisser de côté cet homme « aux multiples facettes[146] », qui est le seul auteur moderne explicitement référencé par Jean Errard. Dès 1525, Dürer réalise son projet de publication d'un livre de géométrie destiné à fournir aux artistes et artisans des fondements théoriques pour leur art, un modèle mathématique des objets créés de leurs mains[147]. Il présente des objets mathématiques plutôt rares à son époque, comme les spirales, les hélices ou les coniques, suivant en cela la trace d'Archimède, reprise par les ingénieurs italiens comme Léonard de Vinci. Dürer pratique une géométrie des mesures approchées clairement énoncées comme telles, puisée aux sources italiennes[148]. La perspective et l'architecture, qui ne font pas partie du corpus euclidien, sont ici fortement mises en valeur, et l'architecture en particulier, dont les pratiques de tracés par plan et élévation sont utilisées *à l'envers*, pour reconstituer des objets mathématiques abstraits comme les cônes et les hélices[149]. L'auteur met également en œuvre une construction de certaines courbes à partir de

---

[145] Voir par exemple les travaux de Frédérique Lemerle et Yves Pauwels au Centre d'Études Supérieures de la Renaissance, université François-Rabelais de Tours, UMR 7323 du CNRS.
[146] Jeanne Peiffer, *Albrecht Dürer, Géométrie*. Paris, Le Seuil, 1995, Avant-propos, p. 11.
[147] *Ibid.*, p. 65
[148] *Ibid.*, p. 84.
[149] *Ibid.*, p. 60, *passim.*

leurs projections, qui confère une matérialité aux courbes, au même titre qu'un sculpteur crée son œuvre à partir de gabarits. N'oublions pas que Dürer est également l'auteur du premier grand traité allemand sur la fortification[150], et que sa virtuosité de dessinateur s'y retrouve dans les plans, élévations et profils des forteresses auxquelles il donne une forme ronde à la manière médiévale, forme qu'il restera l'un des seuls à préconiser (cf. *infra*, chap. 2, §1). Ce lien intime mis en évidence entre l'architecture et les mathématiques va trouver un écho dans les divers traités d'architecture que nous avons trouvés dans les bibliothèques que nous prenons comme témoins.

L'ouvrage le plus ancien de ce corpus post-Dürer est celui de Diego de Sagredo[151] dont les éditions parisiennes connaîtront un grand succès[152]. La géométrie y est à peine plus importante que chez Vitruve, l'auteur présentant simplement les définitions nécessaires à la compréhension de l'architecture : la ligne droite, le cercle et ses propriétés, les divers types d'angles, les triangles et les quadrilatères, la spirale et la sphère, le tout en référence explicite à Euclide[153]. Sagredo justifie la présence de ces définitions par leur nécessité dans l'art de la représentation : « Puisque on lit de portraicture dont nous voulo[n]s traicter, il est necessaire dente[n]dre aulcu[n]s termes de geometrie[154]. » Et même si la géométrie est indispensable à tous les praticiens des *arts mécaniques* (« ceux qui travaillent des mains & du corps plus que de lentendement[155]3), Sagredo inclut les *painctres & ymageurs* dans « ceulx qui travaillent seulement de lesperit », soulignant avec emphase leur utilité universelle :

> *[…] il ne peult estre art plus noble ne de si grant prerogative que paincture qui mect devant les yeulx les histoires du te[m]ps passe, en nous releva[n]t du labeur de les lire, & travailler la veue apres le livre pour les rapporter a mémoire. Et aussi la paincture est lescripture des simples gens qui ne scavent pas lire & par portraict & science*

---

[150] Albrecht Dürer, *Etliche Underricht zu Befestigung der Stett, Schloß und Flecken.* Nürnberg, [s.n.], 1527.
[151] Sagredo, Diego de, *Raison d'architecture antique, extraicte de Victruue, et aultres anciens Architecteurs, nouuelleme[n]t traduit Despaignol en Fra[n]çoys ; a lutilite de ceulx q[ui] se delectent en edifices.* Paris, Simon de Colines, s.d. [1536].
[152] Le texte avait paru en espagnol en 1526, soit un an après celui de Dürer. Il sera réédité de nombreuses fois en France avec d'importants ajouts, et deviendra un classique (cf. Lemerle, Frédérique, « La version française des *Medidas del Romano* », in Marías, F. & Pereda, F. (éd.), *Medidas del Romano, Diego de Sagredo, Toledo. 1526*. Tolède, Pareja, 2000, 2) [Bibliothèque palatine I 227 ; bibliothèque de Mathurin Jousse, item n°51.]
[153] *Ibid.*, « Des principes de geometrie, qui sont necessaires a ceste science » fol. 8v-13.
[154] *Ibid.*, fol. 8v.
[155] *Ibid.*, fol. 9v.

daprendre, lon donne beaucop [sic] a entendre de chose aux ouvriers mechaniques, mesmes a ceulx qui sont ministres de larchitecture.[156]

L'importance de la représentation implique donc que les graveurs connaissent les définitions de base de la géométrie euclidienne, ce qui n'est pas très différent de la conception des premiers auteurs italiens de fortification : savoir de quoi l'on parle, mais surtout savoir nommer ce que l'on voit ou ce que l'on donne à voir. Les propriétés des figures géométriques essentielles ne sont données que pour l'identification ou le tracé de celles-ci, non dans un but de classification ou d'étude, ce qui va changer avec les auteurs ultérieurs.

Sebastiano Serlio[157] dépasse ce strict exposé des objets géométriques dans son traité d'architecture, publié entre 1537 et 1551 en sept livres indépendants, dont le premier[158] traite exclusivement de géométrie. Comme l'auteur s'en explique dans la préface au lecteur du livre IV[159] (le premier publié), il ne s'adresse pas qu'aux intellectuels, « mais aussy ceulx le puissent comprendre, qui sont de maindre ingenieusite ». Nous avions déjà lu chez Dürer ce souci d'être entendu au-delà des milieux humanistes, car les architectes « n'étaient souvent frottés de lettres que pour savoir écrire[160] ». Serlio approfondit à cette fin l'exposé de la géométrie : « je traicteray des commenceme[n]tz de Geometrie, & des diverses intersections de lignes, entant que l'Architect pourra rendre bon compte de tout ce quil mectra en œuvre[161] » : exposer, écrire et mettre en mots, préoccupations que nous retrouverons chez les architectes militaires qui seront bien souvent maîtres d'œuvre d'édifices monumentaux dont ils auront eux-mêmes établi les devis. Mais pas chez les « gastepierres, ou dissipateurs de chaulx & de marbres » ! Serlio les accuse de ne savoir pas même « dire ce que c'est qu'un

---

[156] *Ibid., loc. cit.* L'expression parfois peu claire est due à une traduction hasardeuse et un manque flagrant de compétence scientifique du traducteur (cf. Lermerle, Frédérique, *op.cit.*). Il cite par exemple l'histoire du siège de Syracuse en nommant Archimède « Archanus » (fol. 9).

[157] Flamand n°68 ; Bibliothèque palatine H 1512, H 1514 (édition de Francfort, 1575) ; Bibliothèque Stanislas (édition vénitienne des cinq livres, 1559-1567) ; de nombreuses mentions chez Gentillâtre, qui recopie surtout les figures (voir l'Annexe A3.1).

[158] Serlio, Sebastiano, *Il primo libro d'architettura, di Sebastiano Serlio, Bolognese. Le premier livre d'architecture de Sebastiano Serlio, Bolognois Bolognois, mis en langue Françoyse par Iehan Martin, Secretaire de monseigneur le Reverendissime Cardinal de Lenoncourt*. Paris, s.n., 1545.

[159] Serlio, Sebastiano, *Reigles generales de l'architecture, sur les cincq manieres d'edifices…* Anvers, Pierre Van Aelst, 1542 ; « L'Aucteur aux Liseurs », feuillet signé Aii.

[160] C'est ce que rappelle Yves Pauwels dans « La méthode de Serlio dans le "Quarto Libro" », *Revue de l'Art*, n°119, 1998-1, p. 34.

[161] Serlio, Sebastiano, *Reigles generales…*, *op. cit., loc. cit.*

poinct, une ligne, une superficie ou un corps[162] », ce qui nous renvoie aux définitions ordonnées qui fondent la géométrie euclidienne. Et même s'il annonce ne garder que « certaines fleurs cueuillies aux campagnes fertiles [d'Euclide] », il aborde néanmoins des questions de quadratures, d'agrandissements, de réductions et de division de figures polygonales et circulaires, dans une visée pratique attribuée systématiquement à l'architecte qui doit faire face à des problèmes concrets, des partages de surfaces par exemple. Il y est aussi question de proportions et de changements d'échelle, bien que Serlio n'aborde pas la question de l'unité de mesure.

Cette préoccupation, nous la trouvons chez Jacques Androuet du Cerceau en 1559[163]. Même si son œuvre est constituée pour l'essentiel de gravures de bâtiments, et probablement justement pour cette raison, l'auteur accorde une place primordiale à la description de la toise de France « divisée en six pieds, dont le pied cy notté& marqué contient douze poulces, & chacun poulce douze lignes[164] ». Il précise dans la préface qu'il annotera ses plans « avec le no[m]bre des toises de maçonnerye que chacun plan, & dessein pourra contenir : Affin que ceulx qui voudront s'en servir, & accomoder, eussent congnoissance des fraiz qu'il leur conviendroit faire pour ladicte maçonnerye[165] ». Le mode opératoire est même précisé un peu plus loin : « la verification se pourra faire au compas, par la toise racoursie, marquée esdictz plans[166]. » Autrement dit, la toise est (théoriquement du moins) gravée sur la première page du livre et donnée à une autre échelle sur chaque plan, afin que toutes les mesures puissent lui être rapportées, comme le feront également les architectes militaires que nous étudierons, à ceci près que la plupart d'entre eux indiqueront simplement la valeur en toises de leurs échelles directement sur celles-ci.

---

[162] Serlio, Sebastiano, *Il primo libro…*, *op. cit.*, fol. signé a.
[163] Androuet du Cerceau, Jacques [dit Jacques 1er], *Livre d'Architecture…* Paris, Prevost, 1559. Claude Flamand possède en deux exemplaires les *Premier et second volume des plus excellens bastimens de France* (n°157 et n°158), la bibliothèque palatine les trois volumes (A 111, 112 et 113), Mathurin Jousse l'intégralité des œuvres de du Cerceau (n°93). Quant à Jacques Gentillâtre, il a été très probablement formé dans l'atelier même de la famille Androuet du Cerceau (cf. Châtelet-Lange, Liliane, *Jacques Gentillâtre. Montbéliard, Genève, Chalon-sur-Saône, Lyon*. Monuments Piot, Tome 70, 1989.)
[164] Androuet du Cerceau, Jacques, *Livre d'Architecture…*, *op. cit.*, verso du frontispice. Malheureusement, la toise gravée n'est pas visible dans l'édition en français consultée (BNF, FOL- V- 3889), ni sur les autres éditions, françaises ou latines, accessibles en ligne. On la trouve cependant manuscrite sur l'exemplaire de la bibliothèque municipale de Besançon (BM Étude 11612).
[165] *Ibid.*, fol. aij-v.
[166] *Ibid.*, *loc. cit.*

En 1567, Philibert de l'Orme apporte sa pierre à l'édifice avec un traité d'architecture[167], dans lequel il donne un exemple très complet de l'*art du trait* qui est pour lui l'usage principal de la géométrie, l'architecte devant « entendre bien […] la Geometrie aussi en theoricque, mais plus en pratique, pour les traicts qui sont le vray usage d'icelle[168] ». Sous sa plume, l'art du tracé se métamorphose, passant d'une pratique presque honteuse de maçons vers une science pratique fondée sur la géométrie[169]. Il préconise le dessin comme outil de monstration, non pas les dessins des peintres « qui les sçavent plutost bien farder, laver, umbrager, & colorer, que bien faire & ordonner avecques toutes leurs mesures[170] », mais les esquisses sobres, construites de manière géométrique et limitées aux traits essentiels. De l'Orme distingue ainsi clairement le dessin d'art, trompeur, du dessin d'architecture qui présente le vrai état des choses[171] :

> *Il suffit donc à l'Architecte, de sçavoir bien faire ses lignes pour dresser propreme[n]t un plan, & une montée*[172] *faicte nettement avec toutes ses proportions & mesures, & fin que le Seigneur l'entende. Puis dresser ses modelles qui sero[n]t de boys, de papier, ou de charte […] Je ne dy pas que ce ne soit une fort belle grace à l'Architecte de sçavoir bien protraire, & peindre, mais il y a ta[n]t d'autres choses beaucoup plus necessaires à cognoistre, qu'il luy doit suffire de protraire mediocrement, proprement & nettement. Car pourveu que les mesures soie[n]t bien gardées, ses portraits ne sçauroient faillir à se bien monstrer.*

Après avoir rédigé ses conseils aux architectes et aux seigneurs, De l'Orme s'adresse dans le deuxième livre à ceux qu'il nomme les *troisièmes personnes*, « sans lesquels un edifice ou bastiment ne peult estre parfaict[173] » : les maîtres maçons, tailleurs de pierres et ouvriers. C'est à ces garants de la qualité des bâtiments qu'il adresse ses recommandations sur les connaissances indispensables à l'exercice de leur métier : en arithmétique les quatre

---

[167] De l'Orme, Philibert, *Le premier tome de l'architecture de Philibert de l'Orme, Conseillier et Aumosnier ordinaire du Roy & Abbé de S. Serge les Angiers.* Paris, Frédéric Morel, 1567 (Jousse 87 & 111 ; Palatine B2163/B2168).
[168] De l'Orme, *Le premier tome de l'architecture…*, *op. cit.*, Livre I, chapitre III, fol. 11.
[169] Cf. Potié, Philippe, *Philibert De l'Orme. Figures de la pensée constructive*. Marseille, Parenthèses, 1996.
[170] De l'Orme, *Le premier tome de l'architecture…*, *op. cit.*, Livre I, chapitre X, fol. 21v.
[171] De l'Orme, Philibert, *Le premier tome de l'architecture…*, *op. cit.*, fol. 22v.
[172] Ce que De l'Orme appelle également, à la suite de Vitruve la *scénographie*, ou encore *perspective* du bâtiment, bien que les *montées* qu'il présente dans son ouvrage soient plutôt des *élévations*, terme qui présente la même polysémie que le précédent.
[173] *Ibid*., livre II, Prologue, fol. 31.

opérations, les fractions, l'extraction des racines carrées et la règle de trois[174] ; en géométrie, De l'Orme considère comme fondement de toute construction le tracé de la perpendiculaire à une droite donnée, « non seulement pour planter edifice, mais encores pour faire toutes sortes de figures, soit protraicts ou desseings, pour les traicts Geometriques, & ornemens d'Architecture, pour la perspective, musique theorique, instruments d'art militaire, engins ou autres choses, ausquelles il fault tousjours commencer par une ligne perpendiculairement tirée sur une droicte[175]. » La justification de cette place prépondérante est longue et fait appel à la figure du Christ en croix et à la régularité de la figure du carré, selon laquelle le monde aurait été construit… Mais il s'agit avant tout pour De l'Orme de s'assurer de la bonne communication entre le donneur d'ordre et ces *troisièmes personnes* qui vont réaliser effectivement les projets sur le terrain, d'ériger les procédures classiques en codes de référence entre les divers partenaires de l'œuvre, concepteurs et exécutants[176].

De l'Orme dépasse le simple exercice de traçage de l'angle droit dans une variété de situations, car il s'intéresse aussi à l'aspect instrumental et numérique, d'une part à travers l'utilisation du théorème de Pythagore (construction exacte ou approchée de somme de triangles ou de carrés), d'autre part par la description des équerres et d'un instrument nommé le *niveau* triangulaire (Annexe B1, Figures 1.21 et 1.22), dont la conception et l'usage sont semblables à ceux du carré géométrique. Nous voyons une forte ressemblance[177] entre cet instrument et l'holomètre de Foullon que nous avons déjà mentionné (cf. *supra*, §2.1 et Annexe B1 Figure 1.19), d'autant que les deux instruments voisinent dans le livre VI des carnets de Jacques Gentillâtre cités plus haut.

Nous terminerons cette brève revue des livres d'architecture en mentionnant un auteur dont les préoccupations sont comparables à celle de De l'Orme[178] : Jean Bullant publie en 1564 un livre d'architecture[179] qui présente les cinq ordres vitruviens sans faire appel aux mathématiques. Cependant, l'auteur signale dès le frontispice que son ouvrage est destiné à

---

[174] *Ibid*., fol. 31v. De l'Orme annonce qu'il n'abordera pas ces sujets car il y passerait beaucoup de temps, alors que de nombreux livres contemporains en traitent « doctement & familierement ».
[175] *Ibid*., fol. 32.
[176] Potié, Philippe, *Philibert De l'Orme…*, *op. cit*, p. 61-62.
[177] Déjà notée par Philippe Potié dans son livre *Philibert De l'Orme…*, *op. cit.*, p. 64.
[178] Cf. Manceau, Jean-Pierre, « La place des mathématiques dans les écrits de Jean Bullant et Philibert De l'Orme », *Journal de la Renaissance*, 6, 2008.
[179] Bullant, Jean, *Reigle generalle d'architecture…*, Paris, Marnef & Cavellat, 1564. (Jousse n°109, édition de 1619 revue par Salomon de Brosse)

tous ouvriers besongnans au compas & à l'esquierre, et il précise dans sa préface aux lecteurs qu'il a orné chaque figure d'une légende si concise que « ceux qui ont la practique du compas n'auront besoing d'autres lectures […] le seul compas suffira pour en donner raison & intelligence aux ouvriers ». En revanche, il fait appel aux mathématiques dans son traité sur les cadrans solaires publié la même année[180], dans lequel il donne les solutions de quelques quadratures (triangle, rectangle, disque, secteur de disque) et rectifications (cercle et arcs, ovales). Bullant sait parfaitement qu'elles sont approchées, ainsi qu'il le rappelle dans son adresse au lecteur *Artisant* : « Je produiray donc tant seulement quelques reigles & simples demonstrations[181] & divisions de lignes par moy pratiquees, comme reduyre la superficie ronde, à la superficie carrée, au plus juste qu'il m'a esté possible.» Si ce lecteur relève une faute dans l'ouvrage, l'auteur le supplie « la vouloir examiner avec la regle, l'esquierre, & le compas, ava[n]t que d'en juger, puis [s]e parforcer de myeux faire [s'il] peu[t]. » Le compas et la règle sont à la fois instruments de vérification, voire de jugement, et outils de recherche.

Les architectes de la fin du XVI^e^ siècle sortent donc du cadre d'une géométrie « pure » exempte d'approximations ; la proportionnalité des mesures est utilisée dans l'espace réel comme dans le plan, ce que reproduiront les fortificateurs sur leurs chantiers monumentaux.

2.3. L'ARITHMÉTIQUE MILITAIRE

Nous mentionnerons rapidement l'arithmétique, car elle fait partie de ce que doivent connaître les ingénieurs civils ou militaires, comme le préconisent de nombreux auteurs, y compris Jean Errard. Remarquons cependant que les questions d'arithmétique sont très peu abordées dans les premiers ouvrages de fortification que nous étudierons, ouvrages dont les contenus puisent essentiellement dans la géométrie des lignes et des surfaces sans s'appesantir sur les calculs.

Les ouvrages d'arithmétique pratique étaient très nombreux au XVI^e^ siècle, leur but essentiel étant l'écriture des nombres dans un système décimal de position et des techniques

[180] Bullant, Jean, *Petit traicté de geometrie et d'horologiographie pratique*…. Paris, Cavellat, 1564 (Jousse n°50, peut-être la réédition de 1608 ; de très nombreuses citations chez Gentillâtre). Le texte et les figures ont été plagiés presque intégralement par Jean Abraham dit Launay dans son *Arithmetique et arpentage universel* de 1616.

[181] Ce mot n'est pas à prendre au sens moderne de discours apportant la preuve de la justesse des constructions proposées, mais plutôt comme présentation d'images manifestant ce qui est affirmé dans le texte.

opératoires qui y sont attachées ; parfois, on y apprend également à compter aux jetons[182]. L'arithmétique militaire en est un domaine particulier, dans lequel la plupart des exercices sont à connotation guerrière ou logistique (pour l'intendance des armées), et dont la dernière partie est en général consacrée aux questions d'ordonnancement des bataillons. Elle a ceci d'intéressant qu'il s'agit de mettre les soldats dans une certaine position, afin de créer une forme géométrique particulière (carré, losange, rond…) pour l'ensemble du bataillon ; la représentation sur le papier ressemble en tous points aux nombres figurés de l'arithmétique pythagoricienne, à laquelle font d'ailleurs directement appel certains auteurs.

Selon Didier Henrion[183], « professeur ès mathématiques » (vers 1580-1632), il n'y a pas d'authentique arithmétique militaire avant la sienne (en 1613), car ce sont toutes des plagiats d'un premier ouvrage, mineur, dont il nomme l'auteur *Vandambouche*[184] ; mais le très polémique Honorat de Meynier (1570-1638)[185] remet les choses en place dans la préface de son propre livre en 1614, accusant Henrion d'avoir plagié abondamment Jacques Alleaume, ingénieur français de Maurice de Nassau. Nous reviendrons sur ces deux auteurs trop méconnus qui, outre des ouvrages savants d'arithmétique pratique, ont tous deux écrit extensivement sur les mathématiques de leur époque et sur la fortification. Meynier consacre une grande partie de son premier livre (et au-delà) à une réfutation épistémologique des idées de Simon Stevin, selon lequel *l'unité est nombre* (et donc pas *principe de nombre* seulement). L'auteur fait preuve d'une grande érudition et ses arguments sont loin d'être ineptes. Un intérêt majeur de son ouvrage pour nous est qu'il donne la précieuse indication des nombreuses sources de son propre travail : Fine, Tartaglia, Guillaume Gosselin, Jacques Chauvet, et autres, qui sont tous des arithméticiens théoriciens.

Même si les ingénieurs militaires cités font peu appel à l'arithmétique, nous remarquerons cependant que des auteurs comme Stevin, Meynier, Alleaume ou Henrion se sont trouvés sur

---

[182] Pour une étude de ce corpus, nous renverrons à notre mémoire de DEA « L'arithmétique entre ciel et terre », université de Bourgogne, UFR Lettres et philosophie, Dijon, 2003.

[183] Cf. Heefer, Albrecht, *"Wonder to those that are ignorant in the cause". A modern edition of Récréation Mathématique (1624) based on its English translation, with an introduction and notes, a glossary and commentaries*, Springer, 2012, p. 33-37.

[184] Connu aussi sous le nom *Le Sylvain* (francisation de son nom flamand), il a publié *L'arithmetique militaire d'Alexandre Vandenbussche Flandrois departie en deux livres…* Paris, Gilles Gorbin, 1571. On y lit ce passage : « Quand aux fortifications, & autre choses semblables, pour eviter prolixité je dirai seulement en passa[n]t que l'Arithmetique y est tres-utile, & sur-tout la cognoissance des proportions, & les extractions des racines […] » (fol. Cij)

[185] *L'arithmetique d'Honorat Meynier natif de Perthus en Provence…* Paris, Huby, 1614.

les champs de bataille des Flandres et que leur vision scientifique ne s'est pas limitée aux tracés géométriques. Au contraire, ils abordent fréquemment des questions quantitatives, logistiques, qui supposent un fort recours au domaine numérique.

2.4. L'ARTILLERIE

Bien que très peu d'ouvrages de fortification du XVI^e^ siècle apportent une description des pièces d'artillerie utilisées dans une armée, mis à part ceux de Cataneo[186] (cf. *infra*, chap. 2, § 2.3) et de Specklin[187] (cf. *infra*, chap. 2, §1), nous nous devons de mentionner brièvement ce domaine auquel s'intéressera Errard (Annexe B1, Figure 1.23), car les relations entre artillerie et fortification sont bouleversées à cette époque. Tant que l'artilleur ne savait pas contrôler la trajectoire des boulets de canon, on s'appuyait avant tout sur l'épaisseur des murailles pour protéger les cités, même lorsque les canonniers eurent les moyens techniques de « tirer droit ». Mais cette expression ne rend compte que de la projection horizontale du mouvement du boulet, celle que l'on peut représenter sur le plan même du champ de bataille. Une description complète du mouvement du boulet de canon dans toutes ses dimensions spatiales manque au XVI^e^ siècle. Elle sera traitée par un auteur comme Tartaglia dans sa *Nova Scientia* (1537), mais sa théorie du mouvement reste inspirée d'Aristote, notamment par son recours aux notions de mouvements violent et naturel. Il reviendra sur cette question en tant que mathématicien et ingénieur dans ses *Quesiti et Inventioni diverse* (1546), proposant une trajectoire nulle part rectiligne, nouveau modèle dont les auteurs de traités d'artillerie s'empareront rapidement[188].

Il est à remarquer que, si l'on excepte un petit nombre de livres comme la *Pyrotechnie* de Biringuccio[189] qui expose davantage la fonte des canons que leur usage dans la guerre, les ouvrages d'artillerie publiés au tournant du XVI^e^ siècle le sont presque tous par des auteurs

---

[186] Cataneo, Girolamo, *Opera nuova di fortificare, offendere et difendere, et far gli alloggiamenti campali, secondo l'uso di guerra. Aggiontovi nel fine, un trattato de gl'essamini de' Bombarderi, & di far fuochi arteficiati. Cosa molto utile e dilettevole*. Brescia, Giovanni Battista Bozzola, 1564. Comme son nom l'indique, Cataneo ajoute à son traité une partie consacrée à l'artillerie, séparée de la partie dédiée à la fortification.

[187] Specklin, Daniel, *Architectura von Vestungen. Wie die zu unsern zeiten mögen erbawen werden, an Stätten Schlössern...* Strasbourg, Bernhart Jobin, 1589.

[188] Ce sujet est traité en détail dans Barbin, Evelyne & Cholière, Michèle, « La trajectoire des projectiles de Tartaglia à Galilée », in *Mathématiques, arts et techniques au XVII^e^ siècle*, Publication de l'université du Maine n°4, Le Mans, 1987.

[189] Biringuccio, Vanoccio, *La pyrotechnie ou art du feu…* Paris, Claude Fremy, 1572 (Jousse 23, Flamand 177 & 182). La fabrication des canons n'occupe qu'une petite partie du traité, et ce n'est pas de la balistique.

espagnols, qui traitent leur sujet d'une manière scientifique inspirée de la *Nova Scientia* de Tartaglia. Dans la préface de son ouvrage *El Perfeto Capitan* de 1590[190], Diego de Alava en appelle à Archimède pour un discours apologétique sur les mathématiques ; le livre II contient de longs développements sur l'ordonnancement ; le livre IV est une géométrie pratique avec mesure des lignes distantes au moyen d'instruments et le livre VI est entièrement consacré à la théorie de Tartaglia. Le *Platica Manual de Artilleria* de Luis Collado, publié en 1592[191] recopie presque totalement Tartaglia et présente lui aussi un chapitre de géométrie pratique conséquent. Le *Discurso* de Cristóbal Lechuga en 1611[192] adopte un point de vue géométrique pour traiter longuement des angles de tir. Enfin paraît en 1613, le *Tratado dela artilleria y vso della* de Diego Ufano[193], traduit en français en 1614[194], et qui aura une grande influence dans toute l'Europe[195].

Hormis les versions en français de l'*Artillerie* d'Ufano, ces traités semblent avoir été peu lus en France, si l'on en juge par leur faible présence dans les bibliothèques publiques[196]. Cependant, comme les auteurs ont été ingénieurs militaires dans l'armée des Flandres espagnole, il est fort probable que les matières discutées aient été communes dans leur milieu, et par conséquent chez l'ensemble des ingénieurs militaires présents sur le terrain. Qu'on songe par exemple, qu'Ufano et Errard se sont affrontés lors du siège d'Amiens en 1598 et qu'Ufano a permis en 1596 la prise de la citadelle de Calais qui allait être remaniée par Errard ensuite[197]. Ufano confirme lui-même cette hypothèse dans son traité[198] :

---

[190] Alava y Viamont, Diego de, *El perfeto Capitan, instruido en la diciplina Militar, y nueva ciencia de la Artilleria*… Madrid, Madrigal, 1590.

[191] *Platica manual de artilleria, en la qual se tracta de la excelencia de el arte militar y origen de ella, y de las maquinas con que los antiguos començaron a usarla, de la invencion de la polvora y artilleria…* Milan, Pablo Gotardo Poncio, 1592.

[192] Lechuga, Cristóbal, *Discurso del capitan Cristoual Lechuga. En que trata de la artilleria, y de todo lo necessario à ella...* Milan, Marco Tulio Malatesta, 1611.

[193] Ufano, Diego, *Tratado dela artilleria y vso della, placticado por el Capitan Diego Ufano, en las Guerras de Flandes*. Bruxelles, Jan Mommaert, 1613.

[194] Ufano, Diego, *Artillerie, c'est a dire Vraye instruction de l'Artillerie et de toutes ses appartenances*... Franckfort, Jean Theodore de Bry, 1614 (bibliothèque de Claude Flamand, n°172).

[195] Naulet, Frédéric, « Diego Ufano et l'artillerie au début du XVII^e siècle », *Revue internationale d'histoire militaire*, n°83, Vincennes, 2003.

[196] Le traité d'Alava n'est répertorié qu'en un exemplaire, à la bibliothèque Mazarine ; celui de Collado est présent essentiellement par sa version italienne ; il n'y a que deux exemplaires du *Discurso* de Lechuga.

[197] Cf. Naulet, Frédéric, « Diego Ufano et l'artillerie au début du XVII^e siècle », *op. cit*. Une autre similitude entre les deux auteurs est la publication de leur livre, grandement amélioré d'un point de vue iconographique, par Jean-Théodore de Bry à Francfort dans les années 1610.

[198] Ufano, Diego, *Artillerie…, op. cit.*, Franckfort, de Bry, 1614, « Preface au lecteur », non paginé.

C'est de l'office de l'ingenieur, de mesurer les distances, tracer les trenchees, dresser les plattes formes & autres semblables choses appartinantes à la defence & fortification. Mais si avec cela il a aussi la cognoissance des appartenances au gentilhomme qui a en charge l'artillerie, ascavoir de si bien placer les pieces, que sans aucune perte il puisse librement offenser l'ennemi, cela ne luy sera à deshonneur, ains à grand honneur & avantage.

Ufano défend donc une conception selon laquelle la défense procède de l'art de l'attaque, mais il la traduit dans la pratique même de l'ingénieur, l'invitant à s'emparer lui-même des questions liées à la place des canons. Il dépasse la traditionnelle « division du travail » entre artilleurs et architectes et la séparation de leurs domaines pour préconiser une compétence transversale chez l'ingénieur. Dans la suite du texte, l'idée est même poussée à la limite de ce que devait permettre la hiérarchie militaire :

Et comme il en est de l'ingenieur, ainsi en est-il aussi du Gentil-homme, qui ne doit avoir honte de s'enquerir sur les points de l'ingenieur pour en faire son profit, avec honneur l'occasion se presentant : Voyre mesme le Conestable doit faire estat de savoir les despandances de tous les autres offices, pour ne point estre impertinent ou inhabile au sien propre, comme necessairement il advient souventesfois & ce non sans danger à ceux qui estans non chalans ne se soucient que de ce qui leur est imposé.

Comme le Connétable est le chef suprême des armées, Ufano semble avoir une vision très « moderne » des relations au sein de l'armée, mais il nous semble que son traducteur a pris des libertés avec le texte original, puisque nous n'avons pas trouvé ce passage dans les éditions en espagnol.

En ce qui concerne l'artillerie, les fortificateurs ne pouvaient pas ignorer les nouveaux questionnements des artilleurs et la nouvelle science du mouvement, à une époque où cette avancée scientifique trouve un écho politique et administratif dans la tentative de Sully d'unifier les calibres des canons de l'armée royale[199]. La prise de canons à l'ennemi contribuait en soi à un transfert de technique, de même que la prise de places fortes donnait à voir les modifications apportées aux enceintes par les ingénieurs de l'autre bord. Même la

[199] *Édit portant règlement sur le fait de l'artillerie, & des poudres & salpestre*, décembre 1601. Cité par Naulet, Frédéric, « Diego Ufano et l'artillerie au début du XVII^e siècle », *op. cit.*

simple pratique des sièges permettait l'observation des techniques ennemies sur le terrain. Nous avons un exemple frappant de cette capacité des ingénieurs à retenir l'expérience par la plume et par le crayon, qu'il s'agisse de lectures ou de dessins pris sur le vif : un manuscrit de la *Biblioteca nacional de España*[200], véritable encyclopédie graphique de tout ce que pouvait rencontrer un ingénieur militaire dans l'exercice de son métier, témoignage de l'activité lors des combats dans les années 1600 à 1610[201]. Ce manuscrit, que nous examinerons, est d'une très grande qualité picturale, il semble même qu'il s'agisse de planches préparées pour l'édition, puisque l'auteur a inséré un frontispice en tête du premier cahier. Il nous paraît représenter une forme d'aboutissement puisque dans tous les écrits espagnols cités plus haut, nous pouvons constater la transformation des représentations des canons : elles sont brutes et grossières chez Alava (Annexe B1, Figure 1.24) et Collado (Annexe B1, Figure 1.25), elles deviennent plus précises chez Ufano en 1613 (Annexe B1, Figure 1.26) et finalement épurées et géométriques chez l'auteur anonyme du manuscrit (Annexe B1, Figure 1.27), comme chez Jean Errard (Annexe B1, Figure 1.23). Mais cet ingénieur anonyme semble posséder un art du dessin qui l'apparente davantage aux créateurs de *Théâtres de machines* qu'aux simples techniciens de terrain.

Notons pour conclure sur cet aspect iconographique, la nette amélioration apportée du point de vue esthétique aux gravures du traité d'Ufano par les libraires De Bry à Francfort en 1614[202] (Figure 1.28, page suivante). Nous pouvons comparer la qualité de cette gravure à celle de l'édition parisienne définitive de la *Fortification*[203] de Jean Errard en 1620, présentant les canons de manière encore plus complète et plus précise, sans l'apparat des blasons mais avec le détail de toutes les pièces des affûts (Figure 1.29).

---

[200] Anonyme, *Arquitectura y maquinas militares*, [vers 1610]. Ms RES/210, Biblioteca nacional de España.
[201] Nous tirons ce renseignement des représentations de canons portant cette date (fol. 44v à 55), ainsi que des références aux sièges de Rheinberg (1598, 1601 & 1606), d'Ostende (1601-1604), de Rabe [actuellement Györ, en Hongrie] (1598), d'Amiens (1598). Le milieu linguistique ibérique de l'auteur nous semble manifesté par l'utilisation du mot *canebas* (pour *canevas*) d'origine occitane et dont Furetière et l'Académie française ne signalent plus l'usage au XVII[e] siècle, ainsi que par sa façon d'orthographier *Tarragona* le nom de l'ingénieur italien Pompeo Targone (fol. 265v).
[202] Ufano, Diego, *Artillerie…, op. cit.*, Franckfort, de Bry, 1614, planche 4, p. 122.
[203] Errard, Jean, *La fortification demonstree et reduicte en art…*, *op. cit.*, p. 2.

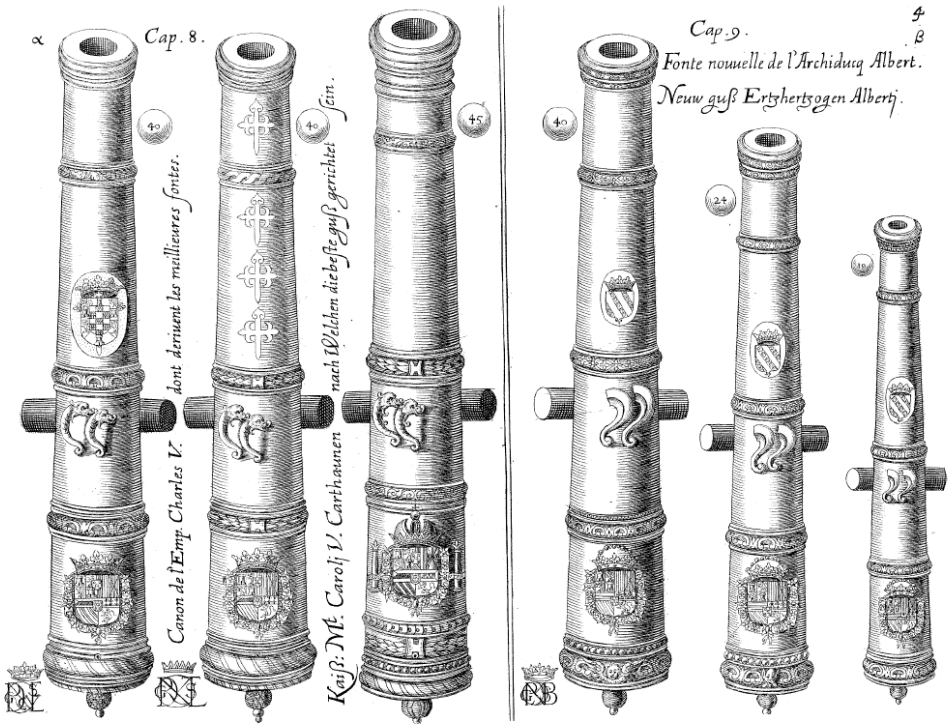


Figure 1.28

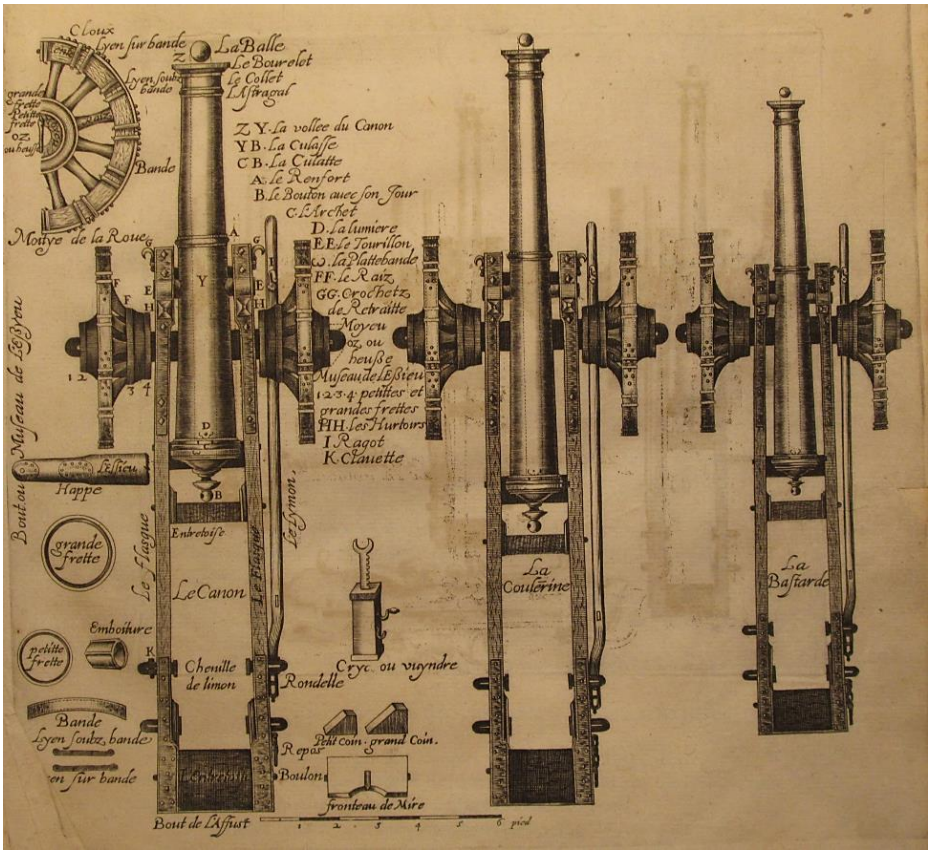


Figure 1.29

CHAPITRE 2

LES OUVRAGES DE FORTIFICATION EN FRANÇAIS DANS LA DEUXIÈME MOITIÉ DU XVI^{e} SIÈCLE.

Si la *Fortification*[1] de Jean Errard est potentiellement à l'origine d'une première école française de fortification, il n'est pas pour autant le premier ouvrage publié en français sur ce sujet. Nous pouvons nous interroger sur la nécessité de produire une littérature spécifique dans le royaume quand la plupart des ingénieurs qui y étaient employés étaient italiens[2]. Il fallait qu'il y ait une demande de la part d'un lectorat dépassant le milieu des architectes militaires, qui pouvaient se former eux-mêmes au contact des Italiens. Des libraires comme Jean de Tournes[3] n'auraient sans doute pas pris le risque d'engager des dépenses d'imprimerie sans l'assurance de la diffusion de leur livre. Les années 1550-1580 voient un renouveau de la littérature sur les fortifications, avec la publication d'ouvrages qui y sont entièrement consacrés. Les premiers à paraître sont des traductions en français d'ouvrages italiens, sur lesquels nous allons d'abord nous pencher, en examinant également les quelques ouvrages allemands dont nous pensons qu'ils ont été consultés par Jean Errard. Les préfaces, lorsqu'elles existent, donnent quelques renseignements sur les raisons de leur publication.

Dans un second temps, nous étudions les ouvrages des années 1590-1600, qui sont écrits par des français, dont nous nous intéresserons aux biographies, beaucoup mieux connues que celles des traducteurs précédents. Nous approfondissons plus particulièrement deux aspects de cette seconde série d'ouvrages français. D'abord la question des sources : quelles sont-elles et restent-elles exclusivement italiennes ? La guerre s'étant déplacée d'Italie vers les Pays-Bas méridionaux, les ingénieurs sont en présence d'une multitude de nationalités et de pratiques venues de différents pays. La géographie des terrains de siège des Flandres engendre de nouvelles conceptions, comme la fausse-braie, sorte de pré-rempart protégeant la courtine, et

---

[1] Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstree par I. Errard de Bar-le-Duc, Ingénieur du trèschrestien Roy de France et de Navarre. Dediee à sa Maiesté.* Paris, s.n. [l'auteur], 1600 ; deuxième édition : Paris, à la Rose blanche, 1604 ; troisième édition (posthume) revue par Alexis Errard : Paris, s.n. [Pierre Delon imprimeur], 1620.

[2] Cf. Buisseret, David, *Ingénieurs et fortifications avant Vauban : l'organisation d'un service royal aux XVI^{e}-XVII^{e} siècles*. Paris, Ministère de la Jeunesse, de l'Éducation nationale et de la Recherche, Comité des travaux historiques et scientifiques, 2000, Chapitre 1 : « Les ingénieurs royaux du XVI^{e} siècle », p. 11-46.

[3] Il est lui-même le traducteur du *Capitaine* de Girolamo Cataneo en 1574.

l'utilisation des canaux pour inonder les fossés secs, qui sera exposée par Simon Stevin dans sa *Nouvelle Maniere de Fortification par escluses*[4]. Par ailleurs, des traités venus d'Allemagne et des Pays-Bas proposent un changement de représentation des forteresses, rendant celle-ci plus réaliste par l'utilisation d'une perspective axonométrique ou de la perspective centrale. Cela aura-t-il une incidence dans les nouveaux ouvrages français ?

Le second aspect qui nous intéresse est lié aux auteurs eux-mêmes. La période à laquelle ils écrivent est marquée en France par les guerres de religion et l'accession au trône d'Henri IV ; il nous paraît plausible que le contexte politique ait eu une influence sur les publications dans ce domaine lié à la souveraineté royale, encore fallait-il en trouver des indications. Nous avons donc cherché, à la fois dans les biographies des personnages et dans leurs écrits, des signes de leur appartenance à un milieu. Nous n'entendons pas nous restreindre au milieu confessionnel, en considérant plus généralement un milieu d'ordre professionnel décrit comme « le petit monde des ingénieurs militaires [qui] est assez fermé ; les fils succèdent à leurs pères, on se connait et, à l'occasion, on se copie[5]. » Dans ce « petit monde », celui des auteurs d'ouvrages est encore plus étroit.

Réception des connaissances nécessaires à la fortification

Il est très difficile de mesurer la portée immédiate d'une littérature comme celle de l'architecture militaire, car les ouvrages sont relativement peu diffusés si l'on en juge par leur faible présence actuelle dans les bibliothèques ou dans les ventes publiques. La recension dans les grandes bibliothèques privées ferait l'objet d'un travail passionnant mais dont l'ampleur nous en interdit l'entreprise. En outre, nous rappelons que l'existence d'exemplaires d'ouvrages ne garantit pas leur consultation.

Notre but est d'évaluer la réception des nouvelles connaissances sur la fortification, ou encore l'état des connaissances « communes » à la fin du XVI^e^ siècle. Par « communes », nous entendons les connaissances partagées par des personnes n'appartenant pas forcément au milieu analysé précédemment, mais suffisamment au fait des problématiques scientifiques de la défense des places pour pouvoir en tenir un discours maîtrisé. Nous avons choisi de nous appuyer sur trois manuscrits de l'époque indiquée, d'une part parce qu'ils sont contemporains de la publication de la première édition de la Fortification d'Errard ; d'autre part parce que,

[4] Leyde, Matthieu & Bonaventure Elzevier, 1618.
[5] France-Lanord, Albert, *op. cit.*, Introduction, p. VIII.

pour au moins deux d'entre eux, les objectifs et le public visé sont annoncés dans une préface aux lecteurs. Nous examinerons les motivations des auteurs et analyserons l'organisation du savoir qu'ils proposent et les choix dans les connaissances à exposer ; à cette fin, les sommaires des manuscrits seront donnés dans le texte.

La place des mathématiques

La première des connaissances utiles à la fortification est évidemment la géométrie, dont les objets fondamentaux, les points et les lignes, sont aussi les constituants de base de la pratique de la fortification sur le papier. Dès les premiers ouvrages parus, les auteurs s'appuient sur les polygones réguliers (carré, pentagone, hexagone…) et détaillent des tracés en faisant appel aux concepts ordinaires de la géométrie euclidienne : droites sécantes et leurs points d'intersection, perpendiculaires, parallèles, etc. Mais selon que l'auteur souhaite développer un savoir géométrique préalable ou s'en tenir juste à ce qui est nécessaire à son art, les connaissances géométriques peuvent faire l'objet d'une certaine virtuosité ou être restreintes au strict minimum. Qu'en est-il des ouvrages étudiés ? Nous les examinerons également en nous questionnant sur l'utilisation des outils géométriques au service de la construction des forteresses sur le papier. En effet, les formes des forteresses ne sont pas des formes géométriques connues en dehors de l'architecture militaire, il s'agit donc pour nous de déterminer comment elles sont obtenues. Les auteurs tracent-ils « au jugé » des lignes qui engendrent les contours attendus ? Utilisent-ils des protocoles rigoureux de construction ?

Un dernier questionnement au sujet des mathématiques dans les ouvrages étudiés est le rôle éventuel qu'elles jouent en tant qu'outil de validation, par exemple lorsqu'il s'agit de mesurer les longueurs des lignes engendrées par les tracés. Les auteurs se contentent-ils de montrer le dessin des contours ou ces derniers sont-ils soumis à une critique *a posteriori*, avec l'aide éventuelle des outils servant à la démonstration en un sens mathématique (calcul des longueurs des lignes obtenues, examen des angles des bastions, etc.)

Nous chercherons enfin s'il existe des changements au fil du temps dans la place accordée par les auteurs aux mathématiques, en particulier les différences éventuelles entre les imprimés et les manuscrits que nous étudions, puis si les premiers ouvrages français de notre corpus dénotent une spécificité par rapport aux textes italiens dont ils s'inspirent.

La question de la représentation

La génération des forteresses, comme nous l'avons écrit, s'appuie sur la construction des polygones réguliers, mais elle dépasse de loin cette seule compétence. Les forteresses dont le contour est tracé sur le papier auront une fonction de défense sur le terrain même, où elles ne

resteront pas à l'état de plans, mais seront élevées en hauteur. Ceci implique donc pour les images des ouvrages plusieurs versions à considérer. Premièrement, le plan « au sol », bidimensionnel, selon deux statuts possibles : soit un plan d'architecte, schéma explicatif destiné aux maçons, soit plutôt une figure géométrique permettant la discussion et la comparaison des mérites stratégiques de telle ou telle construction ; deuxièmement, la représentation tridimensionnelle de l'enceinte achevée, voire des bâtiments qu'elle contient ou qu'elle supporte, les bastions étant des esplanades pouvant recevoir différents édifices. Les images manifesteront encore plus les intentions des auteurs quand ceux-ci seront aussi les dessinateurs des illustrations de leurs ouvrages, car ils les auront pensées exactement dans la forme qui apparaît. S'ils sont en outre les graveurs de leurs propres dessins (comme Bachot et probablement Errard), qu'il s'agisse de planches hors-texte ou non, c'est alors la mise en page même qui leur appartiendra. Sans trop nous aventurer dans une approche cognitive de l'invention, nous pourrons en tout cas nous interroger sur la prévalence de l'image par rapport au texte : l'auteur a-t-il pensé son ouvrage d'abord en images, avec des textes explicatifs, ou ces images ont-elles été plutôt conçues dans un second temps comme illustrations du texte ? En outre, quelle que soit la place accordée aux images dans les ouvrages, nous examinerons leur mise en scène éventuelle, surtout lorsqu'il est question de la défense des places : les escarpes et les fossés peuvent être montrés en situation, mis à l'épreuve par les canonnades des assiégeants, et dans ce cas, les auteurs peuvent choisir ou non d'y faire figurer les artilleurs manipulant leurs pièces, des soldats en position sur les bastions, ou même les dégâts causés dans l'enceinte fortifiée. Car au siècle d'Erasme naît une pensée pacifiste, que la férocité des guerres de religion et les atrocités de la guerre de Trente Ans ne manqueront pas contribuer à développer[6]. Or la fortification n'est-elle pas un moyen de mettre les populations civiles à l'abri de la violence ? Sans atteindre la force des gravures de Jacques Callot[7], celles des ouvrages de fortification pourraient trahir une vision moins belliqueuse que celle des grands chefs de guerre et des souverains conquérants.

La fin du XVI^e^ siècle est aussi en un sens la fin de la fortification à l'italienne. Non pas que les principes en aient été dépassés ou remis en cause, mais parce que la guerre de siège se déplace au Nord, vers la France au moment des guerres de religion et vers les Pays-Bas

[6] Stefan Zweig, *Érasme. Grandeur et décadence d'une idée*. Paris, Grasset, 2003.
[7] *Les Miseres et les Mal-heurs de la Guerre*… Paris, 1633.

pendant la guerre de quatre-vingts ans. Les techniques de fortification bastionnée sont assimilées et reprises dans les pays en guerre par des ingénieurs qui transforment la « trace italienne » en art universel, pour reprendre l'expression du jésuite Bitainvieu en 1665[8]. L'appropriation des méthodes italiennes se traduit par la publication d'ouvrages en langues germaniques, d'ouvrages en français traduits de l'italien, puis d'ouvrages écrits directement en français par des ingénieurs francophones.

1. UNE ESTHÉTIQUE VENUE D'ALLEMAGNE ET DES PAYS-BAS

Les historiens des sciences ont longtemps considéré qu'Albrecht Dürer était le premier auteur à avoir étudié les fortifications, puisque son traité *Etliche Underricht zu Befestigung der Stett* paraît en 1527[9]. Nous savons cependant qu'il a voyagé en Italie par deux fois avant 1510 et qu'il a pu y prendre connaissance des nouvelles pratiques architecturales pour la défense des villes[10]. Même si la portée de ce traité a été limitée[11], en particulier après l'invention des bastions polygonaux et l'abandon de la forme ronde des tours médiévales, nous pensons néanmoins qu'il fait partie de ceux qui ont compté pour Jean Errard. Dürer est le seul auteur qu'il cite nommément[12], et nous avons trouvé des similitudes entre les deux ouvrages : questions initiales autour de la maçonnerie, de l'épaisseur de la muraille, présentation des profils puis des plans, descriptions procédurales des tracés géométriques pour la construction du plan des enceintes, préoccupation urbanistique de l'organisation intérieure de la forteresse.

L'historiographie retient que l'on ne trouve aucune proposition originale sur la fortification dans le traité de Dürer, qui avait probablement lu l'*Art de la guerre* de Machiavel, publié en

---

[8] Bitainvieu, Silvère de (pseud. Jean du Breuil, s.j.), *L'art universel des fortifications, françoises, hollandoises, espagnoles, italiennes, et composées*. Paris, Jacques du Brueil père & Jacques du Brueil fils, 1665.

[9] Dürer, Albrecht, *Etliche Underricht zu Befestigung der Stett…, op. cit.* Voir Ratheau, A., *Instruction sur la fortification des villes, bourgs et châteaux, par Albert Durer…* Paris, 1870, Introduction, p. VI-VIII. Nous tirons de cet ouvrage bien documenté l'essentiel de nos informations sur le traité de Dürer.

[10] Ratheau, A., *Instruction sur la fortification…, op. cit.*, Introduction, p. VIII.

[11] Voir la discussion finale de l'introduction de Ratheau, *op. cit.*, p. XVI-XXI. Nous préciserons cependant que Ratheau s'oppose à l'historien allemand de la fortification, le Général Zastrow, et que la polémique n'est pas sans arrière-pensée nationaliste à l'époque de la guerre de 1870.

[12] Si l'on excepte les références à Euclide et Archimède et la mention de contemporains comme Robert de la Marck ou Rocco Guerrini, Dürer est effectivement le seul auteur cité : « Pour le regard du tallu en bonnes & fortes matieres, l'invention d'Albert Dürer me semble tres-bonne » (*La fortification reduicte en art et demonstree… op. cit.*, Paris, 1600, p. 10)

sept ans avant l'*Etliche Underricht*[13]. Il avait également très probablement eu connaissance des écrits de Léonard de Vinci et de Francisco di Giorgio Martini[14], deux artistes-architectes qui ont laissé des plans de forteresses dont les tours sont rondes comme celles de Dürer[15]. Ce dernier ne prétend d'ailleurs pas rivaliser avec les « excellents architectes & ceux qui sont déjà habiles dans l'art de construire », mais son propos vise plutôt à « indiquer aux hommes d'une instruction médiocre, appelés subitement à faire quelques constructions, comment il faut les bien ordonner dans les plans & élévations[16]. » Il va même jusqu'à présenter son ouvrage comme un « traité succinct contenant la manière d'élever de pareilles constructions [la fortification] comptant pour l'amélioration de [s]es idées sur les hommes qui ont beaucoup vu & beaucoup appris dans une longue pratique militaire[17] ». Dürer destine donc son traité à des hommes amenés à agir dans l'urgence pour renforcer la défense des villes, même dans le cas où celles-ci ne disposent pas d'un architecte à demeure. Il sait qu'il est l'un des premiers à consacrer un ouvrage entier à ces questions et que ses propositions seront critiquées par les architectes et ingénieurs de terrain. C'est peut-être la raison pour laquelle le lecteur auquel il s'adresse est plutôt un homme moyen, un maçon, qu'un spécialiste des théories de la défense, de la même façon qu'il présentait sa *Géométrie,* comme un recueil à destination des artisans et fortement influencée par leurs propres gestes. En ce sens, il consacre le partage des tâches entre les théoriciens et ceux qui travaillent sur la matière même des murailles.

Au milieu du XVI^e^ siècle, les écrits de Leonhardt Fronsberger[18] relancent la tradition[19] des publications militaires allemandes, mais la fortification n'y tient qu'une petite place, même dans le troisième volume de son *Kriegsbuch* qui y est consacrée[20]. L'auteur étudie avant tout l'organisation de l'armée, la guerre contre les Turcs, le gouvernement des places et d'autres

[13] *Ibid.*, p. XV.
[14] *Ibid.*, p. VIII et p. XIV-XV.
[15] Voir par exemple pour Francesco di Giorgio le feuillet 21 (r et v) du manuscrit Codex 197.b.21 [British Library, Harley 3281], en ligne sur le site du Musée de Vinci : http://www.bibliotecaleonardiana.it.
[16] Ratheau, A., *Instruction sur la fortification…*, *op. cit.*, p. 7.
[17] *Ibid.*, p. 5.
[18] Ce sont des ouvrages consacrés à l'architecture ou relatifs à l'armée [cinq ouvrages différents à la bibliothèque palatine, voir l'Annexe A1].
[19] Nous nous référons à Bertrand Gille, *Les ingénieurs de la Renaissance*, *op. cit.*, chapitre 2 : « le poids de la tradition », p. 11-30.
[20] Fronsberger, Leonhardt, *Kriegsbuch-3* : *Von Schantzen unnd Befestunngen*… Francfort, 1573 [Bibliothèque palatine C4187/C419].

sujets variés. La partie du *Kriegsbuch-3* consacrée aux forts[21] concerne essentiellement l'attaque et la défense des places et non leur construction.

Un très succinct ouvrage paraît à Anvers en 1580, composé uniquement de planches auxquelles s'apparentent les gravures de Jean Errard, il s'agit du petit traité *Form und Weis zu bauwen*[22] de l'ingénieur et géographe hollandais, Jan van Schille.

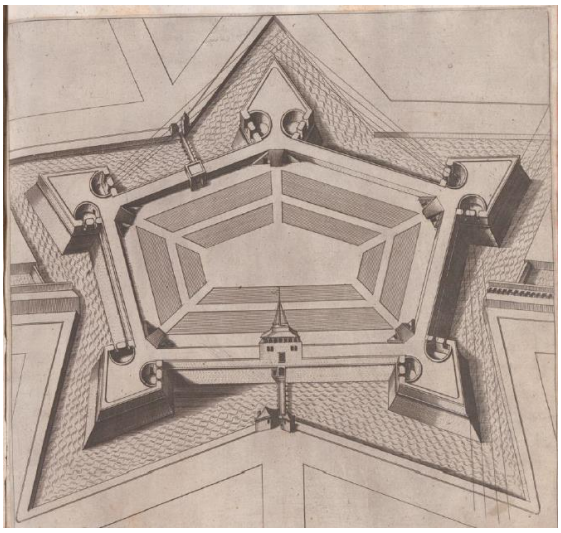


Figure 2.1

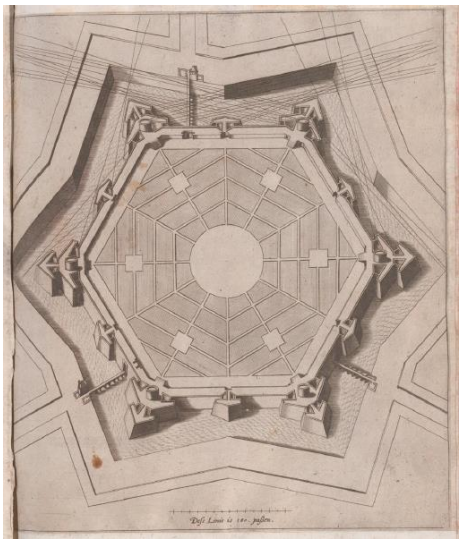


Figure 2.2

Le titre est donné en allemand et en français et ce titre est le seul texte explicatif que contient le traité, mis à part les échelles des planches. Celles-ci montrent des enceintes fortifiées dans leur globalité, sans qu'aucune ne présente le détail d'un seul bastion, ce qui est cohérent avec le fait que les procédures de construction ne sont pas données. Les dessins sont exécutés avec beaucoup de finesse, car Van Schille étant aussi un peintre reconnu qui maniait aisément les représentations selon différents points de vue, parfois en vue aérienne, parfois dans une vue plongeante (Figures 2.1 et 2.2 ci-dessus).

Les ouvrages de Dürer et Van Schille contenaient très peu de géométrie, ce ne sera pas le cas de celui de Daniel Specklin cité plus haut, *Architectura von Vestungen*, qui paraît à

[21] Fronsberger, Leonhardt, *Kriegsbuch*-3..., *op. cit.*, Von Schanßen, fol. CXXIIII- CXXXI.

[22] Schille, Jan van, *Form und Weis zu bauwen… / Maniere de bien bastir, edifier, fortifier & munir Chasteaux, forteresses, villes & autres places. Pour defendre & offendre, empescher & enfermer contre tous invasions& expeditions militaires. En differens & diverses manieres selon la forme & usance de nostre temps, de quelque matiere qu'on veut. Soit de Terre, Bois, Brique, Pierres taillez ou de Rochers naifves tout selon la situation & assiette des Provinces. A l'instruction & utilité des amateurs d'Architecture*. Anvers, Gerard de Jode, 1580. [Bibliothèque palatine, A 84]

Strasbourg en 1589, puis 1599 et 1608[23]. Né à Strasbourg dans une famille de graveurs sur bois en 1536, Daniel Specklin[24] présente de telles qualités de dessinateur que sa famille le destine au métier de brodeur ; il se forme à la gravure, mais lorsqu'il part faire le tour d'Europe en 1552, il s'ouvre à l'architecture militaire : il est en 1554 en Hongrie, où il travaille aux fortifications de Comorra (actuellement Komàrno) et Rabe (Györ), puis poursuit sa formation à Vienne pendant quatre ans jusqu'à devenir lui-même entrepreneur de fortifications ; il est donc à Vienne et en Hongrie au même moment que l'ingénieur italien Carlo Theti, dont on ne sait pas au juste quand il le rencontre. Il est à Anvers en 1560, puis en Scandinavie, Pologne, puis de nouveau la Hongrie et Vienne. Son retour à Strasbourg est provisoire, car il continue à voyager pour travailler. Son troisième déplacement à Vienne en 1569 est à l'invitation de Theti, qui a peut-être été son maître, mais qui devient son adversaire[25]. Heureusement, Specklin trouvera l'appui du commandant en chef de l'armée de l'Empereur Maximilien, le Comte Lazare de Schwendi, et par là-même une situation stable à Strasbourg et en Alsace à partir de 1577.

Les sources italiennes de Specklin ne font aucun doute, si l'on tient compte de sa proximité avec Theti, mais surtout de sa traduction manuscrite du traité de Francesco de Marchi. Cette traduction est contenue dans un recueil[26] dont la première partie (fol. 1-40v) est un manuscrit préparatoire de *l'Architectura von Vestungen*[27]et la deuxième est consacrée à des œuvres de Dürer que nous n'avons pas identifiées précisément en l'absence de gravures, l'écriture y étant particulièrement difficile à déchiffrer. Les planches de l'ouvrage de Marchi sont reproduites avec une finesse et une précision remarquables (Annexe B1, Figure 2.3), les fortifications de Jerusalem], mais le travail de Specklin ne se résume pas à la recopie fidèle d'œuvres italiennes : l'auteur fait preuve d'originalité sur plusieurs points qui n'avaient pas été développés avant lui. Soulignant le rôle essentiel de l'artillerie dans la défense de la place,

---

[23] Specklin, Daniel, *Architectura von Vestungen… op. cit.*. Strasbourg, Bernhart Jobin, 1589 ; Lazare Zetzner, 1599, 1608. [Bibliothèque de Claude Flamand, n°160 ; Bibliothèque Stanislas, Nancy, n°100 950].

[24] Pour toute cette partie biographique, voir Peter, Rodolphe, « Daniel Specklin (1536-1589) et l'art des fortifications », in *Grandes figures de l'humanisme alsacien : courants, milieux, destins*, Société savante d'Alsace et des régions de l'Est, collection « Grandes publications » tome XIV. Strasbourg, Librairie Istra, 1978, p. 203-219.

[25] Peter, Rodolphe, « Daniel Specklin… », *op. cit.*, note 25, p. 215. La version française du livre de Theti sortira la même année que celui de Specklin.

[26] *Architectur des weitberümpten und stritbarenn Hauptman Francisci de Marchis von Bononia,* 1575. Codex mathematicus - Cod.math.fol.4, Württembergische Landesbibliothek, Stuttgart, fol. 78-107 + planches.

[27] . Un autre manuscrit, avec planches en couleurs, de l'*Architectura von Vestungen* datant de 1583, se trouve à Strasbourg, Cabinet des estampes et dessins, sous la cote La 68 [Peter, *op. cit.*, note 1, p. 212].

il retravaille la forme des bastions, pensée au moins autant pour le tir sortant que pour le tir des assaillants[28]. La description des canons des armées impériales fait l'objet de tout un chapitre, suivi d'une discussion à propos de ceux qui doivent être déployés sur les bastions et autres ouvrages défensifs. L'auteur s'excuse de sa prolixité, mais affirme que ce sujet mériterait tout un volume[29] et déclare même que « la puissance de tir doit remplacer les défenses sophistiquées qui engloutissent beaucoup d'argent et ne sont souvent que passives[30] ».

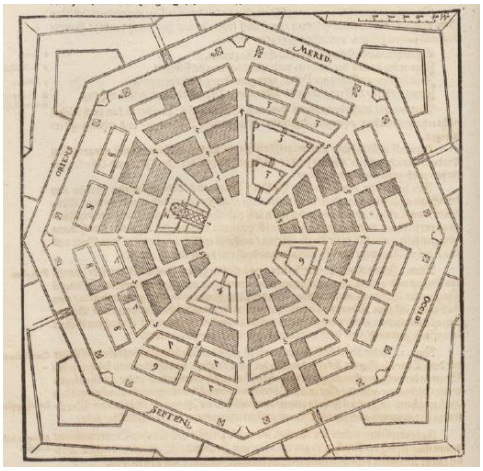


Figure 2.4

À l'intérieur de l'enceinte, l'aménagement de la cité fortifiée tient compte à la fois des habitants civils et du logement des soldats, ce qui donne un plan d'urbanisme à la forme particulière (Figure 2.4, similaire à celle de van Schille donnée en Figure 2.2).

La caractéristique la plus importante des constructions de Specklin face aux opinions des autres fortificateurs est l'utilisation systématique de l'angle droit pour l'angle des bastions. L'auteur l'aura défendue envers et contre tous lors d'un colloque d'architectes militaires présidé par Schwendi à Ratisbonne en 1576, comme se plaît à le raconter Menno van Coehoorn, « le Vauban hollandais » cent ans plus tard : « on disputa sur les Angles trop obtus, & trop aigus des Bastions, qui entre les Ingenieurs de ce tems-là, causoient beaucoup de disputes, & que Speckle rejetta comme très-nuisibles, ce qu'il offrit de démontrer par divers desseins. Son excellence *Schwendi* lui dit, *qu'il devoit prendre garde à ce qu'il faisoit,*

---

[28] Specklin, *Architectura von Vestungen*…, *op. cit.*, 3e partie, chapitres V, VI et VII, fol. 102v-110r [paginé 210 par erreur].
[29] Peter, Rodolphe, « Daniel Specklin… », *op. cit.*, note 59, p. 218.
[30] Specklin, *Architectura von Vestungen*…, *op. cit.*, fol. 64, traduction dans Peter, Rodolphe, « Daniel Specklin… », *op. cit., loc. cit*.

puisque tous les Ingenieurs du monde se conformoient à l'opinion contraire, & qu'il trouveroit des adversaires[31]. » Cela n'empêchera pas Specklin de conserver avec obstination l'angle droit contre « tous les ingénieurs du monde », c'est-à-dire principalement les Italiens dont les conceptions rencontraient un franc succès dans le nord de l'Europe.

2. UNE VAGUE DE TRADUCTIONS D'ITALIEN EN FRANÇAIS

Les ingénieurs italiens apportaient en France leurs savoir-faire, leurs connaissances, et sans doute leurs textes de référence en italien. Il devait cependant exister un lectorat potentiel pour des ouvrages de fortification en français, puisqu'avant même l'éclosion d'auteurs francophones, on constate une vague de traductions, d'abord assez confidentielles, puis avec une diffusion plus large[32], et qui constituent les premiers ouvrages en français sur le sujet. Il est d'ailleurs remarquable que le premier ouvrage entièrement consacré aux fortifications soit le même en italien, en français et en anglais : le *Del modo di fortificar le città* de Zanchi[33], dont les deux traductions ont été entreprises très peu de temps après la publication vénitienne de l'original en 1554.

2.1. LA *MANIÈRE DE FORTIFIER* DE LA TREILLE (1556)

Ce rare ouvrage[34] a longtemps été le seul texte en français sur le sujet des fortifications[35] ; c'est d'ailleurs vrai aussi en anglais, puisqu'il a été repris et littéralement traduit en 1559 par Robert Corneweyle dans *The maner of fortification*[36] qui est le premier manuscrit anglais sur le sujet[37]. Le premier imprimé anglais paraît lui en 1562 sous la plume de Peter Whitehorne[38],

---

[31] Coehoorn, Menno van, *Nouvelle fortification tant pour un terrain bas et humide que sec et élevé…* La Haye, Henri van Bulderen, 1706. Préface, p. **7v, non paginée.
[32] Nous nous basons pour cela sur la présence des titres dans le catalogue collectif de France, hébergé par le site de la Bibliothèque nationale de France (ccfr.bnf.fr), et nos propres visites de bibliothèques.
[33] Zanchi, Giovanni Battista de', *Del modo di fortificar le città...* Venise, Plinio Pietrasanta, 1554.
[34] La Treille, François de, *La Manière de fortifier villes, chasteaux, et faire autres lieux forts, mis en Françoys, par le Seigneur de Beroil Francoys de la Treille, Commissaire en l'Artillerie. A Monseigneur d'Estree, Chevalier de l'Ordre du Roy, Capitaine general & grand maistre de l'artillerie de France*. Lyon, Guillaume Rouille, 1556.
[35] Cf. Vérin, Hélène, *La gloire des ingénieurs*, *op. cit.*, p. 96. La Treille écrit lui-même dans sa préface (p. 4) : « Il a esté peu de gens par le paßé, qui ayent fait preuve, ou monstré gra[n]d effect en ceste partie de fortifier les villes, & encores moins qui en ayent escrit. »
[36] Corneweyle, Robert, *"The keye of the Treasorie." or the maner of fortification of cities, townes, castelles, and other places, woorthie, for the suertie that is to bee found therby…* 1559. Add Ms 28030.
[37] Voir Biddle, Martin, *Robert Corneweyle, The Maner of Fortification…* S.l., Gregg International Publishers Limited England, 1972, Introduction, p. i-vi.

il est également une adaptation intégrale du même original italien et reprend à la fois les gravures de Zanchi et de La Treille. La première œuvre originale anglaise, moins inspirée des Italiens que des nouvelles pratiques vues aux Pays-Bas espagnols, paraît en 1589 sous la plume de Paul Ive[39], ingénieur militaire et espion anglais durant la première guerre anglo-espagnole sous le commandement de Robert Dudley, et qui allait devenir l'un des tout premiers ingénieurs militaires élisabéthains[40]. La Treille et les auteurs anglais ont en commun une position de « seconds » de grands officiers (Ambrose et Robert Dudley, Jean d'Estrées) qui assoit leur légitimité d'écrivains militaires : leur art provient autant du terrain, en particulier des champs de bataille des « guerres de Flandre », que des ouvrages italiens lus directement ou non ; les Grands qu'ils secondent, dédicataires des ouvrages dont ils ont sans doute assuré en grande partie le financement, leur donnent également une reconnaissance institutionnelle.

François de La Treille, Seigneur de Beroil, était commissaire sous les ordres du Grand maître de l'artillerie Jean d'Estrées. En conséquence, il connaissait les terrains de sièges, avait dû accompagner son maître dans ses campagnes et peut-être le seconder pour la fortification du Mont Hulin en Picardie (vers 1550) et le siège de Calais en 1558. Il écrivit un ouvrage d'une dizaine de feuillets[41], qui est un panégyrique de Jean d'Estrées. Publié anonymement, mais signé F.D.L.T. (fol. B7, non signé) l'ouvrage cite l'ensemble des forteresses prises par le Grand maître de l'artillerie entre 1552 et 1563. La Treille était sûrement continuellement dans la suite de Jean d'Estrées, ce qui faisait de lui un homme compétent dans le domaine militaire et la publication du *Modo de fortificar* de Zanchi fut pour lui l'occasion d'en offrir la traduction à son maître. Il ne mentionne jamais Zanchi ni son traité, mais une simple comparaison des deux textes montre que la *Maniere de fortifier* en est bien une traduction, à peine modifiée en certains endroits[42]. Cependant le frontispice ne laisse pas de doute : le texte a été *mis en Françoys* par La Treille, qui précise : « Et pour estre chose de si grande

---

[38] Whitehorne, Peter, *Certain waies for the orderyng of Souldiers in battelray, & setting of battayles after divers fashions, with their maner of marching. And also Fygures of certaine new plates for Fortificacion of Townes...* London, 1562 Ce traité se trouve généralement comme annexé à un autre écrit traduit par Whitehorne : l'*Art de la guerre* de Machiavel. Par ailleurs, il est consacré en premier lieu à l'ordonnancement, comme chez Machiavel.

[39] Ive, Paul, *The practise of fortification, wherin is shewed the manner of fortifying in all sorts of scituations...* London, Thomas man & Toby Cooke, 1589.

[40] Stephenson, Charles, *"Servant to the king for his fortifications": Paul Ive and the practise of fortification*, Doncaster (UK), D. P. & G Military Publishers, 2008.

[41] Anonyme [François de la Treille], *Discours des villes, chasteaux et forteresses, batues, assaillies & prises, par la force de l'Artillerie durant les regnes des Très-chretiens Roys Henry second & Charles ix, estant grand maistre et capitaine général d'icelle le Seigneur Destrées, Chevalier de l'ordre de leur Majesté*. Paris, G. Buon, 1563 [deuxième édition en 1568, c'est celle que nous avons consultée].

[42] Biddle, Martin, *Robert Corneweyle, The Maner of Fortification… op. cit.*, p. iv.

importance, & aujourdhuy tant desiree, j'ay pris la hardiesse de la mettre en nostre langue, & don[n]er ouverture & subjet à toutes gens d'en discourir & disputer comme de chose qui touche à tous[43] ». Le besoin semblait donc urgent et général d'un texte de référence sur ce sujet prisé de « tous ». L'auteur du livre italien traduit n'a pas l'honneur d'être nommé, le prestige de Zanchi ne semble pas compter, contrairement à l'auteur suivant : Tartaglia.

2.2. Le Sixième livre des *Questions et Inventions diverses* de Tartaglia (1556)

Avec un seul exemplaire connu à ce jour[44], la traduction en français du sixième livre des *Quesiti et inventioni diverse*[45] de Tartaglia, consacré aux fortifications, n'était sûrement pas destinée à une grande diffusion. L'ouvrage original en italien est composé de huit chapitres (« livres ») centrés sur les sciences militaires : l'artillerie (qui influencera les auteurs espagnols que nous avons mentionnés), la matière utilisée pour les boulets, la fabrication de la poudre, l'ordonnancement des troupes, les mesures sur le terrain, la fortification (livre VI), les *Questions mécaniques* d'Aristote et la statique. À partir de la seconde édition (1554), le livre VI est augmenté d'un chapitre (*con una gionta al sesto libro*) consacré à la mise en application concrète des six principes exposés auparavant (cf. *infra*).

Le traducteur en français du *Livre VI* nous est inconnu, nous savons seulement que l'ouvrage a été publié à Reims en 1556, soit la même année que la *Manière de fortifier* de La Treille. Dans la préface, le traducteur se justifie d'abord par l'utilité son travail pour les débutants, à la manière de Dürer : « Je n'ay mis ce livre en fra[n]çois, esperant que ceux qui le liront puissent incontina[n]t devenir industrieux fortificateurs de villes & de chasteaux, & scachent bien planter les boulevarts, & don[n]er aux courtines bonne forme[46] .» Mais il recommande plutôt à ces novices la fréquentation des praticiens de terrain et l'acquisition d'expérience : « Je conseille à ceux qui desirent parvenir à la maistrise de telles choses, de

---

[43] La Treille, François de, *La Manière de fortifier villes, chasteaux, et faire autres lieux forts…, op. cit.*, p. 4.
[44] *Livre VI. des demandes et inventions diverses de Nicolas Tartalea Bressan, sur la maniere de fortifier les Cités, eu esgart à la forme et de quelle largeur, espesseur & haulteur doivent estre les Boullevarts, Platesformes & Cavalieres.* Reims, imprimerie de Bacquenois, 1556. Bibliothèque Mériadeck de Bordeaux, fonds patrimoniaux, 910131746.
[45] Tartaglia, Niccolo, *[Il primo [-ottavo] libro delli] Quesiti et inuentioni diuerse / Libro sexto sopra il modo di fortificar le citta rispetto alla forma*. Venise, Venturino Ruffinell, 1546 ; 2e éd. Venise, Nicolo de Bascarini, 1554 ; Venise, Curzio Trojano dei Navo, 1562. Une édition de 1538 est parfois mentionnée, mais Paul Breman (*Books on Military Architecture printed in Venice*, MS 't Goy-Houten (NL), Hes & De Graaf, 2002, p. 324 *sq*) a montré que c'était une extrapolation due au fait que la première Question du premier livre est datée de 1538 et que certains exemplaires du traité commencent à cette page, sans le titre et les feuillets préliminaires.
[46] *Livre VI. des demandes et inventions diverses de Nicolas Tartalea Bressan*, op. cit., fol. A2.

suivre les armes, & veoir & bien considerer les fro[n]tieres de ce Royaume : ou pl[us] qu'en tout autre, ilz trouvero[n]t places imprenables & fortifiées en diverses formes. En chascune desquelles sont plusieurs Capitaines, gentilzhomes, co[m]missaires de l'artillerie, & autres ingenieux personnages […] Je croy que l'experience en toutes choses maistresse, le soit e[n]core en cest endroit[47]. »

Cependant, l'intérêt du livre VI ne réside pas tant dans l'exposition d'une technique de fortification (qui en est absente dans cette version) que dans la formulation de principes de base préalables à toute expérience. C'est là un apport essentiel de Tartaglia : il est l'un des premiers (sinon le premier) à mettre en avant une approche théorique première, une spéculation intellectuelle non issue du terrain, et à décider *a priori* des contraintes qu'il s'impose. Le traducteur a bien saisi l'intérêt de cette méthode et il s'adresse donc aux amateurs de théorie, qui pourront prendre connaissance des principes exposés par Tartaglia : « Seulement ay-je est émeu de rendre ce livre fra[n]çois pour donner occasion aux nobles espritz de discourir sur les six particularitez y mentionnées : afin de retrouver non seulement les plants & modeles promis, desquels Tartalea a esté trop avare, mais encore plusieurs autres meilleurs si faire se peut[48]. »

Le texte est un dialogue entre un personnage nommé « Gabriel Tadin, Chevalier de Rhodes & Prieur de Barlette[49] » et l'auteur, Tartaglia, fondé sur une discussion de la supposée résistance de l'enceinte fortifiée de Turin, suivi de l'exposé par Tartaglia des six principes essentiels qui serviront de guides pour les *maximes* des inventeurs de fortifications[50] : 1° la muraille ne devrait jamais pouvoir être exposé perpendiculairement à l'artillerie ennemie ; 2° la distance entre les canons ennemis et la courtine qu'ils veulent abattre doit être supérieure à celle qui les sépare des bastions de la défense ; 3° la forme de l'enceinte doit être telle que quel que soit l'endroit par lequel les assaillants attaquent, ils se trouveront sous le feu des canons d'au moins quatre endroits différents de la forteresse (ici Tadino témoigne n'avoir

[47] *Ibid.*, fol. A2v.
[48] *Ibid.*, fol. A2v.
[49] Gabriel Tadino di Martinengo (vers 1476 – 1543) a participé à la défense de nombreuses villes italiennes (Brescia, Padoue, Crémone…) et à celle de Rhodes contre les Turcs : il aurait été chargé de fortifier diverses villes (Crema, Cremone, Candie [Héraklion]) dont il est question dans le livre de Tartaglia. Il fut l'ami de ce dernier et le dédicataire de sa traduction des *Éléments* d'Euclide (cf. Promis, Carlo, « Biografie di ingegneri militari italiani dal secolo XIV alla metà del XVII per Carlo Promis » *Miscellanea di Storia italiana*, vol. XIV. Turin, Fratelli Bocca, 1874, notice XXX, p. 76-78).
[50] *Livre VI. des demandes et inventions diverses de Nicolas Tartalea Bressan*, op. cit., fol. B2v, *sqq*.

jamais vu de telles enceintes) ; 4° la muraille doit être conçue de sorte que lorsqu'elle s'effondre, l'obstacle est encore pire pour l'ennemi ; 5° les escarpes doivent être prémunies contre les tentatives d'escalade, non pas par l'artillerie, mais à l'aide de procédés mécaniques ; et 6° l'espace intérieur de l'enceinte doit pouvoir être assez grand pour abriter des zones cultivées, utiles en cas de long siège.

Comme il l'écrit lui-même, Tartaglia n'est pas un praticien de terrain, il se présente au contraire comme ignorant de tout ce qui se fait en matière de fortification ; il assume parfaitement son inexpérience en matière de fortification, puisqu'il met en scène son dialogue avec un militaire perplexe qui lui apprend ce que sont les mesures ordinaires des forteresses[51]. Ses propositions sont peu réalistes pour Tadino, qui est à chaque fois dubitatif. Tartaglia lui promet qu'il lui fera voir le schéma (ou même le modèle réduit) de quelques formes qui répondent à ses maximes. Malheureusement pour le lecteur français, ces mises en pratique se trouvent dans la *Gionta* du livre VI, imprimée à partir de 1554 et que le traducteur ne devait pas posséder car elles ne sont pas dans le livre français. Le traducteur nous a en revanche laissé à lire la longue autobiographie de Tartaglia, dont il signale en marge[52] : « L'autheur laisse son p[ro]pos & ne parle jusque à la fin que de sa jeunesse & des raisons qui l'o[n]t meu [mû] à le faire surnommer Tartalea : le lecteur ny aura pas gra[n]t plaisir. »

La traduction en français a donc été entreprise essentiellement pour la méthode présentée, selon laquelle la réflexion théorique non dictée par l'expérience engendre la formulation de maximes. Les principes de Tartaglia ne seront pas repris tels quels par les fortificateurs qui le suivront, mais nous verrons se développer puis se généraliser cette approche par les maximes chez la plupart des auteurs du XVII^e^ siècle.

2.3. LE *CAPITAINE* DE GIROLAMO CATANEO (1574)

Contrairement au livre précédent, le *Capitaine*[53] se trouve assez bien diffusé en France, à en juger par le nombre d'exemplaires restants dans les bibliothèques, que ce soit en italien ou

---

[51] *Ibid*., fol. C8v [non signé]-D4.
[52] *Ibid*., fol. D4v.
[53] Cataneo, Girolamo, *Le capitaine de Jerosme Cataneo, contenant la manière de fortifier places, assaillir, & defendre. Avec l'ordre qu'on doit tenir pour asseoir un camp, & mespartir les logis d'iceluy*. *Mis en françois et derechef reveu, corrigé & augmenté en plusieurs lieux suyvant la derniere edition de l'auteur*. Lyon, Jean de Tournes, 1574 ; Jacques Roussin, 1593 ; [Genève], Jean de Tournes, 1600 [Bibliothèque de Mathurin Jousse n°105, Bibliothèque de Claude Flamand n°181 ; copié par Constantinoys (cf. *infra* §4.1) et Gentillâtre (cf *infra*, chap. 7, §1.3). Il n'y a pas de différence significative entre les différentes éditions françaises.

en français. Selon certains commentateurs[54], c'est la traduction en français de l'*Opera nuova*, premier ouvrage de Cataneo[55], qui contient un *aggiunta* sur l'artillerie, comme l'ouvrage de Tartaglia cité plus haut. L'*Opera nuova* a été réédité à Brescia avec quatre nouvelles parties en 1571 sous le titre *Dell'arte militare libri cinque*. Or, la 14e planche originale de 1564 montre la coupe longitudinale d'un fossé, avec escarpe et contrescarpe sans aucune perspective, contrairement à la même planche de sa traduction française. Comme l'éditeur Jean de Tournes a fait graver ses planches en respectant scrupuleusement celles de l'original, la traduction a donc été faite sur l'édition de 1571.

Le succès de ce livre tient à notre avis, outre la qualité de son contenu, à la réputation de l'imprimeur / traducteur, Jean II de Tournes, qui avait hérité de l'imprimerie lyonnaise de son père, Jean de Tournes. L'impressionnant catalogue des de Tournes[56] contient des ouvrages traitant de tous les domaines, y compris les mathématiques (œuvres de Jacques Peletier du Mans, les *Arithmétiques* de Savonne, de Gemma Frisius…) qui devaient faire le bonheur de « tout ce que Lyon compt[ait] de lettrés et de savant[57] », milieu humaniste de la « Capitale de la Pensée française[58] » dont faisaient partie nos imprimeurs. Leur conversion à la Réforme, qui obligera Jean II à fuir les persécutions religieuses en 1585, quittant définitivement Lyon pour Genève, pourrait aussi expliquer la bonne diffusion des ouvrages dans les milieux protestants, mais il nous semble que c'est avant tout la qualité des impressions qui a fait le succès des ouvrages. Nous remarquerons que la place des illustrations y est fondamentale, ainsi que le professe Jean I dans l'une de ses préfaces[59] :

> *Si tu n'as le loisir de lire et jouir de la lettre comme tu le désirerois, que tu puisses pour le moins tapisser les chambres de ta memoire des figures d'iceulx* [… car] *les choses d'instruccion qui sont representees à la veuë, et par icelle ont entree en l'apprehension, et de là en avant en l'entendement, et puis en la memoire, esmeuvent et*

---

[54] Cartier, Alfred, *Bibliographie des éditions des de Tournes, imprimeurs lyonnais…* Vol. 2. Paris, Éditions des Bibliothèques nationales de France, 1938, p. 570-571 ; 648 ; 656-657.
[55] *Opera nuova di fortificare, offendere et difendere, et far gli alloggiamenti campali, secondo l'uso di guerra. Aggiontovi nel fine, un trattato de gl'essamini de' Bombarderi, & di far fuochi artefician. Cosa molto utile e dilettevole*. Brescia, Giovanni Battista Bozzola, 1564. La Bibliothèque Stanislas possède cette édition sous la cote 274 553.
[56] Cartier, Alfred, *Bibliographie des éditions des de Tournes… op. cit.*, p. 159-708.
[57] *Ibid*., p. 18.
[58] *Ibid*., p. 9.
[59] Cité par Cartier, *op. cit.*, p. 10-11.

incitent davantage, et demeurent plus fermes et stables, que celles qui ont leur seule entree par l'oreille.

La décision de Jean II de traduire l'ouvrage a peut-être été facilitée par la qualité pédagogique des images dans l'ouvrage original de Cataneo, mais le traducteur ne mentionne pas cette question dans son *Salut* au lecteur[60] :

Ne t'esbahi si j'ay pris la peine de traduire le present œuvre. Car encor que je n'ignorasse point que quelques uns de nos François ont escrit sur le mesme subject : si est-ce que la bonne methode dont a usé nostre autheur, les mesures qu'il a si exactement observees, et le commandement que m'en a faict un mien bon Seigneur, m'y ont faict mettre la plume. Pour ta plus grande commodité j'ay reduit les pas Venitiens à la toise Royale de nostre France: & au reste ay le plus pres qu'il m'a esté possible suyvi mon autheur.

Effectivement, l'auteur a été suivi de manière scrupuleuse, y compris dans les bois gravés et les planches hors texte, qui sont la reproduction fidèle des planches originales, à quelques améliorations esthétiques près (décors essentiellement). Ce qui est fondamental, c'est que Cataneo base son enseignement sur le tracé et que pour cela il donne au préalable la technique de construction géométrique (appelée *operation*) de quelques figures clés et les théorèmes euclidiens nécessaires à leur démonstration : report d'un angle, tracé de perpendiculaires, de parallèles, des angles intérieurs des polygones (triangle à dodécagone), utilisation d'une échelle pour les agrandissements/réductions, division d'un segment en moyenne et extrême raison[61] ou en parties égales. La qualité du dessin nécessite l'apprentissage et la justification mathématique de ces techniques[62] :

Au premier chapitre nous avons declairé plusieurs operations Geometriques, lesquelles nous ont semblé estre necessaires pour desseigner les Boulevards, Forteresses, ou Forts, avec les Courtines d'un boulevard à l'autre, ensemble les

---

[60] *Le capitaine de Jerosme Cataneo, op. cit.*, fol. * 4v.
[61] C'est-à-dire détermination sur ce segment d'un point qui le découpe en deux segments inégaux vérifiant la propriété suivante : le produit des longueurs du segment entier et de la petite partie découpée est égal au carré de la longueur du moyen segment découpé.
[62] *Le capitaine de Jerosme Cataneo, op. cit.*, chapitre second « Comment se peuvent desseigner les Boulevards, avec leurs mesures & autres choses appartenant à iceux », p. 26.

assiettes d'un camp & ce qui luy est necessaire. Toutes lesquelles choses par raison se pourroyent mal desseigner sans l'ayde des susdites operations.

Nous avons déjà constaté (cf. *supra*, chap. 1, §2.2, particulièrement avec Philibert de l'Orme) cette primauté accordée au tracé. Le dessinateur de fortification n'est pas un artiste aux préoccupations esthétiques, mais il recherche avant tout la clarté. La conception d'une forteresse correspond à un projet, un raisonnement facilité par la représentation, il est donc nécessaire de trouver les techniques de représentation qui vont donner corps à ce projet. Nous pouvons prendre le verbe *desseigner* de l'extrait précédent dans le sens du *dessein*, c'est-à-dire du projet. L'usage de l'expression « par raison » nous amène à lire la dernière phrase citée comme un équivalent graphique du « ce qui se conçoit bien s'énonce clairement[63] » : ce qui se conçoit bien et qui doit être transmis sûrement devra être dessiné avec précision, pour cela il faudra apprendre à coucher sur le papier les forme engendrées par la pensée.

Nous ne pourrions cependant pas qualifier les illustrations du *Capitaine* de simples croquis, dans la mesure où leur complexité dépend de leur position dans le cours de l'ouvrage. En effet, la partie mathématique reçoit des figures épurées très semblables à celles des traités de géométrie, y compris des marques de graveurs comme dans la *Protomathesis* d'Oronce Fine (cf. *supra*, chap. 1, §2.1). L'esthétique y évolue au fur et à mesure de l'avancée du propos, qui va de la préparation et des tracés sur le papier à la réalisation des murailles, voire l'attaque des places.

Nous donnons dans les figures suivantes un exemple de cette progression[64] : la Figure 2.5 décrit la manière d'agrandir ou de réduire une figure en se fondant sur la proposition VI-9 des *Éléments* d'Euclide, elle est du style épuré du chapitre mathématique, comme le sont aussi

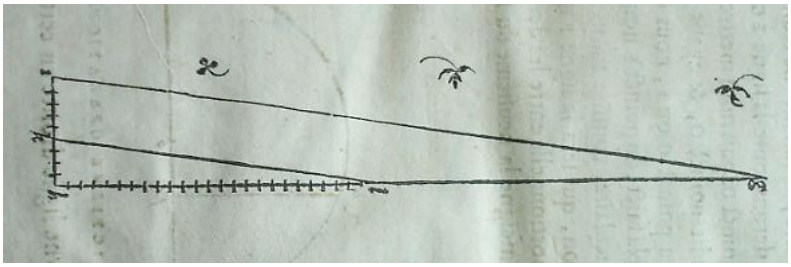


Figure 2.5

[63] Nicolas Boileau, *L'Art poétique*, dans *Œuvres diverses du Sieur D****…, Paris, Denys Thierry, 1674, p. 108 : *Avant donc que d'écrire, apprenés à penser / Selon que nostre idée est plus, ou moins obscure / L'expression la suit, ou moins nette, ou plus pure : / Ce que l'on conçoit bien s'enonce clairement / Et les mots pour le dire arrivent aisément.*

[64] Nous nous servons plutôt de l'édition de 1593, de laquelle nous avons de meilleurs clichés (Médiathèque de Montbéliard, Bibliothèque d'étude et de conservation de Besançon) et dont les illustrations sont identiques à celles des autres éditions.

les Figures 2.6 et 2.7, qui appartiennent pourtant au chapitre suivant. Il s'agit alors de construire le polygone à fortifier (le pentagone ABCDE) puis de bastionner l'un de ses angles ; la description des gestes à effectuer s'attache séparément à chacune des lignes à tracer, qui ne feront sens qu'une fois la forme finale obtenue.

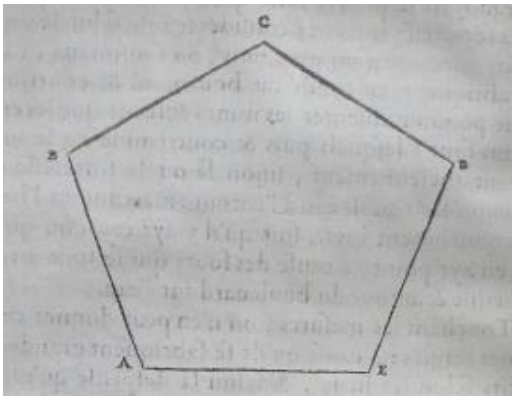


Figure 2.6

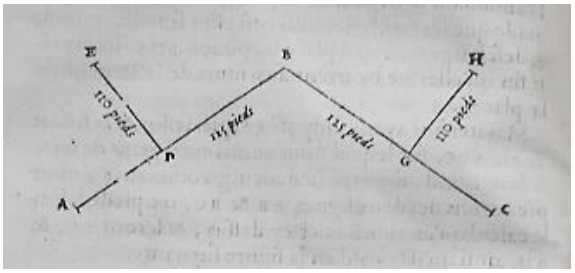


Figure 2.7

À la dernière étape, la construction géométrique qui a été enseignée sur un angle est maintenant mise en œuvre sur une courtine entière, encore dessinée de la même façon, mais présentée dans une planche hors texte (Figure 2.8) qui est la première de cet ouvrage à porter la légende FIGURE.

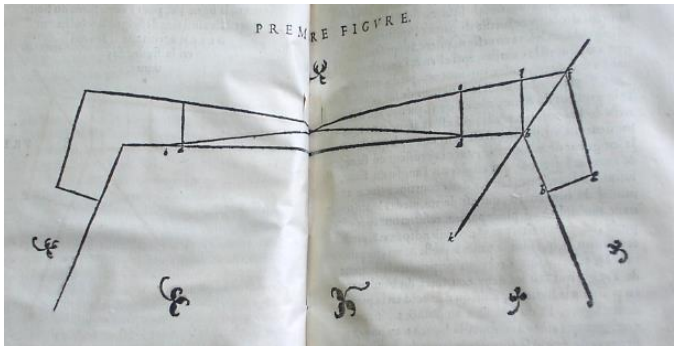


Figure 2.8

Quel est le nouveau statut qui justifie ce nom de « FIGURE » ? C'est la forme même que saisit immédiatement le fortificateur, parce qu'elle est la figuration du front de défense de la forteresse, alors que le mot « figure » correspond chez le géomètre à une représentation d'un objet idéal. Le contour du bastion quitte définitivement le monde mathématique dès qu'il est question de *matière* : la forme va être pratiquement adaptée au terrain sur lequel elle devra être construite, selon la qualité de ce terrain et les fondations que l'on veut. Les figures suivantes montrent trois *façons* différentes de stabiliser le sol, avec pilotis verticaux (Figure 2.9), un lit de rocailles (Figure 2.10) ou un ponton de rondins (Figure 2.11). Remarquons que dans les divers tracés, la partie gauche de la figure reste vierge de toute structure stabilisatrice, comme un témoin de la provenance immaculée de la forme à remplir.

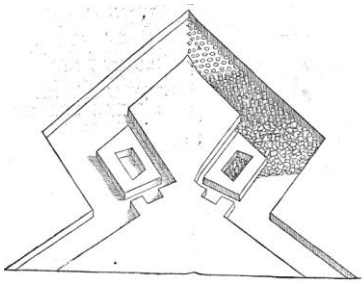


Figure 2.9

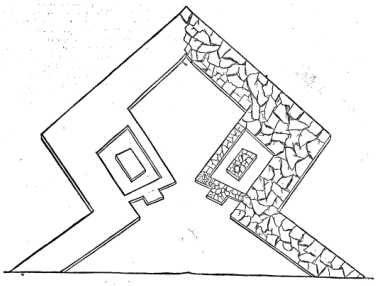


Figure 2.10

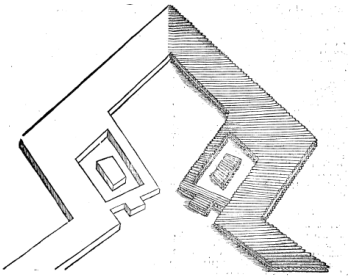


Figure 2.11

Poursuivant méthodiquement sa description de l'édification des bâtiments, Cataneo aborde les différents revêtements dont seront recouvertes les structures stabilisées. La septième FIGURE proposée (Figure 2.12) sert de référence visuelle à la définition (la *declaration*) des différentes parties des ouvrages à construire sur la plateforme : les lignes sont menées à distance fixe du contour extérieur et lui sont donc parallèles. Le contour extérieur avait été engendré de manière mathématique (également avec des mesures, comme nous l'avons vu à la Figure 2.7) et les tracés suivants en découlent. La huitième FIGURE (Figure 2.13) est comme un déploiement de la septième FIGURE, le volume naissant du plan, comme si les formes en deux dimensions s'étaient élevées en hauteur.

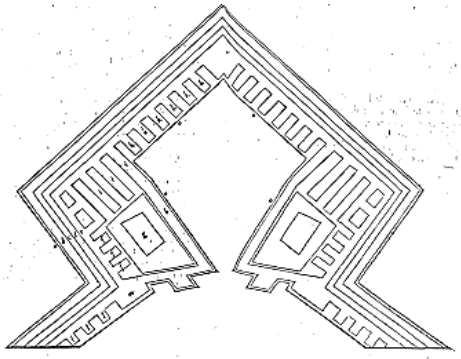


Figure 2.12

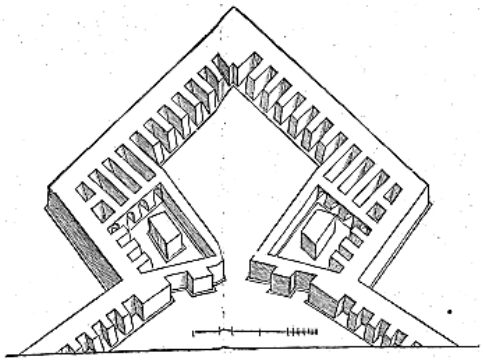


Figure 2.13

La troisième dimension apportée progressivement aux figures géométriques est comme la manifestation de leur entrée dans la réalité de la matière, à la fois par le matériau brut destiné à combler les insuffisances du sous-sol pour établir une chape plane et par les matérieux (pierre, brique…) des ouvrages et bâtiments reçus par le terre-plein ; l'intermédiaire entre le sous-sol et les bâtiments est l'équivalent du plan de la figure I-1-m_8. Le plan et la vue en perspective sont maintenant indissociables et destinés à être utilisés *in situ* par les architectes militaires. Cette éclosion tridimensionnelle n'était pas partagée par tous les fortificateurs

italiens, comme nous allons le voir en étudiant la version française du *Discours* de Carlo Theti.

2.4. LE *DISCOURS SUR LE FAIT DES FORTIFICATIONS* DE CARLO THETI[65] (1589)

Contrairement au précédent, nous ne savons rien du traducteur de cet ouvrage, ni de ses motivations. Le livre[66] a été publié par Barthelemy Vincent, autre libraire calviniste passé à Genève ; nous supposons que l'originalité du texte et la notoriété de l'ouvrage l'avaient fait désirer par les amateurs de fortification. Quant à l'auteur, nous l'avons déjà mentionné à propos de Daniel Specklin (*supra* §1), qui avait probablement été son disciple ou au moins son contremaître, en Hongrie et à Vienne. Les carrières de ces deux architectes présentent de nombreuses similitudes, à commencer par leurs travaux d'architecture dans la sphère impériale et leur qualité de cartographes : Specklin réalise la première carte de l'Alsace en 1576[67], tandis que Theti fait graver le premier plan sur cuivre de la ville de Naples en 1560[68]. Le talent de dessinateur de Specklin fait néanmoins de son *Architectura von Vestungen* un ouvrage esthétiquement très supérieur à celui de Theti[69]. Au-delà de l'esthétique, nous allons montrer que les différences entre ces ouvrages sont avant tout liées à des conceptions différentes de la mise en scène des savoir-faire. Nous retiendrons trois caractéristiques : le mode d'exposition comparatif manifestant l'innovation, l'importance des figures et le rôle fondamental joué par la mesure dans l'engendrement des formes.

---

[65] On trouve les deux orthographes *Theti* et *Tetti* (celle-ci systématiquement en français). Nous choisissons la première car c'est celle que nous trouvons sous la plume de l'auteur lui-même dans le manuscrit de 1583 des livres V à VIII de ses *Discorsi* qui se trouve à la *Sächsiche Landesbibliothek* de Dresden sous la cote Mscr.Dresd.Ob 14.

[66] *Discours sur le faict des fortifications du seigneur Charles Tetti : ausquels est amplement declaré quelle doit estre l'assiette d'une forteresse, la forme, l'enceinte, les fossés, boulevarts, citadalles [sic], & autres choses concernants ledict faict. Avec les figures de chacune d'icelles nouvellement mis en François, reveu, corrigé & augmenté.* Lyon, Barthelemy Vincent, 1589 [Bibliothèque de Claude Flamand, n°188b ; une édition italienne est au n°187 ; Bibliothèque Stanislas n°100952a & b –éditions italiennes de 1589 et 1588]

[67] cf. Peter, Rodolphe, « Daniel Specklin… », *op. cit.*

[68] cf. Marin, Brigitte, « Le plan de Naples de Carlo Theti… » in *Mélanges de l'École française de Rome. Italie et Méditerranée*, 1990.

[69] Theti, Carlo, *Discorsi di fortificationi, del Sig. Carlo Theti, Napolitano...* Rome, Giulio Accolto, 1569. Cette première version, non autorisée par l'auteur comme il l'explique dans la préface de l'édition suivante, est très peu développée. En 1575 paraissent à Venise les *Discorsi delle fortificationi*, qui ajoutent au précédent un second livre présentant surtout des problèmes de mesure à l'aide d'un instrument inventé par l'auteur. C'est cet ouvrage qui a été traduit en français. La version définitive paraît l'année de la mort de l'auteur : *Discorsi delle fortificationi…* Venise, Francesco de Franceschi Senese, 1589, et sera réimprimée en 1617.

Contrairement à Specklin, Carlo Theti (1529-1589)[70] a bénéficié d'une formation scientifique solide, mais même s'il n'avait pas les qualités de dessinateur de ce dernier, les illustrations joueront dans son traité un rôle très important. Il s'engage à vingt ans dans l'armée espagnole, participant à un siège sur la côte nord-africaine[71], puis revient en 1550 à Naples où il étudie les mathématiques et l'architecture militaire. Nous ne connaissons pas précisément ses maîtres, puisqu'il ne cite personne dans son traité, hormis ses homologues architectes militaires, de manière anonyme. Il fait référence à Tartaglia une seule fois, mais sans le nommer explicitement : « Or touchant les tenailles, je n'en parleray pas d'avantage, puisque celui qui dit avoir esté l'inventeur de telle façon de fortifier, confesse, de soy-mesme, en ses escripts, qu'il n'avoit jamais jusques à ceste heure-là veu ne forteresse ne guerre aucune[72]. » Sa notoriété devait avoir grandi avec l'expérience acquise[73] dans les années 50-65, puisqu'il devient conseiller de l'Empereur Maximilien II, de 1565 à la mort de ce dernier en 1576. Son traité de fortification est publié à Rome sans son autorisation en 1569, par « quelqu'un, qui peut-estre pensoit [lui] faire plaisir[74] », l'obligeant ainsi à faire paraître une nouvelle version augmentée en 1575. L'auteur explique ses motivations pour ce travail ainsi[75] :

> *Tellement que me voyant, contre mon gré, exposé à la censure d'un chacun, je deliberay de le faire imprimer une autre fois, apres l'avoir reveu moy-mesme, & adjousté quelques choses concernant le mesme subject […] Or puis que j'ay esté comme forcé de mettre en lumiere ce que je n'avoy dressé que pour mon particulier contentement, je m'assure que tout homme de bon jugement cognoistra aisément, que je n'enten pas que ce traité serve de preceptes & reigles en cas de fortification, ny pour*

---

[70] Nos indications biographiques ont deux sources : Marin, Brigitte, « Le plan de Naples de Carlo Theti… », *op. cit.*, 1990, p. 168-170 ; & l'ouvrage déjà cité de Carlo Promis, « Biografie di ingegneri militari italiani… », *op. cit.*, p. 527-532.

[71] Theti en témoigne lui-même : *sopra di questo dirò solamente, que nella costa di Barbaria viddi espugnar un piccol luogo, detto Africa, ch'era quasi di forma quadra* […] (Theti, Carlo, *Discorsi delle fortificationi…* Venise, Francesco de Franceschi Senese, 1589, Libro Settimo, p. 42). Promis (*op. cit.*, p. 527) transcrit littéralement *e pressa della città di Africa sulle coste di Barberia*, mais Marin (*op. cit.*, p. 169), précise qu'il s'agit d'Afrodisio. Effectivement, la ville tunisienne de Mahdia, qui servait de base aux pirates turcs en Méditerranée a été assiégée et prise en septembre 1550 par la flotte de Charles Quint.

[72] Theti, Carlo, *Discours sur le faict des fortifications…*, *op. cit.*, p. 45.

[73] Le manuscrit non daté D 183 inf. de la Biblioteca Ambrosiana de Milan présente des dessins de fortifications aussi diverses que celles de La Golette (Tunisie), Yvar et Canissa (Hongrie), Haarlem et Anvers (Hollande).

[74] Theti, Carlo, *Discours sur le faict des fortifications…*, *op. cit.*, « Au lecteur », p. 3.

[75] *Ibid.*, p. 3-4.

taxer aucun de ceux qui font semblable profession : car comme j'ay dit, ça n'a esté que pour me contenter moy-mesme, que j'ay cherché le moyen qui m'a semblé necessaire, pour acquérir une telle science : ne suivant pas en ce faict la coustume, mais la raison.

Theti prétend donc avoir dû reprendre la rédaction d'un carnet contenant ses recherches personnelles guidées par la raison intime et non par l'imitation des pratiques de ses homologues. Il est vrai que l'expression et la présentation initiales ont été retravaillées pour l'édition de 1575, en particulier par la réorganisation en chapitres et le développement du discours (les 50 pages initiales en deviennent 84), mais ce n'est pas tout : le texte a été repensé dans une perspective de rédaction ordonnée et exhaustive, comme c'est le cas par exemple pour l'examen systématique des diverses situations (ou « assiettes ») des places (plaines, montagne, mer…)[76] ; ou encore pour la discussion des diverses formes à donner aux courtines et la critique de quelques réalisations de ses contemporains architectes, dans lequel Theti se trouve bien polémique[77] : « Les autres loüent la façon suivante, pour cause de la multiplication des defences : laquelle toutesfois est pire que la precedents pour les raisons susdictes […] Mais qui aura leu [lu] le commencement de ces discours s'appercevra aisément des imperfections qui sont en celle-cy, sans que je m'amuse à traicter de chacune d'icelles plus au long ». Il s'agit d'une véritable rupture par rapport au mode d'exposition habituel des fortificateurs. L'auteur interpelle son lecteur sur ce qui l'oppose à ses homologues ingénieurs militaires et passe au crible de la critique leurs diverses opinions, reprenant les fondements mêmes des pratiques usuelles. Il se trouve au centre d'une véritable « polyphonie[78] » qui implique à la fois les énoncés de ses contemporains, ses réponses et ce qu'il attend de son lecteur. La position d'auteur de référence qu'il ambitionne l'oblige à se situer clairement par rapport à ses contemporains vis-à-vis desquels son discours est parfois virulent, comme dans cet autre extrait[79] :

J'ay plusieurs fois ouy discourir à plusieurs en quel endroit de l'enceinte de la forteresse les portes seroyent bien : & en ay veu faire à plusieurs, & ouy traitter à

---

[76] *Ibid.*, Livre I, chapitre I, *De divers plants & assiettes de forteresses*, p. 5-11.
[77] *Ibid.*, Livre I, chapitre VII, *Des diverses sortes de courtines & de leurs defectuosités & incommodités*, p. 39.
[78] Pour reprendre l'idée exprimée par Evelyne Barbin dans son article « Une approche bakhtinienne des textes d'histoire des sciences », in Rey, A.-L. (éd.), *Méthode et histoire*. Editions Garnier, Paris, 2013, p. 217-232.
[79] Theti, Carlo, *Discours sur le faict des fortifications…*, *op. cit.*, Livre I, chapitre XII, *De l'assiette & place des portes des courtines*, p. 53-54.

d'autres. Plusieurs veulent qu'elles se fassent avec tant de flancs, & detours, que seulement en y pensant, la teste m'en tourne : & de faict, je ne sçay à quel propos ils y font si grande difficulté : car je n'ay pas encor veu qu'aucune forteresse en temps de guerre ait esté prinse [prise] de force par la porte ains [mais] au contraire […] *puis que, selon raison, cela ne peut advenir, je ne sçay à quoy il sert de faire tant de difficulté, là où il n'y en a point*.

Cet aspect intransigeant de l'auteur nous permet de comprendre un peu mieux son opposition avec Specklin, dont le discours reste consensuel, ses innovations étant davantage marquantes dans les gravures que dans le texte. Mais nous nous intéresserons plutôt à l'usage didactique que Theti fait des mesures et des formes dans son propos.

En effet, il cherche à emporter la conviction du lecteur, en faisant d'abord appel à l'évidence visuelle : l'un des premiers auteurs à donner une perspective historique à son discours[80], il trace par exemple les contours des forteresses antiques pour montrer par un simple croquis leur « défectuosité ». Contrairement aux auteurs précédents, il utilise des expressions du type « comme on peut voir au plant cy-après » ou « comme il se voit au quatrieme plant[81] » faisant explicitement référence au *voir*, plutôt que « comme le montre la figure ». La figure elle-même (Figure 2.14) se présente sous la forme de quatre croquis rudimentaires sans mise en scène, contrairement à ce qui se trouvera dans les ouvrages ultérieurs comme ceux des auteurs hollandais de la première moitié du XVII[e] siècle (cf. chap. 6) ; nous relevons justement cette différence, car elle nous servira de marqueur pour les auteurs suivants.

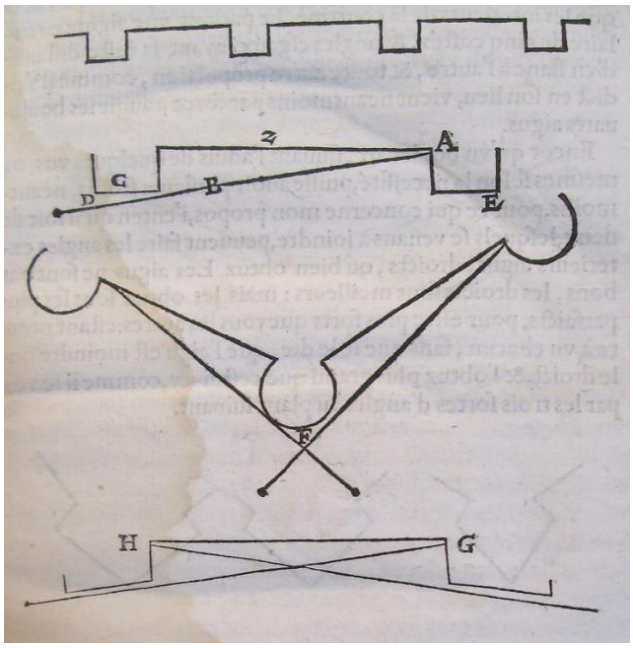


Figure 2.14

[80] *Ibid.*, Livre I, chapitre II, *Des divers moyens de fortifier, desquels on a usé le temps passé, & de leurs defectuosités*, p. 11-13.
[81] *Ibid.*, p. 13. Dans la version italienne : « come si vede nella quarta pianta » (*Discorsi delle fortificationi…*, *op. cit.*, 1575, p. 8)

La multiplication de figures juxtaposées est une disposition graphique souvent utilisée par Theti dans ce premier livre de l'ouvrage, elle se retrouve lorsqu'il s'agit de comparer diverses formes données aux tenailles (Figure 2.15)[82] et aux corridors (Figure 2.16)[83]. Cette disposition convient idéalement à l'analyse comparative des contours, lorsque l'auteur soulève leurs qualités et leurs défauts, écrivant par exemple au sujet des corridors : « Et pour pouvoir mieux defendre ceste levee, il y en a qui ont fait des barbacanes, comme il se voit au plant A, lesquelles ne me plaisent pas, pource qu'il n'en sçauroit venir defence qui vaille […][84] ». Le motif rhétorique général se répète à foison dans l'ouvrage : « les autres ont fait[85] » / « ces raisons me semblent […] mal fondées[86] » ou « me deplaisent particulièrement[87] » / « car il n'en revient aucun profit[88] »/ « chacun ayant jugement les pourra assez comprendre considérant les plants suivants[89] ». Les figures / images concluent ces démonstrations de mots et permettent à Theti d'indiquer les meilleures défenses, le recensement exhaustif faisant de son ouvrage un véritable guide comparatif des méthodes et tracés courants.

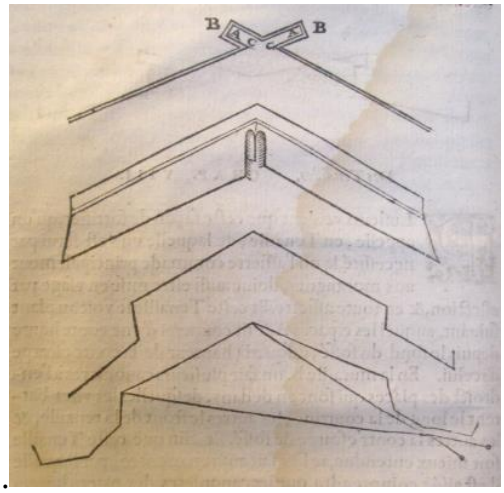


Figure 2.15

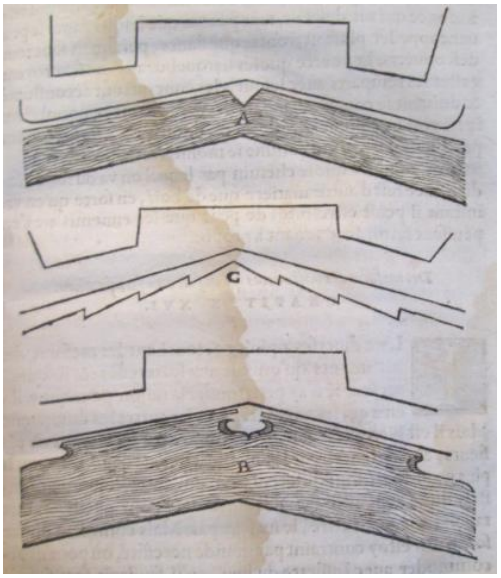


Figure 2.16

[82] *Ibid.*, Livre I, chapitre VIII, *Des tenailles*, p. 44.
[83] *Ibid.*, Livre I, chapitre XV, *Du corridor et de sa levée*, p. 65.
[84] *Ibid.*, *loc. cit.*
[85] *Ibid.*, p. 48.
[86] *Ibid.*, p. 36.
[87] *Ibid.*, *loc. cit.*, p. 48.
[88] *Ibid.*, p. 45.
[89] *Ibid.*, p. 46.

Un dernier point que nous retiendrons à propos de Theti est la place qu'il accorde aux mesures dans le choix des tracés à effectuer. La première moitié du premier livre repose essentiellement sur des comparaisons (sans mesures) de hauteurs, largeurs, épaisseurs des différentes parties du bastion et de son fossé, aussi bien les unes par rapport aux autres dans un même ensemble qu'à l'intérieur d'une même catégorie de structures dans différentes versions proposées par d'autres auteurs. De même, lorsqu'il s'agit de discuter les ouvertures des angles des bastions, l'auteur se borne à les envisager seulement selon les trois types d'angles : aigu, droit et obtus, sans mesure particulière. Dans tous les cas, Theti se trouve dans la position de rejeter le *trop* ou le *trop peu*, l'excès et le défaut, et de favoriser une sorte de *juste milieu*, un compromis entre toutes les pratiques observées, une fois les extrêmes éliminés. Des raisons économiques pourraient en partie expliquer cette recherche de modération permise par la mesure : « Toutesfois, il se faut bien garder de ne faire plus de boulevarts, qu'il n'est de besoing, singulierement s'il semble que les six puissent suffire, de peur que la despence ne fust plus grande à les dresser, & maintenir, tant en temps de paix, que de guerre, que ne seroit le proffit qu'on en pourroit tirer d'ailleurs[90]. » Précisons cependant les préconisations restent évasives et que le discours de Theti porte sur les qualités, plus que sur les quantités.

En revanche, dans la seconde moitié du premier livre, et particulièrement aux chapitres XVI[91] et XIX[92] largement remaniés par rapport à la version de 1569, la question des mesures devient fondamentale, surtout dans les rapports qu'elles entretiennent entre elles. Sur cette question des proportions, le début du chapitres XVI est particulièrement clair[93] :

> *Il y a diverses opinions touchant les mesures des bastiments qu'on fait aux forteresses : & jusques à présent je n'ay peu [pu] trouver la raison pour quoy il y en a qui les augme[n]tent, & les autres les diminuent […] Mais comment que ce soit […] qu'il faudroit fortifier, je voudroy quasi tousjours tenir une mesme mesure, tant en la distance qui doit estre d'un bastiment à l'autre, [qu'] en la grandeur, grosseur, & hauteur : & pour estre mieux entendu, je dy que je voudroy qu'il y eust tant de distance depuis un flanc jusques à l'angle extérieur du bastiment qui defend la courtine, que les*

[90] *Ibid.*, p. 16.
[91] *Ibid.*, Livre I, chapitre XVI, *Des mesures des bastiments qu'on fait aux fortifications*, p. 66-73.
[92] *Ibid.*, Livre I, chapitre XIX, *Memoires, & advertissements concernans le faict de la fortification*, p. 80-91.
[93] *Ibid.*, p. 66-67.

grosses pieces [d'artillerie], lesquelles sont au flanc, puissent avoir plus de force, pour molester les ennemys dans les remparts quy'ils feroyent.

La suite du texte est le détail des mesures de chacune des parties de la forteresse, suivant cette première estimation de la longueur maximale de la *ligne de défense* (ligne « occulte » menant de la pointe du bastion à l'endroit le plus éloigné de la courtine voisine), fixée à quatre-vingts toises. Ce que défend Theti, c'est le choix définitif des longueurs des courtines, largeurs des fossés, épaisseurs des murailles, hauteurs des escarpes, etc., toutes mesures réglées par les contraintes liées à la défense de la place. La suite de ce chapitre XVI est comme une longue promenade sur les remparts, en compagnie d'un architecte expérimenté qui passerait en revue tous les éléments bâtis et détaillerait toutes les mesures citées. Il est important de noter que l'édition non autorisée de 1569 présentait à cet endroit deux illustrations de cannes utilisées comme unités de mesure sur le terrain (Figures 2.17 et 2.18), mais que ces illustrations ont disparu des versions ultérieures, l'auteur renvoyant plus loin les questions de mesure : « ce qui se verra plus par le menu au second livre[94] ». Cette mesure matérielle nous renvoie à la notion de *mesure commune* euclidienne, puisque toutes les distances qui s'y rapportent seront exprimées par des nombres entiers.

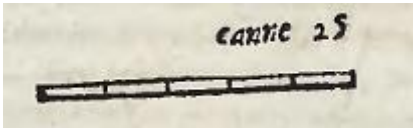


Figure 2.17

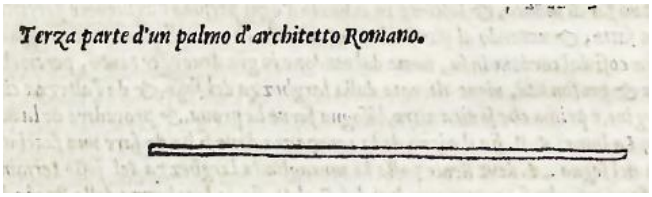


Figure 2.18

Au chapitre XIX, les conseils donnés auparavant sont résumés encore une fois, mais plus sous la forme de courtes *maximes.* Notons que Theti utilise cependant ce mot à propos du nombre de côtés à donner à la forteresse : « Et ne pouvant l'entour, pour quelque raison, estre tout circulaire, il faut chercher de le rendre tel, le plus qu'on pourra : que cecy soit tenu pour une maxime[95] », ou encore à propos de l'abattage des arbres à un quart de lieue autour de l'enceinte « Il ne faut pas toutesfois observer ceste maxime en toute assiette[96]. » La forme de « visite guidée » du chapitre XVI est abandonnée au profit d'un long inventaire de douze pages qui passe en revue tous les éléments des forteresses. Ici, l'auteur rédige ses préconisations

[94] *Ibid.*, p. 68.
[95] *Ibid.*, p. 16.
[96] *Ibid.*, p. 88.

dans un ordre qui n'est plus guidé par le plan géométrique de l'enceinte, mais par l'ordre temporel de la maîtrise d'ouvrage : gros œuvre selon l'assiette du lieu, examen de tous les cas d'angles des bastions, positions des boulevards, etc. C'est un véritable guide méthodologique à destination de « quiconque veut fortifier un, ou plusieurs lieux[97] ».

Le second livre est en apparence composé d'une manière moins cohérente : l'auteur reprend d'une autre façon l'exposé de sa technique de fortification sur le papier, par étapes successives, s'appuyant cette fois-ci sur des planches hors-texte gravées avec soin et contenant leurs propres échelles (Annexe B1, Figure 2.19) ; il poursuit en traitant des murailles et termine en décrivant en détail la composition de deux instruments de son invention permettant la mesure de longueurs d'objets distants (Annexe B1, Figures 2.20 et 2.21). Il semble avoir revu sa présentation pour s'adresser un nouveau lecteur, qui aurait besoin de connaître davantage de géométrie pratique, y compris le maniement des instruments.

L'esthétique initiale assez rudimentaire de l'ouvrage sera encore améliorée pour la version finale italienne de 1589, avec l'ajout de nombreux dessins en perspective, de la main même de Theti comme l'atteste le manuscrit préparatoire offert en 1583 à Christian I[er] de Saxe[98]. Mais cette version, n'ayant pas été traduite en français, n'aura sans doute pas la même portée que l'édition lyonnaise de 1589 ou que l'ouvrage d'Aurelio de Pasino que nous allons maintenant étudier.

2.5. Le *Discours* d'Aurelio de Pasino (Galasso Alghisi) (1579)

Le *Discours sur plusieurs points de l'architecture de guerre*[99] d'Aurelio de Pasino n'est pas à proprement parler une traduction de l'italien, puisque ce natif de Ferrare l'a écrit directement en français. Cet ouvrage représente une articulation entre deux territoires, deux époques : d'une part, l'Italie de la Renaissance, lieu de naissance de la fortification bastionnée

---

[97] *Ibid.*, p. 80.
[98] Theti, Carlo, *Discorsi soura la fortificazion de' luoghi, et altri particolari, di Carlo Theti. Al Serenissimo Cristiano, Prencipe di Sassonia*, 1583. Mscr.Dresd.Ob.14, Sächsiche Landesbibliothek, Dresden.
[99] Pasino, Aurelio de, *Discours sur plusieurs poincts de l'architecture de guerre, concernant les fortifications tant anciennes que modernes. Ensemble le moyen de bastir & fortifier une place de laquelle les murailles ne pourront aucunement estre endommagées de l'artillerie. Par M. Aurelio de Pasino Ferrarois, architecte de tres-illustre Seigneur, Monseigneur le Duc de Buillon*. Anvers, Christofle Plantin, 1579. L'ouvrage ne se trouve pas dans nos bibliothèques témoins, mais il est abondamment cité par Gentillâtre et était certainement bien connu d'Errard, qui succéda à son auteur à Sedan en 1585.

et d'autre part une région géographique correspondant à l'ancienne Gaule belgique[100], qui en sera le terrain de mise en œuvre au XVII^e siècle. Le *Discours* est une véritable promotion des conceptions de l'architecte Galasso Alghissi[101], qui avait été très probablement le professeur de Pasino à Ferrare[102] puisque celui-ci le mentionne comme « lequel sur ceste matiere a proposé des leçons fort exquises & singulieres[103] ». Nous avons trouvé une deuxième preuve de cette filiation dans un manuscrit[104] que possède l'Institut de France et qui est une traduction par Pasino du premier livre du traité d'Alghisi[105]. Le traducteur voulait peut-être honorer un professeur admiré en faisant connaître sa pensée dans le nord de l'Europe, mais son entreprise fidèle s'arrête à la partie la moins intéressante du traité, celle qui contient la critique des défauts des forteresses de son temps et la dénonciation des erreurs des théories de Castriotto et Maggi (nommément cités, contrairement à Theti). Il est possible que le traducteur ait été découragé par les deux cent cinquante-cinq pages de géométrie du second livre, les nombreuses redondances dans la fortification des polygones, à partir du pentagone et jusqu'à celui de 21 côtés. Il est vraisemblable également que Pasino n'ait pas vraiment été intéressé par l'approche théorique d'un maître surtout spécialiste d'architecture civile[106] et dont les préceptes se voulaient indépendants des questions de terrain. Le frontispice du *Delle fortificationi* (Annexe B1, Figure 2.22) renforce cette idée, car il fait appel à une symbolique plus monumentale que guerrière. Alghisi accorde une grande importance à la forme de ses bastions, qui dépend du nombre de côtés du polygone sur lequel ils sont construits : les lignes définissant les bastions sont engendrées par les diagonales du polygone extérieur, par une

---

[100] Cette Province romaine issue des conquêtes de Jules César, comprenait à l'époque de la *Pax romana* (deux premiers siècles de notre ère) le nord et le nord-est de la France, la Belgique, le sud des Pays-Bas, le Luxembourg et l'Allemagne rhénane (Strabon, *Géographie*. Tome II: Livres III et IV. Paris, Les Belles Lettres, 2012).

[101] Promis, Carlo, « Biografie di ingegneri militari italiani dal secolo XIV alla metà del XVII per Carlo Promis », *Miscellanea di Storia italiana*, vol. XIV. Turin, Fratelli Bocca, 1874, notice XVII, p. 186-189.

[102] Mallagh, Christopher, *Science, Warfare and Society in the Renaissance, with particular reference to fortification theory*, Thèse de doctorat, Departement of Philosophy, Division of History and Philosophy of Science, Leeds University, juillet 1981, p. 33 (notes 6 & 7).

[103] Pasino, Aurelio de, *Discours sur plusieurs poincts de l'architecture de guerre…*, *op. cit.*, p. 61.

[104] Pasino, Aurelio de, *Premier livre des discours des forteresses de M. Calasso Alghisi, dit Carpi. Traduit de la langue italienne en la françoise par Marc-Aurèle de Pasin*, fin du XVI^e siècle. Ms 273, Bibliothèque de l'Institut de France. À la suite du chapitre XV, *La responce à certanies objections, contre mes forteresses* (fol. 29v), Pasino insère un chapitre non numéroté, *L'ordre que l'on tient communement po[ur] assiesger une place* (fol. 33), que nous n'avons pas trouvé chez Alghisi.

[105] Alghisi, Galasso, *Delle fortificationi di M. Galasso Alghisi da Carpi Architetto dell'excellentiss Signor Duca di Ferrara Libri tre.* S.l. [Venise], s.n., 1570.

[106] Promis, Carlo, « Biografie di ingegneri militari... », *op. cit.*, p. 188 ; Mallagh, Christopher, *Science, Warfare and Society…*, *op. cit.*, p. 31.

méthode qui se veut universelle mais qui finalement semble plutôt déterminée au jugé selon les cas[107]. Contrairement à l'approche d'un Theti (cf. *supra* §2.4), il n'y a chez lui aucune contrainte sur les distances ou les angles, qui ne sont pas réglés sur la portée du canon ou sa puissance. Il s'intéresse aux proportions entre les côtés des différentes parties des bastions, mais uniquement à la manière des architectes dont l'esthétique est l'une des premières préoccupations[108].

Alghisi se distingue cependant de ses contemporains architectes, par la place accordée dans son traité aux mathématiques, qui lui serviront à la fois d'outil de création et d'outil de validation ; en effet, les lignes géométriques qui engendrent les contours ne sont pas de simples traits dessinés mais des segments définis par leurs propriétés mathématiques (médianes, bissectrices…) et ces propriétés servent ensuite à déterminer les proportions des lignes découpées, en référence aux *Éléments* d'Euclide. L'étude systématique et répétitive d'un grand nombre de polygones et la justification géométrique des proportions attendues sont deux approches caractéristiques dont Errard va hériter directement. Rappelons en effet que ce dernier a fréquenté Pasino, auquel il a succédé au service du Duc de Bouillon[109], et qu'il s'est inspiré des réalisations de son prédécesseur au château de Sedan, même s'il s'est opposé à certain des principes[110].

Il nous paraît donc clair que le *Delle fortificationi* marque une étape dans la conception des livres d'architecture militaire et dans la place qu'y tiennent les mathématiques. Nous retiendrons particulièrement comme critères d'analyse des ouvrages de notre corpus certains des choix propres à Alghisi : l'exhaustivité qu'il s'impose dans l'examen de tous les cas de polygones (dans les limites raisonnables, du pentagone au polygone à 21 côtés) ; la recherche (vaine dans son cas) d'une méthode universelle qui produirait avec le même algorithme de tracé la figure du polygone fortifié, quel que soit le nombre de côtés ; la justification *a*

---

[107] Mallagh, Christopher, *Science, Warfare and Society…*, *op. cit.*, p. 32.
[108] *Ibid.*, p. 31-32. La seule autre mention d'Alghisi se trouve dans un recueil disponible à la Bayersiche Staatsbibliothek de Munich, sous le titre *Galassi Alghisii Carpens., apud Alphonsum II. Ferrariae Ducem architecti, opus* (S.l., s.n., 1566), présentant des planches d'architecture et de perspective finement gravées, dont une seule porte le nom d'Alghisi.
[109] Fara, Amelio, *Il sistema e la città. Architettura fortificata dell'Europa moderna dai trattati alle realizzazioni 1464-1794*. Genova, Sagep Editrice 1989, p. 170. Philippoteaux, A., *Recherches sur la vie et l'œuvre de M. Aurelio de Pasino (1533-1585). Architecte italien des La Marck*. Sedan, Suzaine, 1930, p. 45 & p. 74.
[110] L'Académie réformée de Sedan, dont Errard fut l'un des professeurs, possédait le manuscrit de l'Institut que nous avons cité plus haut, et auquel Errard avait donc accès. Philippoteaux (*Ibid.*, p. 45) souligne que Jean Errard, dans sa *Fortification*, critique ouvertement (mais non nommément) Pasino à propos des contregardes et des courtines rentrantes.

posteriori des tracés par une vérification mathématique des proportions des longueurs obtenues, même si sur ce dernier critère, l'auteur est peu convaincant par manque de rigueur.

Notre dernière remarque sur le traité d'Alghisi concernera l'objet-livre : c'est un in-folio remarquable par la qualité de l'impression, qui en fait « le livre de fortification italien le plus extravagant et le plus beau du XVI^e^ siècle[111] ». Probablement destiné à une diffusion privée[112], il présente cependant des planches hors-texte exceptionnelles, dont on remarque la cuvette circulaire (Annexe B1, Figure 2.23) et d'autres figures dans le texte d'une toute aussi grande précision (Annexe B1, figure 2.24), dont celle d'un instrument géométrique de mesure des lignes distantes (Annexe B1, figure 2.25). Ces compétences en géométrie pratique sont un point commun supplémentaire entre l'auteur et Jean Errard, qui décrira lui aussi un instrument de son invention[113] dans sa *Geometrie* de 1594 (cf. *infra*, chap. 4, §2.2.2).

Ne court-circuitons pas Aurelio de Pasino, dont le *Discours* présente son propre intérêt au-delà de la simple promotion de l'œuvre d'Alghisi. Sa faible diffusion en France ne doit pas nous entraîner à minimiser sa portée, car il a suffi qu'il ait eu des lecteurs influents[114] pour occuper lui-même une place centrale dans l'art des fortifications. La bibliothèque royale de Belgique en possède un manuscrit[115] dont nous supposons qu'il est celui que l'auteur a offert à son dédicataire Guillaume I^er^ d'Orange (*le Taciturne*)[116]. Nous n'avons pas trouvé dans son

---

[111] Paul Breman, *Books on Military Architecture printed in Venice*, *op. cit.*, p. 25-26.

[112] *Ibid*., *loc. cit*.

[113] Lallemend et Boinette (*Jean Errard de Bar-le-Duc*…, *op. cit.*, p. 114, note 2) confondent les instruments d'Errard et d'Alghisi, ce qui est tout à fait incorrect (voir en Annexe B1, Figure 2.25 l'instrument d'Alghisi en en Annexe B2, Figure 4.3 celui d'Errard).

[114] C'est le cas pour Specklin, selon Menno van Coehoorn (*Nouvelle fortification…*, *op. cit.*, 1707, p. 3) : « ayant fait voir manifestement l'an 1589 dans *Pasino*, qui avoit écrit dix ans auparavant combien ce défaut étoit considérable, et qu'en les [les contre gardes] retrécissant il les avoient (sic) rendues meilleures […] », sous le titre marginal de « *Laquelle faute a été déjà corrigée par* Speckle *dans* Pasino 1589 ». Mais aussi Stevin, qui cite *Aurelio de Pastino* (*Œuvres complètes* (1634), p. 655), puis plus correctement *Aurelio de Pasino* (*idem*, p. 659) de concert avec *Daniel Speckel* au sujet des mesures à donner aux courtines.

[115] Pasino, Aurelio de, *Discours de M. Aurelio de Pasino Ferrarois Architecte de tresillustre Seigneur Monseigneur le Duc de Buillon. Sur plusieurs poincts de l'architecture de guerre concernant les fortifications tant anciennes que modernes. Ensemble le moyen de bastir et fortifier une place, de laquelle les Murailles ne pourront aucunement estre endommagées de l'Artillerie*, 1578-1579. Ms 9956, « Bibliothèque de Bourgogne », Bibliothèque royale de Belgique.

[116] En effet, le manuscrit porte sur son quatrième de couverture la devise manuscrite du Taciturne « Je mantiendray Nassau » (Annexe B1, Figure 2.26), et sa dédicace a été corrigée à l'aide d'un bandeau de papier (Annexe B1, Figure 2.27) afin de transformer l'adresse « A treshaut et magnanime Seigneur » en « A treshaut et tres illustre Prince », conformément à la version imprimée. En outre, le dédicataire est qualifié dès la version manuscrite de *lieuten[an]t General pour le Serenissime Prince Mathias archiduc d'Austrice es Pais Bas*. Or, Guillaume d'Orange n'avait reçu ce titre qu'après sa prestation de serment aux États généraux des Pays-Bas le 20 janvier 1578. Enfin, le manuscrit ne mentionne pas le titre de *Gouverneur de Brabant, Hollande, Zelande et*

texte de différence notable avec celui de l'imprimé[117], excepté un paragraphe supplémentaire à la dernière page[118] destiné à justifier l'adjonction de cinq planches détaillant différentes constructions de bastions selon les courtines (y compris une courtine ronde). De manière générale, les dessins du manuscrit sont de bien meilleure qualité que les gravures dans le texte de l'imprimé, surtout en ce qui concerne les murailles, mais nous ne nous expliquons pas pourquoi le graveur de 1579 a systématiquement augmenté le nombre de canons des batteries (voir une comparaison en Annexe B1, Figures 2.28 à 2.31).

Il nous paraît intéressant de mentionner le point de vue de Pasino sur son propre texte, car l'auteur n'a pas voulu le présenter comme un ouvrage de fortification, mais comme un recueil d'observations et de réflexions sur la conception des défenses d'une place, à la lumière de l'expérience acquise et dans la lignée des auteurs précédents[119] :

> *[…] ce petit Discours, contenant ung sommaire de ce que j'ay observé, pour cercher les moyens de resister aux efforts & furieux assaults desquels on use pour le jourd'huy*[120]*, suivant au plus pres qu'il m'a esté poßible, les traces de ceux qui ont escript devant moy, & travaillé de rendre une place tellement forte, qu'en la voula[n]t assaillir & forcer, on soit contraint inventer & practicquer autres formes & façons que celles dont on s'est aydé jusques à present.*

C'est une étrange ambition pour un fortificateur que de vouloir obliger les artilleurs à inventer de nouvelles « façons d'assaillir ». Nous dirons cependant que le *Discours* est en bonne partie consacré aux techniques utilisées pour assiéger une forteresse et battre en brèche la muraille : Pasino rappelle des élements d'histoire de la poliorcétique en citant les architectes Vitruve, Alberti et Serlio[121], les stratèges Végèce, Flavius Josèphe et Valturio[122], et celui qui en est la synthèse, Archimède[123]. Les considérations sur les batteries occupent une place non négligeable[124] et mènent directement à une discussion des divers éléments des enceintes (boulevards, ravelins, « moineaux », etc.) La puissance et la portée des canons sont

---

païs d'Utrecht que le Taciturne obtint après la signature de l'Union d'Utrecht le 23 janvier 1579. Le manuscrit a donc probablement été terminé avant la fin de l'année 1578 et offert à Guillaume au début de 1579.

[117] Si l'on excepte le poème de Charles de Navières qui figure en tête du traité, des changements dans l'orthographe et quelques modifications ou erreurs de composition du texte [« quelques Angles extérieurs » au fol. 12 du ms devient « quelques Angles intérieurs » au fol. 26 de l'imprimé].

[118] Pasino, Aurelio de, *Discours sur plusieurs poincts de l'architecture de guerre…*, *op. cit.*, p. 95 *sqq*.

[119] *Ibid.*, p. 4.

[120] « aujourd'huy » dans le manuscrit 9956 de la Bibilothèque royale de Belgique.

[121] Pasino, Aurelio de, *Discours sur plusieurs poincts de l'architecture de guerre…*, *op. cit.*, p. 15, *sq*.

[122] *Ibid.*, p. 20.

[123] *Ibid.*, p. 11 & p. 16.

[124] *Ibid.*, p. 25-33.

discutées dans la droite ligne des *Quesiti* de Tartaglia (Annexe B1, Figures 2.32 et 2.33), ce qui mène le propos aux réponses à apporter à la furie du canon et à l'immense responsabilité de l'architecte militaire, dont il est souvent question dans le traité. L'architecte est savant dans les disciplines libérales, et particulièrement en géométrie, sans laquelle « toutes les inventions d'Archimedes eussent servi de peu de choses, comme destituees de leur principal fondement[125] ». Le vrai architecte maîtrise son art, qu'il a mis à l'épreuve sur les champs de bataille, il est donc « besoin observer les reigles données par ceux qui sont vrais Architectes, & qui ont employé la plus grande partie de leur aage, et souvent exposé leur vie pour servir à la posterité[126] ». Mais l'architecte n'est rien sans le maçon qui traduit sa pensée en matière, « car l'ouvrier nest autre chose, en comparaison de 1'Architecte, que sont les outils & instruments à l'ouvrier par dessus lequel il doit estre plus respecté, & est d'autant plus digne, que l'ame est plus excellente que le corps[127]. »

À l'opposé, Pasino met en garde son lecteur contre les imposteurs, « certains escumeurs, qui usurpent & s'attribuent le nom d'Ingenieurs […] n'estans garnis que d'un masque de sçavoir, d'une mer de parole, d'un abysme comblé & fardé de persuasion, & d'une presomption de vaillans & experimentés soldas[128] ». La question du titre que s'arrogent ces imposteurs n'est pas anodine dans ce milieu d'autodidactes sans reconnaissance académique[129]. La fonction d'ingénieur était briguée par des hommes aux compétences acquises sur le terrain des guerres, mais des personnes au moindre talent pouvaient se targuer d'expériences imaginaires et occuper des places aux rétributions financières convoitées. La diatribe de Pasino lui a sans doute été inspirée son propre vécu. En effet, même si l'on ne connaît pas précisément la vie de Pasino à l'époque de la publication du *Discours*, il se revendique du service du Duc de Bouillon tout en cherchant à attirer les grâces du Prince d'Orange. Les familles de Bouillon et d'Orange étant liées, il est fort possible que notre architecte ait été au service de l'une et de l'autre, comme l'affirme un historien italien[130]. Dans le texte suivant, qui nous rappelle irrémédiablement le désastreux sac d'Anvers en 1576

[125] *Ibid.*, p. 12.
[126] *Ibid.*, p. 51.
[127] *Ibid.*, p. 13.
[128] *Ibid.*, p. 85.
[129] Cf. Vérin, Hélène, *La gloire des ingénieurs*, *op. cit.*
[130] Rocchi, en 1908, cité par Mallagh, Christopher, *Science, Warfare and Society…*, *op. cit.*, p. 34, note 1.

par des soldats espagnols, il met face à leurs responsabilités, morales autant que temporelles même les « vrais » architectes[131] :

> *Le temps est perdu, quand on l'occupe à ce qui est de peu ou point de valeur. L'honneur est mort ou suffoqué, quand la honte le surmonte. L'argent est inutile, quand il ne profite point. Et l'homme est moins que rien, si toutes ces choses lui deffaillent […] Où sera le los, & reputation de l'Architecte, qui, pour avoir espargné une somme d'argent, & hazardé avec son honneur la vie de tant de bons habitans, par son ignorance ou temerité, aura esté cause de leur mort & d'un execrable violement de femmes & de filles, ensemble la perte de leurs biens ? Ne devra-lon pas plutost appeler telles œuvres dissipation & follies que fortifications ?*

Ce n'est qu'à la toute fin de l'ouvrage que Pasino donne son procédé de construction d'une forteresse pentagonale sur le papier[132] en un appendice décrivant la procédure à suivre, dans l'ordre des instructions. Le plan de cette forteresse avait été « promis » dans le cours de l'ouvrage, il est accompagné d'une « briefve declaration des lignes, lesquelles sont necessaires en la formation d'iceluy, tant pour enseigner, & apprendre la practique de le composer, que pour agréer à ceux qui desirent n'avoir beaucoup de peine ou travail à cercher les sciences, dont mesmes ils font profession[133]. » Il s'agit de combler une ignorance en fournissant les instructions pour tracer les forteresses sur le papier, surtout aux incompétents dénoncés plus hauts, auxquels l'auteur réserve sa petite pique finale.

Même si nous pouvons lire un peu d'ironie dans les jugements de l'auteur vis-à-vis de ceux qui désirent s'épargner la peine de rechercher par eux-mêmes, il est néanmoins question de l'intelligibilité d'une figure complexe (Figure 2.34), et cette intelligibilité est facilitée par la rédaction du texte reprenant dans l'ordre les éléments à tracer et l'ordre dans lequel il faut les tracer, afin que le lecteur puisse « entendre facilement faisant lecture de ce qui s'ensuit[134]. » Cette figure du pentagone fortifié est esthétiquement comparable à ce que nous avons déjà étudié chez Alghisi ou dans les figures de l'ingénieur anonyme du manuscrit polonais de la Figure 1.2 (cf. *supra*, chap. 1, §1.1.1). C'est ce qui se trouve dans de nombreux traités depuis

---

[131] *Ibid.*, p. 49.
[132] *Ibid.*, p. 91-94, *Instruction et demonstration du plant geometrique, pour figurer la forteresse cy-devant descripte*.
[133] *Ibid.*, p. 91.
[134] *Ibid.*, *loc. cit*.

Vitruve : des traits à profusion dans des dessins destinés à être montrés, voire impressionner les spectateurs par la qualité, la symétrie, la complexité de leur agencement.

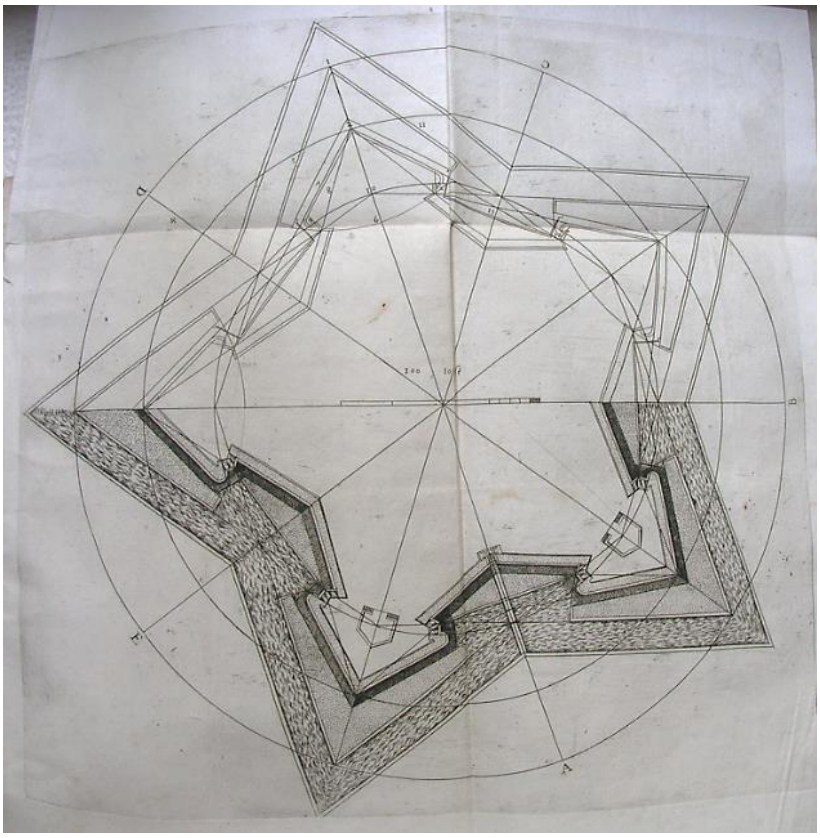


Figure 2.34

La réelle conclusion du *Discours* se situe juste avant cet appendice technique, c'est une paraphrase du Psaume 127, le *Nisi dominus* : « Estant principalement appuyez sur la puissance, force, bonté & misericorde de de (sic) celuy, sans la garde & vigilance duquel nulle cité & forteresse, quelque bien munie & bastie qu'elle soit, ne peut durer ny subsister. A luy soit tout honneur et gloire à jamais[135]. » La référence aux textes bibliques est relativement rare chez les auteurs de fortification, mais nous retrouvons ce type d'appel à la liturgie chez des écrivains protestants, tout particulièrement Perret que nous étudions ci-après[136]. Pasino appartenait-il à la cette minorité religieuse ? La question n'a pas encore été réglée, mais pourrait en partie expliquer son attachement à Sedan, grand fief protestant, et à Guillaume de

[135] *Ibid.*, p. 90-91.
[136] Voir la légende de la seconde planche de son ouvrage (cf. *infra*, Figure 2.38) : « On a beau sa maison bastir, si le Seigneur n'y met sa main, cela nest que bastir en vain. Quand on veut ville garentir, on a beau veiller sans Dieu, rien ne profitera ».

Nassau[137], mais de récents travaux[138] montrent que l'histoire de l'intolérance religieuse en Lorraine est bien plus complexe qu'on ne l'avait soupçonné.

3. L'ÉCLOSION D'AUTEURS FRANCOPHONES

Bien que non centrale dans notre étude, cette question de l'appartenance religieuse des ingénieurs militaires a déjà été soulevée par plusieurs historiens, qui remarquent une surreprésentation des Protestants dans le corps des fortifications à l'époque de Henri IV[139]. Dans la période qui nous intéresse, guerre et affaires religieuses vont souvent de pair (guerres civiles en France, guerre de quatre-vingts ans dans les Pays-Bas, offensives de Richelieu contre les places fortes protestantes…), et l'existence d'une seule paroisse réformée dans la région parisienne, à Charenton, n'a pu que favoriser les échanges et l'*entre-soi* dans ce qu'il convient de qualifier de *milieu* des ingénieurs et architectes protestants de Paris. Anne Blanchard rappelle qu'à l'époque d'Errard « le choix d'un métier ne fut jamais uniquement pure affaire d'aptitudes et de goût personnel, mais au moins autant affaire de tradition de famille ou de groupes[140] ». Elle évoque « des jeux de patronage, de parrainage ou de clientèle » et les solidarités caractéristiques d'un *milieu*[141]. Dans l'historiographie, beaucoup ont cherché à décrire cette petite société protestante très soudée, mais la question est complexe et n'a été évoquée que de manière évasive. Nous aborderons ce sujet pour notre part en indiquant tous les nouveaux éléments qui permettent de réexaminer la question. Nous pouvons déjà remarquer qu'au moment de la lente accession d'Henri IV au trône, au tournant du XVII^e^ siècle, les ouvrages de fortification français qui paraissent sont le fait d'auteurs protestants : Perret, Bachot, Flamand, et enfin Errard.

La confession des auteurs n'est pas sans incidence sur les publications : outre Jean Errard, dont l'ouvrage est financé par le roi lui-même, les trois ingénieurs sur lesquels nous allons

---

[137] Cf. Philippoteaux, A., *Recherches sur la vie et l'œuvre de M. Aurelio de Pasino (1533-1585). Architecte italien des La Marck*. Sedan, Suzaine, 1930, p. 9.
[138] Gaber, Stéphane, « Jean Errard de Bar-le-Duc… », *op. cit.*, 1990.
[139] Blanchard, Anne, *Les ingénieurs du « Roy » de Louis XIV à Louis XVI, étude du corps des fortifications*. Montpellier, Université Paul-Valéry, Montpelllier III, 1979, p. 251-253, *passim* ; Dolza, Luisa & Vérin, Hélène, « Figurer la mécanique : l'énigme des théâtres de machines de la Renaissance », *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 2004/2, n°51-2, p. 28 ; Buisseret, David, *Ingénieurs et fortifications avant Vauban. L'organisation d'un service royal aux XVI^e^- XVII^e^ siècles*. Paris, MEN, CTHS, 2000, p. 82).
[140] *Les ingénieurs du « Roy »…, op. cit.*, p. 251.
[141] *Ibid.*, p. 251. Voir aussi Buisseret, David, *Les ingénieurs du roi au temps de Henri IV*. Paris, MEN, CTHS, Bulletin de la section de Géographie, tome LXXVII, année 1964. Paris, Bibliothèque nationale, 1965, p. 34.

nous pencher ont un lien avec Henri IV : Perret et Flamand lui dédient leurs traités (dans l'édition de 1597 pour Flamand), Bachot prend son parti au premier siège de Paris de 1590, et le suit à Melun, dont il sera nommé ingénieur des fortifications. La période de changements politiques des années 1590 en France a pu favoriser l'éclosion d'auteurs qui auparavant avaient peu fait état de leurs convictions religieuses, et l'on sait par ailleurs que le nouveau roi n'a pas lésiné sur la dépense pour conquérir (ou reconquérir) ses partisans. L'époque de la publication de l'Édit de Nantes (1598) a pu être une sorte d'état de grâce pour les Protestants, encourageant des personnes jusque-là discrètes à se manifester pour la plus grande gloire du souverain.

3.1. JACQUES PERRET, « GENTILHOMME SAVOYSIEN » : L'URBANISTE ET LES MODÈLES RÉDUITS (1594 ?)

Nous savons peu de choses sur la naissance et la vie de Jacques Perret (vers 1540 – vers 1610). Son nom apparaît en 1573 dans les archives de Savoie comme « Lecteur ès art d'arithmetique et geometrie » au collège des Jésuites de Chambéry[142], ce qui met en évidence ses compétences en mathématiques, même si elles ne transparaissent pas dans son traité. Converti au Protestantisme à la fin du XVI^e^ siècle, il émigre à Paris et y publie son œuvre[143], qui est bien connue des historiens de l'architecture, puisqu'elle est l'une des premières donnant des représentations de bâtiments d'habitat collectif et que l'auteur y propose aussi un modèle de temple protestant qui sera largement utilisé après l'édification du second temple de Charenton par Salomon de Brosse en 1623[144].

Il est difficile de tracer précisément l'histoire des éditions de ce livre. De nombreuses bibliothèques en possèdent des exemplaires incomplets (dont manque souvent le frontispice), non datés, ou reliés dans un ordre incorrect. En effet, l'ouvrage est essentiellement composé de planches, dont les textes ne sont que des descriptions à peine commentées, il n'a pas de

---

[142] Nos renseignements biographiques proviennent essentiellement de Patricia Mary O'Grady, *An Investigation into Jacques Perret's "Des Fortifications Et Artifices. Architecture et Perspective." c. 1601* (Ph.D. dissertation, University of Toronto, 1993), par l'intermédiaire de Morgan Ng, doctorant en histoire de l'architecture à l'université d'Harvard, que nous remercions chaleureusement ici.

[143] Perret, Jacques, *Des fortifications et artifices, architecture et perspective de Jaques Perret gentilhomme savoysien*. S.l. [Paris], s.n. [l'auteur ?], s. d. [1594 ou 1601]. Réédité en français et en allemand à Francfort en 1602, puis 1613, puis plusieurs fois à Paris sans date (en 1620, vers 1675, vers 1690-1710 selon la BnF).

[144] Cf. Garvan, Anthony, « The Protestant Plain Style before 1630 », *Journal of the Society of Architectural Historians*, vol. 9, n°3 (octobre 1950), p. 4-13.

sommaire, ni d'adresse au lecteur. Dans certains tirages, les feuillets ne sont pas numérotés, les cahiers pas signés, ce qui rend l'organisation délicate pour les relieurs. Il se peut qu'il ait été édité à compte d'auteur à Paris avant 1600, quoique la dédicace au roi soit datée du premier juillet 1601, et le privilège également de 1601[145]. Cette publication sera suivie dès 1602 de deux éditions à Francfort, l'une en français et l'autre en allemand, par les libraires De Bry qui reprennent la composition de l'ouvrage et la distribution des figures dans les planches, isolant certaines des illustrations. Ces libraires réputés améliorent également la lisibilité de l'ouvrage en ajoutant une adresse au lecteur et une note au relieur (*An den Buchbinder*) en dernière page.

On remarque dès le frontispice (Annexe B1, Figure 2.36) l'une des caractéristiques de l'œuvre pour l'historien de l'architecture : le militantisme protestant[146] manifesté par les citations bibliques qui ornent le contour des édifices. C'est particulièrement spectaculaire dans la seconde planche, qui décrit la forteresse hexagonale littéralement entourée du Psaume 33[147], ou celle qui présente le pentagone fortifié (Figure 2.38, page suivante), dont le glacis extérieur semble protégé par les paroles du Psaume 127, « citation biblique et pieuse apparemment incongrue, qui ne reçoit aucune explication[148] ».

La procédure géométrique qui engendre ces formes n'est aucunement expliquée, Perret se contentant de donner les différentes longueurs, largeurs et hauteurs qu'il obtient, et de décrire en détail l'organisation urbaine à l'intérieur des remparts. Il signale d'ailleurs que cette organisation est pensée pour la défense de la place et que les autres longueurs et distances pourront être trouvées par mesure directe sur le plan, grâce à l'échelle qu'il fournit (à gauche sur la Figure 2.38) : « De la place du milieu, le canon peut battre tout au long de toutes les rues. Tous les bastimens sont en quadrature jaçoit que la forteresse soit de 5 costez. Rapportant les mesures que l'on voudra sçavoir avec le compas sur l'eschelette, qui est icy de

---

[145] Les catalogues de certaines bibliothèques inscrivent 1594 comme date de parution -ce que fait également Anthony Garvan (*op. cit*, p. 9)-, probablement parce que le frontispice inclut un plan dont la légende mentionne : « La grande ville de Paris a esté assigee (sic) & prise / Par le grand Roy Henri IIII le vingt deuxiesme de Mars 1594 » (Annexe B1, Figure 2.35). La *Bibliographie* de Jordan (*op. cit.*, p. 205) retient également cette date.

[146] Expression de Philipp Benedict, citée par Ng, Morgan, « Collage, Architectural Inscription, and the Aesthetics of Iconoclasm in Jacques Perret's *Des fortifications et artifices* (1601) », *Journal of Medieval and Early Modern Studies* 45:3, 2015, note 8, p. 591.

[147] Reproduite et analysée par Ng, Morgan, *op. cit.*, p. 571 (Annexe B1, Figure 2.37).

[148] *Ibid.*, p. 576 (c'est nous qui traduisons). Ces citations disparaissent dans les éditions allemandes.

80. toises, & au profil on trouvera ce qu'on cerche, tant au plan qu'en la Perspective[149]. » Le profil est donné sur la première planche, qui n'indique que le plan au sol des bâtiments et pas leur vue en perspective.

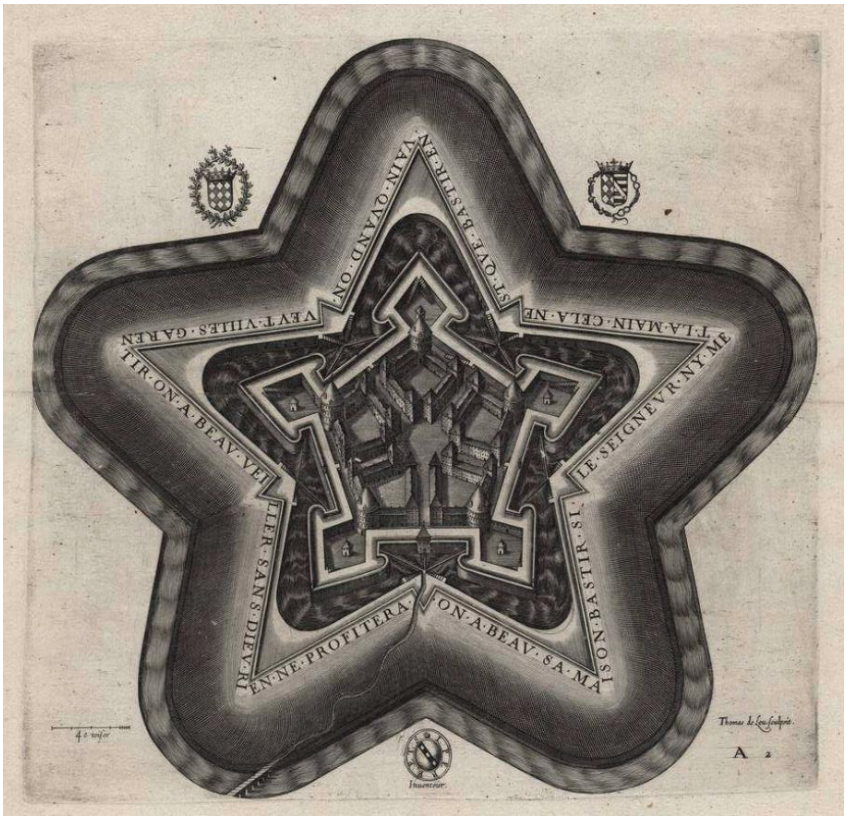


Figure 2.38

Perret ne mentionne que deux fois les mathématiques, d'abord pour s'expliquer sur leur absence dans son texte : « Pource que plusieurs ont escrit des principes de Geometrie, fortifications, Architecture & Perspective, je n'en mets point en ce livre, ains seulement des effects d'iceux[150] », puis en conclusion[151] :

> *Pour bien bastir & demonstrer, les Mathematiques sont fort necessaires, car par icelles il faut bien composer, faire le plan & la perspective tant du dehors que du dedans, & surtout le modelle accomply, & le plus petit est le plus plaisant & commode. C'est le principal de l'architecture, pour bastir sans repentance, & en avoir un singulier contentement. J'en ay, & faict aucuns en carton, accomplis de villes entieres,*

[149] Perret, Jacques, *op. cit.*, édition de 1601, feuillet signé A.
[150] *Ibid.*, fol. C, dernier paragraphe.
[151] *Ibid.*, dernière page, non paginée.

fortifiees, & de chasteaux, temples, pavillons & autres bastimens particuliers de ce livre qui ne sont pas plus grands que leurs perspectives.

Il s'agit donc de maquettes en carton, première forme de plans-relief dont Perret préconise l'usage à des fins de contrôle, mais que l'architecte pourra aussi utiliser pour sa propre satisfaction, c'est-à-dire pour avoir une vue tridimensionnelle de sa création. L'auteur a-t-il utilisé ses modèles en carton pour dessiner les bâtiments et forteresses de son ouvrage ? Il est clair que les représentations architecturales y sont prépondérantes, ce qui donne au *Des fortifications et artifices* une place à part dans notre étude, car le sujet en est davantage l'urbanisme que la fortification et qu'à la manière d'un livre d'architecture civile, son objectif est avant tout de montrer les réalisations, sans réel préoccupation didactique à propos de la production des figures. Il en va tout autrement des publications d'Ambroise Bachot sur lesquelles nous allons maintenant nous pencher.

3.2. Le Parisien Ambroise Bachot : géométrie, *réduction en art* et *perspective militaire* (1598)

La vie d'Ambroise Bachot est assez peu connue[152], mais l'on sait qu'il a passé une quinzaine d'années[153] dans l'armée aux côtés du capitaine italien Agostino Ramelli dont nous examinerons le *Diverse et artificiose machine* de 1588 (cf. *infra*, chap. 3, §2.1.2). Il avait la fonction de « conducteur des dessins », et c'est probablement lui que Ramelli accusera du vol d'une partie de ses planches de machines, à tort ou à raison[154]. En effet, un an avant le *Diverse et artificiose machine*, il publie *Le Timon du Capitaine AB Bachot*[155], qui est considéré de fait comme « le premier ouvrage français consacré à la fortification moderne[156] ». Malgré cette position unique, l'ouvrage ne semble pas avoir connu une grande diffusion puisqu'il n'en

---

[152] Cf *Imprimeurs et libraires parisiens du XVIe siècle, ouvrage publié d'après les manuscrits de Philippe Renouard…*, tome 2. Paris, 1969, p. 3-6, dont nous tirons nos renseignements biographiques.

[153] Depuis 1571, jusqu'à la publication de son premier ouvrage en 1587, participant en particulier au premier siège de La Rochelle en 1573, sous le commandement du futur Henri III.

[154] Martha Teach Gnudi (« Agostino Ramelli and Ambroise Bachot », *Technology and Culture*, vol. 15, n°4, octobre 1974, p. 625) tranche nettement en faveur de Ramelli, se basant sur des erreurs de Bachot. Hélène Vérin est plus nuancée (Dolza, Luisa & Vérin, Hélène, « Figurer la mécanique… », *art. cit.*, p. 14).

[155] Bachot, Ambroise, *Le Timon du capitaine AB Bachot le quel conduira le lecteur parmi les guerrieres mathematiques sur les reductions des unes aux aultres figures Geometriques et instrumentz de mesurer toutes distances et representer tous corps en Perspective. Joinct un traicté fort utille des Fortifications, Machines de guerre et aultres particullarités. Inventés par l'auteur.* Paris, l'auteur, 1587.

[156] Dolza, Luisa & Vérin, Hélène, « Figurer la mécanique… », *art. cit.*, p. 14, note 29. Les auteurs veulent sans doute dire que c'est le premier ouvrage d'un auteur français publié en France.

reste que quelques exemplaires[157]. Cela peut s'expliquer par sa fabrication complète dans la demeure familiale, rue de Seine à Paris, qui en a rendu la distribution confidentielle mais présente pour nous un intérêt supplémentaire. En effet, le *Timon* a été entièrement gravé par son auteur, tant le texte que les figures géométriques, illustrations d'instruments et planches de fortification ou de machines. Comme son édition n'a impliqué ni libraire ni graveur autre que l'auteur, celui-ci s'adresse directement à son lecteur. L'inventivité d'Ambroise Bachot, cet ingénieur doué pour le dessin, s'est traduite sur le papier sans intermédiaire, de même que ses objectifs et ses choix didactiques.

Ne concluons pas cependant de la faible présence du *Timon* dans les bibliothèques actuelles qu'il n'a eu aucune une portée : l'appartenance de l'auteur au milieu des ingénieurs protestants parisiens[158] et sa polémique avec le capitaine Ramelli ont dû favoriser l'intérêt pour ses planches, qui ont très certainement circulé dans ce milieu que nous avons déjà mentionné. L'ouvrage se présente en effet en partie comme un recueil de planches composées entre 1579 et 1589 et qui ont pu être diffusées de manière indépendante pour faire connaître les conceptions de l'auteur, voire recueillir les jugements de ses pairs ou de ses patrons. Bachot les a composées et gravées avec beaucoup de soin et elles jouent un rôle fondamental dans le *Timon*. L'auteur insiste à plusieurs reprises sur la clarté du dessin, qui conduira le lecteur « parmi les guerrières mathématiques[159] », pourvu qu'il se familiarise avec quelques techniques (assez difficiles) de tracés de polygones[160] :

> […] *ay bien voleu prendre la peine d'apprendre a talier du burin pour plus fidelement pouvoir clairement representer et departir tant de mes inventions comme aussi de quelques vues qu'avons reculyes* [recueillies] *des autres. Mais parce que l'ordre en toute chose est de grande consequence prevoyant que n[ot]re but est icy de donner a cognoistre principalement entre autres singularites l'Architecture des fortifications le (sic) plans desquelles sont terminees par diverses figures geometriques. Avons pour*

---

[157] Deux à Paris (INHA et Bibliothèque Sainte Geneviève) et deux à Munich (BSB et Deutsches Museum).
[158] Archives nationales, Minutes et répertoires du notaire Claude Le Jars, MC/ET/CV/521 : *Mariage de Jérôme Bachot, ingénieur et géographe ordinaire du Roi,fils de Ambroise Bachot du même état demeurant rue Plastrière paroisse Sainte-Eustache avec Anne Errard fille de Charles Errard, peintre ordinaire du Roi demeurant rue de Jouy, paroisse Saint-Paul et de Jehanne Cresmin son épouse. Témoins : Alexis Errard ingénieur ordinaire du Roi. 23 mai 1620*. Alexis Errard est le neveu de Jean Errard, il sera l'éditeur de la version finale de sa *Fortification* en 1619-1622. Voir également Lallemend & Boinette, *Jean Errard*…, *op. cit.*, p. 312.
[159] Bachot, Ambroise, *Le Timon…*, *op. cit.*, frontispice.
[160] *Ibid.*, p. 4 (non paginée), seconde adresse *Au lecteur*.

cette raizon pris pour subjet les quatre premieres figures rectilignes regulieres [triangle équilatéral, carré, pentagone et hexagone réguliers]*, et parce qu'elles ne peuvent estre sans angles ni les angles sans les lignes qui les constituent, avons pour tenir methode commence a proposer de trouver quatre ligne inesgales telles toutefois qu'apres avoir donne l'art de faire plusieurs sortes d'angles, faisant de l'une des dites lignes un triangle equilateral, de l'autre le quarre* [carré]*, de l'autre le pentagone et de l'autre l'exagone, les dites figures se retrouvassent esgalles entre elles* […]

Bachot annonce donc dès sa préface qu'il se placera d'abord sur le terrain de la géométrie que nous appelons « de construction de problèmes ». Il s'agit pour lui d'amener le lecteur à posséder la « pratique » des quatre premiers polygones réguliers inscrits dans des cercles de même rayon, puis de modifier ces techniques afin d'obtenir des figures ayant la même aire. Pourquoi cette condition ? Bachot n'en justifie pas la nécessité, alors qu'il pourrait s'agir d'une question de travaux de terrain (quantité de matériaux fixée, plan d'urbanisation…), ce qui nous laisse à penser que son but est plutôt de promouvoir une sorte de virtuosité du geste géométrique, comme il le confirme ensuite[161] :

Maintenant apres avoir monstre l'esgalite des quatre figures regulieres, suivant toutes les sortes d'entrelassement possibles, tant pour donner quelque ouverture sur l'amplificatio[n] et usage de la Geometrie, comme aussi pour rendre ceux qui se delectent aux fortifications rompus et assures a toute sorte de traces [tracés ?]*, avons bien volu oultre ceci monstrer l'art et l'Industrie de tirer des dites figures quatre cercles de diametres esgaulx […]*

Bachot s'adresse visiblement à des géomètres de sa trempe, car après avoir donné les résolutions de problèmes d'égalité d'aires « par traces evidentes et faciles[162] », il étend son propos à d'autres questions : « avons bien voulu pour lutilite des studieux mettre icy ensuivant une bonne multitude de problemes aigus et necessaires la plus part desquels nous avons inventez et treuvez avec longue speculation[163]. » Cet approfondissement est justifié par

[161] *Ibid.*, p. 16 (non paginée)
[162] *Ibid.*, p. 19 (non paginée)
[163] *Ibid.*, *loc. cit.* Nous retrouverons chez Errard, Henrion, Girard et les ingénieurs hollandais une même délectation pour l'invention et la résolution de problèmes de géométrie.

la finalité du dessin dans la formation des « nobles entendements[164] », les choses étant « simplement representees par leurs evidentes traces sans autre long discours[165] ». Effectivement, en géométrie comme dans ses représentations de machines, Bachot donne peu d'explications à propos des figures, comme sur l'exemple suivant (figure I-1-r_1), montrant les façons de tracer un carré d'aire égale à un pentagone puis à un hexagone donnés :[166]

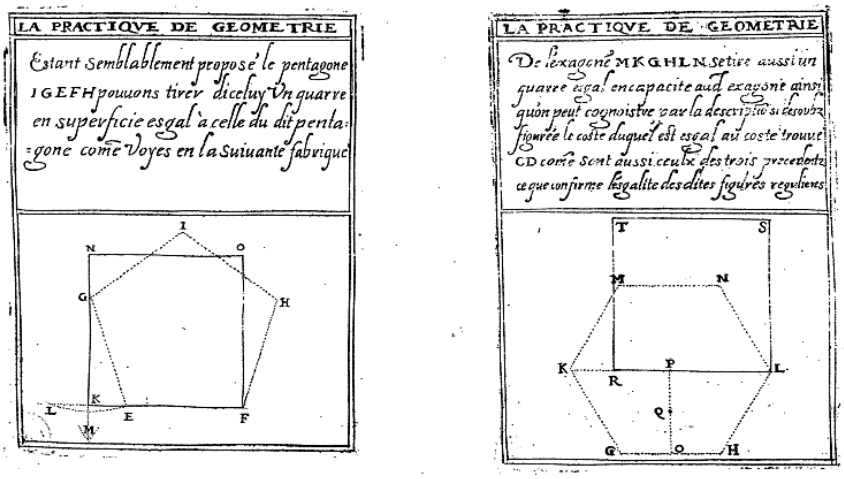


Figure 2.39

Le lecteur aura à « excogiter » lui-même le protocole à suivre pour le tracé des lignes, les figures se suffisant à elles-mêmes, selon l'expression « comme voyes en la suivante fabrique » de l'encadré de gauche : voir, c'est comprendre. Comment est-ce possible sans un geste, au moins imaginé ? Il est effectivement assez facile de reconstituer les étapes de la construction de gauche : le pentagone EFGHI (ou EFHIG dans notre dénomination actuelle) étant tracé, on construit le projeté K de G sur (EF) et [KF] est un côté du carré recherché. Au temps de Bachot, il n'est pas question de projection, on trace la perpendiculaire à (EF) passant par G à l'aide d'une procédure bien connue : le cercle de centre G et de rayon GE coupe le côté prolongé [FE) en L [L et E sont équidistants de G] ; la médiatrice de [LE] est obtenue en reliant G à un second point équidistant de L et E, le point M obtenu comme intersection d'arcs égaux ; cette médiatrice coupe le segment en K et FK est un côté du carré recherché. Mais comment le point R est-il obtenu à droite ? L'auteur dit s'inspirer de la nature en donnant à voir ses procédés « sans discourir sur toutes leurs particularites atendu que mesmemement que par leurs traces par nous curieusement descrites et elaborées tu peux asses facilement

[164] *Ibid*., p. 4 (non paginée)
[165] *Ibid*., p. 5 (non paginée).
[166] *Ibid*., p. 13 (non paginée).

parvenir a la cognoissance du tout[167] ». Cela concerne tous les dessins du *Timon*, qu'il s'agisse de problèmes de géométrie pure, de technique de représentation en perspective ou de dessins de machines. Bachot n'indique pas si le lecteur doit prendre lui-même le compas pour reproduire et mesurer les figures, mais il assure de l'égalité de celles de l'encadré de droite sans aucune autre preuve que l'expression « qu'on peut cognoistre par la description ci-dessoubz figurée […] ce que confirme l'esgalite des dites figures regulieres ». Remarquons qu'il prend alors comme référence le côté CD d'un carré construit à la page précédente et qu'il y rapporte les trois figures voisines : il s'agit donc bien de mesurer les segments sur les gravures et de constater l'égalité des longueurs obtenues en les comparant à celle de la figure de référence.

L'absence de discours détaillé implique l'absence de démonstration (au sens mathématique), et de distinction affirmée entre constructions géométriques exactes et approchées, d'une façon très semblable à celle de Jean Bullant[168] que Bachot avait sans doute lu puisqu'il reprend certains de ses problèmes. Comme chez Bullant, il s'agit ici de constructions approchées : par exemple, dans le problème cité, l'aire du pentagone est $\frac{5\,\mathrm{EF}^2}{4\tan\left(\frac{\pi}{5}\right)}$, soit environ 1,72 EF^2, tandis que l'aire du carré construit est $\mathrm{EF}\left(1+\cos 18°\right)^2$, soit un peu plus de 1,71 EF^2. Nous avons là une excellente approximation. Mais Bachot va beaucoup plus loin que Bullant et propose un florilège de problèmes originaux. Il nous paraît clair que le *Timon* est œuvre d'un géomètre heureux de faire part de ses *inventions*, tant en géométrie pure que dans les autres domaines cités dans son titre. Nous n'avions pas encore rencontré de traité de fortification qui fasse une si grande place à la géométrie « pour l'amour d'elle », comme l'écrivait Oronce Fine[169]. Le souci de partage est tel que l'adresse *Au lecteur* se termine sur cette étonnante sollicitation :[170]

---

[167] *Ibid.*, p. 5 (non paginée).
[168] *Petit traicté de geometrie et d'horologiographie pratique…. op. cit.*, Paris, Cavellat, 1564.
[169] Fine, Oronce, *La Sphere du monde...* Paris, Michel de Vascosan, 1552, fol. aaijv-aaiij. « Jamais ho[m]me ne desprisa lesdittes mathematiques, qui ne fut trouvé lourd d'esprit, & non seuleme[n]t incapable de la mathematique, ains de toute philosophie. Car tout ainsi que le feu est la preuve de l'or, aussi sont les mathematiques la probation de l'entendeme[n]t, tirans tous bons esprits du tout à elles, & les contraigna[n]s passer par la rigueur de verité […] Lesdittes mathematiques sont outre ce de telle perfection, qu'elle veulent estre aprinses tant seuleme[n]t pour l'amour d'elles »
[170] Bachot, Ambroise, *Le Timon…*, *op. cit.*, p. 5-6 (non paginées).

Que s'il advenoit cependant que tu rencontrasses avec quelque difficulte ou ton entendement se trouvast trop occupe pour la surmonter, si tu en desires un entier éclaircissement et te plaise tadresser à la crois blanche, Rue de Seine, au faubourg sainct germain ou le livre s'imprime me communicant tes doubtes Je prendrai tresvoluntiers la peine pour ne retarder davantage ton esprit de te les promptement declarer et de te satisfaire tant diceus que d'autres choses de semblable estofe et ce non seuleme[n]t par une claire explicatio[n] mais davantage sil en sera besoing par divers dessaings et modelles des chosses (sic) proposées affin que avec plus de facilite et moings de labeur nous te puissions mener a la cognoissance de ce que tu demandes.

Cette proposition de service trahit-elle chez l'auteur le désir d'enseigner, de prouver ses compétences de pédagogue ? Ou encore davantage celui de rencontrer son lecteur ? Elle disparaît de la seconde version du traité[171] que l'auteur fait paraître dix ans après la publication du *Timon*, sous le titre de *Gouvernail*[172]. L'essentiel des gravures originales y est repris, assorti de nouvelles planches, mais cet ensemble est relégué dans une seconde partie, précédée de pages inédites, correctement paginées cette fois-ci. Cette nouvelle première partie est présentée d'une manière bien plus rigoureuse que les planches gravées du *Timon*, et son plan progressif traduit un nouveau projet rédactionnel répondant beaucoup mieux aux intentions affichées par l'auteur dès 1587. Dans un autre registre qui manifeste aussi son changement de statut[173], Bachot a abandonné les révérences à Ramelli et la dédicace au Duc d'Epernon[174]. En revanche, il a conservé l'épître dédicatoire « A la Bande Guerriere[175] », entièrement récrite dans le sens d'une apologie des sciences, de la vision et de la raison. Vient en complément un *discours* « pour [les] conduire et addresser parmy les guerrieres

---

[171] *Le gouvernail d'Ambroise Bachot, Capitaine ingenieur du Roy. Lequel conduira le curieux de Geometrie en perspective dedans l'architecture des fortifications, machines de guerre & plusieurs autres particularitez y contenues*. Melun, « soubz l'auteur », 1598.

[172] En principe, le gouvernail est le système complet permettant de contrôler la direction d'un vaisseau, tandis que le timon n'en est qu'une partie. La métaphore fluviale est plaisante chez un auteur dont le nom peut signifier le bac qui transporte les hommes d'une rive à l'autre ; en outre, l'instrument de mesure des distances, de l'invention de l'auteur, est nommé par lui *la barque*.

[173] Bachot s'est rallié à Henri IV et a reçu le titre de *Capitaine Ingenieur du Roy*, joint à la charge d'ingénieur des fortifications de la ville de Melun.

[174] Ce fervent catholique n'a plus sous le règne de Henri IV les mêmes faveurs qu'à l'époque de Henri III. Ramelli, quant à lui, a choisi le parti des ligueurs au siège de Paris en 1594 et n'est peut-être plus en grâce auprès du roi, même si l'on retrouve son nom comme « Ingenieur du Roy » en 1601.

[175] Cette expression était utilisée avant le terme d'*armée*, lorsque ce corps n'était pas encore créé. Des *bandes françaises* créées par Louis XI, il ne reste plus à la fin du XVI[e] siècle que les « bandes picardes », dirigées justement par le Duc d'Epernon de 1581 à 1610.

mathematiques[176] », qui se conclut par un acrostiche « A la bande guerriere, en recommandation de l'autheur denomme par les capitales[177] » (Annexe B1, Figure 2.40).

Cet acrostiche est signé des lettres capitales *I. E.* dans lesquelles il est tentant de lire les initiales de Jean Errard, tant la proximité entre les deux auteurs est forte. Le *Gouvernail* est un bel exemple de fortification *réduite en art* et *démontrée*, comme nous allons le voir dans les extraits suivants. Pour mieux saisir l'ordre qu'implique cette *réduction en art*, nous présentons d'abord que les images que nous commenterons ensuite :

1° La base AB étant donnée, construction géométrique de l'angle du pentagone régulier (Figure 2.41), de sa hauteur (Figure 2.42), de son centre (Figure 2.43)

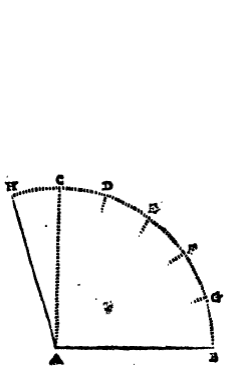


Figure 2.41

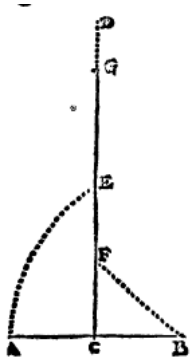


Figure 2.42

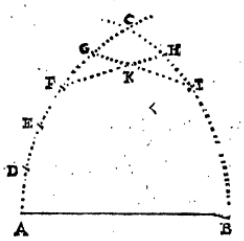


Figure 2.43

2° Constructions globales du pentagone au compas (Figures 2.44 à 2.46)

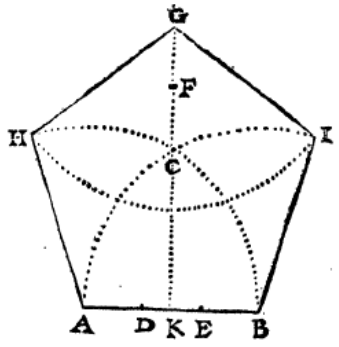


Figure 2.44

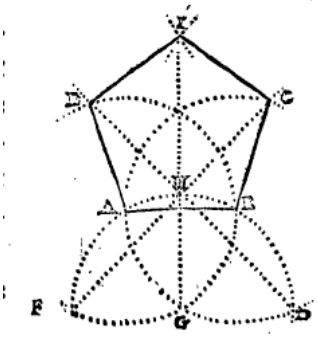


Figure 2.45

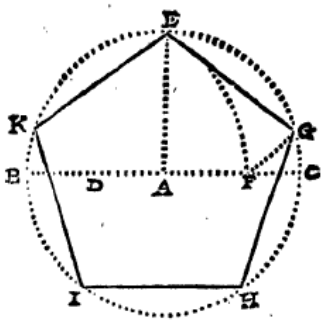


Figure 2.46

3° Représentation en perspective militaire de l'*Operation de l'Architecte*. Bachot n'utilise pas l'expression *perspective militaire*, mais il est le premier à « préconiser l'usage d'une représentation tridimensionnelle qui ne changerait pas la géométrie d'un plan en ce qui

[176] *Le Gouvernail…*, *op. cit.*, p. 3.
[177] *Ibid.*, p. 4.

concerne la mesure[178] ». Il n'est pas l'inventeur de ce type de perspective, cavalière avec projection parallèle sur plan horizontal et centre de projection à l'infini, qui était utilisé dans le traité de Zanchi déjà cité et auparavant dans celui de Maggi et Castriotto sous l'appellation de *prospettiva soldatesca*[179]. L'*Operation de l'architecte* est la représentation en perspective militaire du creusement du fossé (Figure 2.47), de l'élévation de perpendiculaires à chaque sommet du pentagone (Figure 2.48), de la construction *au cordeau* des parallèles aux côtés (Figure 2.49), représentation de ce que *l'œil* voit du *corps* de la forteresse (Figure 2.50).

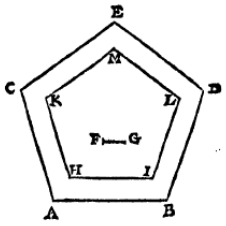


Figure 2.47

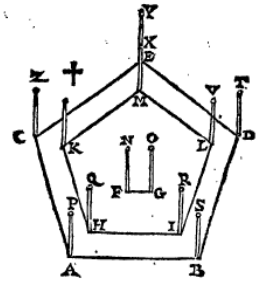


Figure 2.48

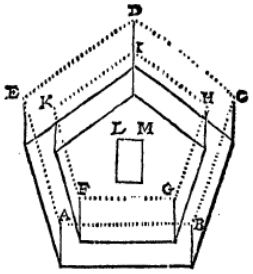


Figure 2.49

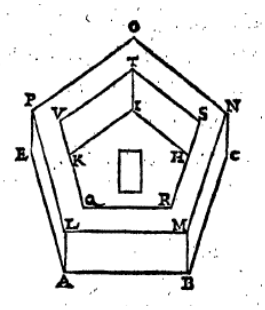


Figure 2.50

Ce saisissant résumé montre le passage d'un exercice classique de tracé géométrique à celui de la mise en scène de la construction effective sur le terrain d'une forteresse pentagonale. Dans la troisième phase mentionnée, l'auteur se sert d'un vocabulaire de terrain[180] pour décrire ses tracés : il *cave* [creuse] le fossé entre les deux lignes ABDEC et HILMK (nommées *fondements*) de la Figure 2.47 *tant qu'il est besoing pour soustenir les choses qu'on doibt eslever* ; les perpendiculaires AP, BS, etc. de la Figure 2.48 sont dessinées comme des bâtons ; et sur les figures suivantes, AB est qualifié de *pied de la courtine* et les quadrilatères « verticaux » de *murailles*[181].

4° La dernière étape de la phase d'apprentissage vise à rendre la figure encore plus intelligible : il s'agit d'assombrir certaines parties des murailles « presupposant que la clarté nous vie[n]t d'e[n]haut du costè de senestre nous donnant à la dextre[182] », à l'aide d'un

[178] Galindo Diàz, Jorge, « The Dissemination of Military Perspective through Fortification Treatises between the Sixteenth and Eighteenth Centuries », *Nexus Network Journal, Architecture and Mathematics*, vol. 16, n°3, décembre 2014, p. 569-585, notre traduction.
[179] Alonso-Rodríguez, Miguel Ángel & Calvo-López, José, « *Prospettiva Soldatesca*: An Empirical Approach to the Representation of Military Architecture in the Early Modern Period », *Nexus Network Journal, Architecture and Mathematics*, vol. 16, n°3, décembre 2014, p. 543-567.
[180] Voir les textes qui accompagnent les figures dans l'Annexe B1.
[181] *Le Gouvernail…*, *op. cit.*, p. 9, pour toutes les citations en italiques.
[182] *Ibid.*, p. 11.

éventail de codes d'ombragement (Figure 2.51) que l'on applique selon l'orientation des murs (Figure 2.52) :

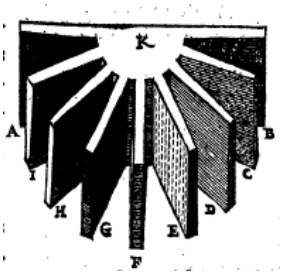


Figure 2.51

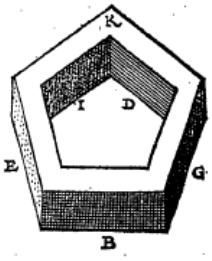


Figure 2.52

5° Ces techniques enseignées, il ne reste plus à l'auteur qu'à les appliquer en situation à la description du pentagone fortifié, puis au détail d'un bastion (qui est, rappelons-le, également un pentagone), menant à son terme une démarche esquissée avant lui par Cataneo et Alghisi : plan au sol du bastion avec ses mesures (Figure 2.53) ; vue en perspective militaire (de type « fil de fer » avec pointillés) de l'élévation des murailles (figure 2.54) ; mise en scène finale en décor de théâtre, avec les ombres mais sans mesures (figure 2.55)[183] :

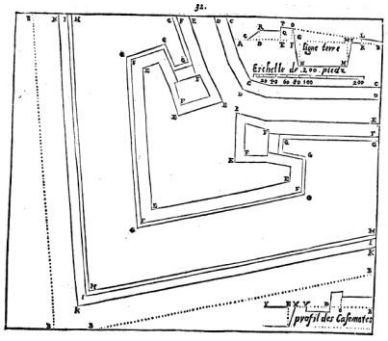


Figure 2.53

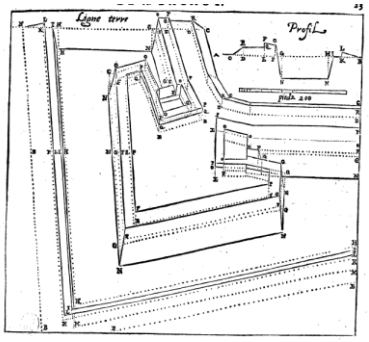


Figure 2.54

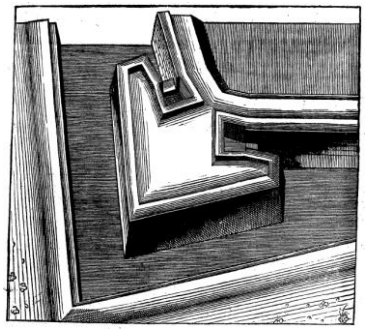


Figure 2.55

L'auteur justifie plus loin la mise en scène avec ombragements par son apport bénéfique, l'évidence pour le regard, comme s'il permettait à l'ingénieur dans son cabinet de se projeter déjà sur le terrain et de s'y préparer[184] :

> […] Les ombrages] *feront discerner avec l'intelligence des studieux & amateurs d'icelles recognoissances, les particularitez plus illuminees et enclaintes vers la clarté, laquelle nous faict engendrer à son opposite l'obscurite, de laquelle par la clarté nous sont demonstrees les engendrees & diverses obscuritez, par lesquelles nous receverons quelque contentement à l'œil & soulagement à la delectation des desireux, ausquels la*

[183] *Ibid.*, p. 21, 23 et 24 respectivement.
[184] *Ibid.*, p. 28.

suite & diversité de nos desseins nous rendra en la practique & asseurez à quelque proposition qui nous puisse advenir suyvant le but de nostre intention, comme recognoistrerons en nos desseins curieusement representez & par nous elabourez.

En conclusion de cette partie, Bachot revient sur sa démarche, ce qu'il appelle son « style d'intention[185] », en écrivant avoir voulu *construire la demonstration de [son] bastion*. Il s'agit effectivement de la construction d'une démonstration, en ce sens qu'elle donne à voir les étapes de l'édification du bastion et rendent visuellement évidente l'articulation entre ces étapes. Ces étapes sont décrites en termes de lignes géométriques, les verticales représentant l'élévation tridimensionnelle du plan, tandis que les pointillés témoignent de ce qui n'est pas visible sur la représentation ombrée finale[186] :

> *raportant le fruict de nos precedentes demonstrations, lesquelles nous ouvriront le chemin pour recognoistre & discerner les lignes lesquelles nous representent la superficie du corps eslevé de notredite forteresse, & semblablement les lignes co[m]posées de points, lesquelles representent l'ordre qui a esté tenu en la fabrication & composition de nostredit bastion* […]

Finalement, ce parcours complet est justifié par la facilité d'apprentissage que favorisent ces *démonstrations* visuelles variées, qui, stimulant l'imagination du lecteur, lui permettront de se projeter dans d'autres situations et de les anticiper. Nous reconnaissons ici un objectif clairement exposé et atteint par un cheminement rigoureux et raisonné[187] :

> *[…] mon but est que la diversité de nos figures n'est que pour vous rompre & addresser à toutes sortes de declinations & constructions de diverses propositions, & de plus qu'il m'a semblé que l'ordre des precedantes repetee plusieurs fois par l'augmentatio[n] de ladite ordre, est sufisante pour vous donner à entendre la practique & setil [style] de mon inte[n]tion […] comme l'œil jugera avec l'intellet des amateurs de ces sciences, & la diversité des situations les rendrons (sic) plus prompt & asseurez pour l'advenir en la representation de plusieurs & diverses propositions* […]

---

[185] *Ibid.*, p. 27.
[186] *Ibid.*, *loc.cit.*
[187] *Ibid.*, p. 27 et 29.

Voilà une première forme de *réduction en art* que Jean Errard mènera à son apogée. Au-delà des questions de représentation, qui constituent l'objet principal d'Ambroise Bachot, il reste, entre autres, à faire reposer la construction sur des principes liés à l'expérience ou à l'analyse préalable (les *maximes*) et à justifier *a posteriori* l'adéquation des édifices obtenus à ces contraintes. Il faut pour cela disposer d'un éventail d'outils mathématiques bien plus large, particulièrement dans les techniques de calcul. Nous trouvons ces outils mathématiques exposés et développés dans les écrits d'un autre ingénieur polymathe, Claude Flamand.

3.3. Claude Flamand à Montbéliard : les connaissances mathématiques utiles à l'ingénieur (1597)

La vie de Flamand est mieux connue que celles de Perret et de Bachot[188]. Né en 1570 en Franche-Comté, il se forme en Savoie[189], puis entre comme architecte au service du Prince de Wurtemberg en 1592 à Montbéliard, où il publie en 1597 *La Guide des fortifications et conduitte militaire*[190], dédié à Henri IV. La férocité d'un extrait du premier tirage de ce livre envers la nation allemande engendre une telle polémique[191] que Flamand quitte la Principauté en 1598. Probablement au service de Henri IV vers 1600[192], il est de retour à Montbéliard en 1610 où il reprend sa carrière d'ingénieur-architecte au service du Prince jusqu'à sa mort en 1626. Son fils Jean, *ingénieur et castramétateur* de Maurice de Nassau en Hollande, lui succède jusqu'en 1634.

---

[188] En particulier par le mémoire de Julien Yenny, (*Claude et Jean Flamand…*, 2008) déjà cité.

[189] Comme il en témoigne dans *La Guide des Fortifications…* édition de 1611 (cf. note suivante) à la page 116 : « principallement au fort de Saincte Caterine [Viry, Haute-Savoie] que javois autre fois deseignes […] quand on commença ce fort jestois au service du Duc de Savoye encore que jestois jeune ».

[190] *La Guide des fortifications et conduitte militaire, ou sont contenus sept livres de Mathematicque, & Geometrie contenant ce qu'est le plus necessaire, pour l'utilité de la vie humaine. Au Roy Tres-Chrestien de France & de Navarre. Par Claude Flamand, Ingenieux du Duc de Wirtemberg*. Montbéliard, Jacques Foillet, 1597. 2e édition : *La Guide des fortifications et conduitte millitaire, pour bien se fortifier & deffendre de M. Claude Flamand, Ingenieur du Duc de Wirtemberg. Reveue & augmentée pour la seconde edition de plusieurs figures*. Montbeliard, Jacques Foillet, 1611.

[191] André Bouvard a montré les écarts (dus à la censure) entre les deux premières émissions de l'ouvrage, dans « L'ingéniaire et le Baumestre : une rivalité d'architecte à Montbéliard à la fin du XVIe siècle », *Bulletin et Mémoires de la Société d'Émulation de Montbéliard*, vol. 125, 2002, p. 392. Voir les détails de l'affaire dans Huber, V., « Notice sur « La Guide des Fortifications et Conduitte militaire » par Claude Flamand ingenieux du Duc de Wirtemberg », *Mémoires de la Société d'Émulation de Montbéliard*, vol. XXXIV, 1907, p. 280-281.

[192] Flamand raconte par le menu certains épisodes de la guerre franco-savoyarde de 1600-1601 (vus du côté du roi de France) dans l'édition de 1611 de *La Guide des Fortifications* (p. 113-118).

Flamand a beaucoup voyagé, il illustre son discours d'anecdotes glanées sur les champs de bataille d'Europe : Rabe en Hongrie[193] ; les Flandres[194] ; Cambrai, Calais, Amiens[195]. Dans l'édition de 1611 de *La Guide*, il raconte de nombreux faits de guerre, et il indique clairement quand son témoignage est direct par l'utilisation d'expressions comme « à ce que j'ay ouy dire à ceux qui deffendoient à la Rochelle[196] » pour ses récits de seconde main. Les lieux cités dans l'édition de 1611 (siège d'Ostende, campagne de Hongrie sous les ordres de Mansfeld)[197] se trouvent également dans le manuscrit de l'ingénieur anonyme espagnol que nous avons déjà évoqué[198], ainsi que chez Theti et Specklin. Ces références communes accréditent la thèse de l'existence d'une culture commune chez les ingénieurs militaires, culture acquise par l'expérimentation sur les champs de bataille d'Europe, véritables terrains de formation « au plus fort d'un étonnant creuset scientifique et technique, dont les illustres représentants sont le mathématicien Stevin, le Français réfugié Samuel Marolois et David (sic) Henrion[199] ».

C'est pourquoi nous prenons les publications de Claude Flamand comme l'exemple-type d'une compilation des connaissances mathématiques utiles à la profession des ingénieurs de la fin du XVI^e^ siècle, mise à leur disposition par l'un d'entre eux. Dix ans avant la parution des *Wiskonstighe Ghedachtenissen* [Mémoires mathématiques] de Simon Stevin[200], qui manifesteront un développement des compétences des ingénieurs militaires en direction de mathématiques plus théoriques, Flamand offre à ses homologues « outre le grand plaisir & contenteme[n]t que la diversité des industries & sciences donne à l'ho[m]me, le souverain bien, qu'il en peut recevoir, [&] n'est pas de petite estime[201]. »

Le projet se lit dès le frontispice de *La Guide* (Annexe B1, Figure 2.56), sur lequel l'auteur est représenté en géomètre, le compas à la main, dans une vignette bordée des vers du Psaume

---

[193] « [sur le commandement des ravelins par les remparts] autrement il pourroit estre facilement forcé, & serviroit à l'ennemy, comme fit un Ingénieux, nommé Berlin devant Rabe en Hongrie, qui fit des ravelins mal à propos avec des trenchées qui fut cause que de la premiere arrivee, les Turcqs logerent derriere. » (*La Guide des Fortifications…*, 1597, p. 177.)
[194] *Ibid.*, p. 179.
[195] *Ibid.*, p. 181.
[196] *Ibid.*, p. 179.
[197] Yenny, Julien, *Claude et Jean Flamand…*, op. cit., p. 30.
[198] *Arquitectura y maquinas militares, ms. cit.*, [vers 1610]. Ms RES/210, Biblioteca nacional de España.
[199] Jouffroy, Christian, « Jean Flamand, ingénieur du duc Louis-Frédéric de Wurtemberg, 1597-1634 », *Bulletin et Mémoires de la Société d'Émulation de Montbéliard*, vol.°LXXXVIII, fascicule n°115, 1992, p. 55.
[200] Parus en flamand en 1605-1608, puis en français en 1608. L'édition de référence en français (très bien diffusée) des *Œuvres mathématiques* de Stevin paraît en 1634, elle est due à Albert Girard.
[201] *La Guide des Fortifications…*, 1597, p. 3 : « Au Roy treschrestien Roy de France & de Navarre ».

25 : « Dieu faict ses secrets paroistre / à ceux qui l'ont en honneur / & leur monstre & faict cognoistre / de son contract la teneur ». Peut-on y trouver la « preuve d'élection divine, du "contrat" favorable que Dieu lui aurait réservé[202] » ? Flamand se présente comme le dépositaire d'un savoir qu'il va mettre à la disposition de ses contemporains pour faire avancer la connaissance. Il s'agit plus ici de prédispositions que de prédestination, dans la mesure où son aptitude à pénétrer les secrets des sciences doit être sans arrêt retravaillée et mise à l'épreuve de l'expérience. L'élection divine ne lui a pas donné l'universelle science et la faculté d'en discourir de manière savante, mais la clairvoyance et la capacité à enseigner en des termes simples pour le bien des hommes :[203]

> […] *pour la bonne affection que je porte aux hom[m]es vertueux desireux des sciences, j'ay dreßé ce petit traitté, de ce que j'ay peu recognoistre par experience et pratticque, tant des fortifications que de la conduite militaire, & des Mathematiques & Geometrie, pour leur en faire part, & estime qu'ils en pourront tirer quelque utilité, & mesme que à la recerche & cognoissance de ce qui y est co[n]tenu, on pourra trouver & imaginer plusieurs inventions , avec nouveau contentement d'esprit* […] *Priant le lecteur & amateur des sciences, prendre de bonne part, & mexcuser si je n'ay approprié les mots & termes comme ils doivent estre* […] *d'autant außi que je ne suis jamais esté à l'Escole en lieu qui soit pour apprendre les Lettres, que de ce qu'il à pleu à Dieu mes despartir de ses graces* […]

En toute fin de volume, l'auteur insiste encore sur son statut d'intermédiaire entre le savoir divin et la société des hommes, témoignant de son expérience militaire et usant de son aptitude à transmettre la connaissance à travers un discours simple[204] : « Je pretends aydant Dieu en escrire plus amplement, de ce qu'il à pleu a Dieu, me don[n]er la congnoissance. Priant les amateurs de toutes bonnes sciences, & industrieuses m'excuser à ce que j'ignore, n'ayant jamais estudié, que par l'usage & prattique, qu'il a pleu à Dieu me donner […] ».

---

[202] Hélène Vérin, *La Gloire des ingénieurs*…, *op. cit.*, p. 101. Ce n'est pas la seule trace de militantisme protestant dans le livre : l'introduction à la fortification proprement dite, outre le discours sur les nations mentionné plus haut, est formé d'extraits « tirés de l'Exode, du Lévitique et du Deuteronome » (Huber, V., *art. cit.*, p. 281), sous les deux titres : *Que les guerres proviennent de lire de Dieu quand il est courroucé contre ses creatures, pour leur peché* (*La Guide des Fortifications…, op.cit.*, p. 61-69), et *Que la guerre est l'un des avantcoureurs de lire de Dieu* (*Ibid*., p. 70-80).
[203] *Ibid.*, p. 11-12 (non paginées, par omission), « Au lecteur ».
[204] *Ibid.*, deuxième partie : *Les Mathematicques et geometrie departies en six livres...*, p. 227.

Nous ajouterons que l'auteur présente le contenu de l'ouvrage comme *ce qu'est le plus necessaire, pour l'utilité de la vie humaine* dans le titre de 1597, qui devient *ce qu'est le plus necessaire, pour l'utilité du public* dans la seconde édition (partie Mathématiques). Cette idée est reprise dans les diverses préfaces : l'histoire de l'homme est l'histoire de son perfectionnement dans la connaissance de « l'essence, nature & ressort de ce qui est contenu en tout l'univers[205] » et des affaires du monde, « car l'expérience a monstré de tout temps, que les affaires, tant civiles, que guerrieres, estants conduits par compas, mesures & proportions[206], ont heus ordinairement leurs deliberations plus asseurees, l'execution plus heureuse& tousjours l'avantage par-dessus toute autre force esgaree ou conduitte par ignorance & co[n]fusion[207]. » Il semble important pour Flamand d'affirmer que son discours est scientifique, les sciences dont il est question étant avant tout les mathématiques[208] :

> *les Mathematicques, & Geometries (sic), où sont contenus tant de secrets innombrables, qu'elles contiennent en elles, tellement que l'on peut asseurement dire, que les beaux effects qui proviennent des sciences nobles, notamment des Mathematicques & Geometrie, sont comme les appuis de la vie humaine. Car c'est la vraye, & seule science qui enseigne toute discipline & industrie, pour la conduitte de tout art […] tant pour l'enrichissement de la paix, que pour la conservation & deffense contre toute impetuosité, & violence de guerre*.

Les termes employés sont très proches de ceux que Jean Errard avait utilisés pour la dédicace de sa *Geometrie* en 1594 (cf. *infra*, chap. 2), à propos des mathématiques, « vrayes & seules sciences qui ne proffitent pas seullement durant la paix, mais produisent leurs plus beaux effects en temps de Guerre[209] ». Notre constat est cependant différent en ce qui concerne les contenus, malgré les similitudes entre les deux auteurs. Flamand enseigne les rudiments de toutes les connaissances nécessaires à l'ingénieur : la première édition de *La Guide* a été pensée comme un tout, incluant dans un même volume (en deux parties)

---

[205] *La Guide*…, *op. cit.*, 1597, préface à Henri IV, p. 3-9.
[206] Nous voyons ici un fort parallèle avec l'extrait de la Bible souvent cité dans les traités d'arithmétique commerciale de la Renaissance : « mais tu as disposé toutes choses à la mesure, au nombre & au poids » (*Sapience*, XI-20, cf. notre mémoire de DEA *L'arithmétique entre ciel et terre*, Dijon, 2003).
[207] *La Guide…*, *op. cit.*, 1611, préface à Jean Frédéric, Duc de Wurtemberg, le 17 février 1611, fol. signés (:)2 à (:)4.
[208] *La Guide*…, *op. cit.*, 1597, *loc. cit.*
[209] Errard, Jean, *La Geometrie et practique generalle d'icelle, Au Tres-Chrestien Roy de France & de Navarre, par I. Errard de Bar-le Duc, Ingénieur de sa Maiesté*. Paris, David Le Clerc, 1594, fol. *ãij*, « Au Roy ».

l'intégralité des chapitres traités[210], qui contient la géométrie pratique des lignes droites (avec description d'un instrument) dont la fortification est un sous-ensemble qui clôture la première partie ; les définitions de géométrie théorique ; l'arithmétique pratique (y compris les fractions et l'extraction des racines carrées et cubiques) ; la mesure des aires des figures géométriques ; l'arpentage ; la mécanique.

Le concept mathématique qui traverse la majorité des chapitres est celui de la proportionnalité, qu'il s'agisse d'arithmétique (suites géométriques), de géométrie (mesure des figures proportionnelles) ou mécanique (proportion des forces, des poids et contrepoids). La proportionnalité est un outil caractéristique des mathématiques euclidiennes, qui permet de mathématiser les pratiques de fortification, afin d'engendrer les bastions avec méthode et en ayant l'assurance d'obtenir la mesure qui convient (la « vraie » mesure). On le trouve appliqué à la fortification comme dans le bastionnement du carré, pour lequel Flamand impose des mesures fixes et des découpages de lignes, en concluant : « et c'est la vraye mesure, & proportio[n]que lon doit tenir en toute fortiffication : car c'est la juste mesure des flancs, des espaules & casemattes[211]. »

Dans la deuxième version de l'œuvre, trois parties distinctes sont imprimées, sans référence l'une à l'autre : les fortifications (incluant le première chapitre de géométrie sur les lignes), l'arpentage, et cinq livres de « mathématiques et géométrie » comprenant tout le reste. La plupart des exemplaires que nous avons étudiés comprennent les crois parties reliées ensemble, ce qui tend à indiquer que l'objectif initial a été maintenu : fournir aux « amateurs de sciences » un guide présentant les connaissances théoriques et pratiques utiles à la fortification.

À travers l'analyse de leurs ouvrages, nous avons trouvé chez nos trois auteurs francophones différentes façons de s'adresser à leurs lecteurs. Les conseils qu'ils donnent, le soin qu'ils mettent à présenter clairement leur façon de concevoir leur art, nous entraînent à penser qu'ils ne s'adressent pas au plus grand nombre mais à leurs semblables, qu'ils soient de réels ingénieurs de terrain ou des humanistes à l'esprit curieux. Nous allons maintenant

---

[210] Nous en voyons pour preuve la réclame [LE] figurant au bas de la page 204 de *La Guide des fortifications*, annonçant la partie suivante, qui dispose de sa propre page de titre. Le sommaire de la totalité est entièrement mentionné en début de volume (sauf l'arithmétique), mais il est difficile de s'y retrouver à cause de quelques incohérences d'organisation et de pagination.

[211] *La Guide*…, *op. cit.*, 1597, p. 86 (non paginée par omission).

nous intéresser à ces lecteurs et à la connaissance partagée que manifestent certains écrits du tournant du XVII^e siècle.

4. LES CONNAISSANCES « COMMUNES » À LA FIN DU XVI^e SIÈCLE : UN LECTORAT ÉCLAIRÉ

Nous avons dressé un tableau des connaissances publiées dans la seconde moitié du XVI^e siècle, sans savoir précisément comment elles avaient été diffusées. Face à l'absence de témoignage des auteurs sur leurs lectures et le peu de citations qu'ils font des autres écrits, nous sommes réduits à des supputations sur la réception des connaissances nouvelles en matière de fortification à l'époque de la première publication du traité de Jean Errard. Néanmoins, nous allons tenter de la cerner un peu mieux en prenant comme témoignages trois manuscrits contemporains, dont les auteurs n'ont pas laissé leur nom dans l'histoire, mais qui manifestent chacun à leur manière les connaissances partagées par des hommes de la société civile. Nous chercherons à discerner le statut social des auteurs, l'origine de leurs connaissances et les raisons pour lesquelles ils ont entrepris ce travail d'écriture.

4.1. ALLAIN CONSTANTINOYS, UN SIMPLE COMPILATEUR ? (V. 1600)

Nous avons trouvé à la bibliothèque de Périgueux un manuscrit sans titre, répertorié sous l'expression *Recueil de géométrie et architecture militaire*[212], dont nous n'avons aucun renseignement sur l'auteur, hormis son nom. La datation au XVI^e siècle est vraisemblable, au vu des contenus du manuscrit et des textes et figures recopiés, mais on y trouve la mention marginale « Montmelian 1600[213] », ce qui confirme une composition à la toute fin du siècle. L'ouvrage est imposant (389 feuillets recto-verso), l'auteur ayant écrit sa première partie en utilisant généreusement l'espace de ses feuilles vierges[214]. Le traité est composé d'un commentaire du premier livre des *Éléments* d'Euclide, de problèmes de géométrie pratique,

[212] Constantinoys, Allain, *Recueil de géométrie et architecture militaire*, XVI^e siècle. Ms 6, Médiathèque Pierre Fanlac (ex-Bibliothèque municipale) de Périgueux.
[213] *Ibid*., fol. 158v.
[214] Les feuillets sont au format raisin (le filigrane est visible par exemple au fol. 242).

de questions militaires (dont une importante partie d'architecture), d'astronomie et de navigation, formant un tout (voir tableau ci-dessous[215]) :

Livre	Fol.	Titre
I	1	Euclides Megarensis Mathematici Clarissimi Elementa Geometrica. Elementum Primum. Les elements geometriques d'Euclide Mathématicien insigne Natif de Megare en grece, commenté par Mons[r] Allain Constantinoys. Livre premier.
II	139	Problemes Geometriques necessaires en toutes les partyes de Mathematique. Mis et disposes en ordre par Monsieur Allain Constantynois
III	158	L'architecture militaire de Monsieur Allain Constantinoys
IV	239	Questions Militaires de Mons[r] Allain Constantynois [arithmétique]
V	274	Loix et discipline militaire qui se doivent observer en la gendarmerie françoise etc.
VI	280	Moyen de prendre le plan dune Cité ou d'ung champ ou Fores [forêt]
VII	300	Annotations sur la sphère de Sacrobosco
VIII	309	De la Longitude, Latitude et Declination
IX	337	De Lusage et practique des Mappes ou Miroir du monde, pour le faict de la Navigation

Tableau n°1 : Contenu du manuscrit d'Allain Constantinoys.

La visée est clairement encyclopédique, sur des sujets intéressant les ingénieurs, arpenteurs, architectes militaires, astronomes et navigateurs, semblable en cela aux *Mémoires mathématiques*[216] de Stevin, à la *Collection*[217] de Didier Henrion ou aux œuvres de Michiel Coignet que nous aborderons plus loin, mais sans toutefois atteindre les niveaux de compétence scientifique de ces derniers. Cependant, la similitude des thèmes abordés nous laisse à penser que Constantinoys avait fréquenté le milieu militaire (ou en avait même fait partie) à la fin du XVI[e] siècle, sans que nous en ayons encore trouvé de preuve formelle. En particulier, la qualité de certaines figures (voir par exemple en Annexe B1 les Figures 2.59 à 2.61) dénote un maîtrise de la représentation semblable à celle des ingénieurs de place, concepteurs de plans et de devis. De plus, la place importante accordée aux questions de fonte des métaux et de calibres de canons[218] indiquerait une profession d'artilleur (ou de capitaine d'artillerie). Par ailleurs, le registre d'expression et les divers commentaires manifestent

[215] La numérotation est la nôtre, elle est conforme à l'intention de l'auteur, qui utilise le terme de *livre* dans ses renvois, en laissant le numéro en blanc (indication d'un manuscrit non finalisé).
[216] Stevin, Simon, *Memoires mathematiques, Contenant ce en quoy s'est exercé le tres-illustre tres-excellent Prince & Seigneur Maurice Prince d'Orange, Conte de Nassau…* Leyde, Jan Paedts Jacobsz., 1608.
[217] Henrion, Didier, *Collection ou recueil de divers traictez mathematiques. A sçavoir : d'Arithmetique, d'Algebre, de la solution de divers Problemes tant Geometriques, qu'Astronomiques. Comme auβi de plusieurs moyens pour mesurer toutes sortes de quantitez, soient lignes, superficies & corps. Item de la Sphere du monde, avec l'usage et pratique tant de l'Astrolabe, du Quarré Geometrique & des Globes, que du Compas de proportion : Et encore de la construction des fortifications pratiquees aux pays bas*. Paris, Abraham Pacard, 1621. On notera la forte corrélation avec le contenu du manuscrit de Constantinoys, le compas de proportion mis à part.
[218] « Chappitre segond », fol. 164-175.

également une culture humaniste : sont cités en géométrie par exemple, « Euclide Archymedes ptolemee Appolonius Alhazenus / vitello /et autres geometres excellents[219] » à la manière de Tartaglia[220], tandis que la présentation du livre de la Sphère de Sacrobosco est donnée suivant les préconisations du « commentateur de la philosophye naturelle[221] ». Signalons cependant que certaines parties comme le livre V[222] sont tout bonnement recopiées à partir d'ouvrages imprimés, d'autres comme le livre IV[223] ou le livre VI[224] en sont très inspirées. Les en-têtes ne précisant pas le nom de Constantinoys, nous pensons que les livres V à IX représentent pour l'auteur un fonds de documentation plus qu'un ouvrage personnel. Penchons-nous sur les livres I à III, qui sont les plus originaux.

Le premier livre des *Éléments* d'Euclide qui constitue le livre I porte ici le titre de la version latine de François de Foix de Candale[225], mais les énoncés latins sont tirés de Clavius[226]. Les énoncés sont immédiatement suivis de leur traduction en français, puis d'explications et de commentaires. Constantinoys suit scrupuleusement le plan de Candale, au point qu'il ne considère que trois *postulats*, au lieu de quatre pour Clavius, et douze *notions communes*, contre dix-huit chez Clavius[227]. Mais le plus intéressant se trouve dans les commentaires, dont nous n'avons pas pu trouver trace dans d'autres éditions d'Euclide, et que par conséquent nous considérons originaux. Bien sûr, l'auteur devait avoir à sa disposition la version de Clavius, dont les commentaires ont pu l'inspirer, mais les siens sont plus concrets,

---

[219] Constantinoys, Allain, *Recueil de géométrie et architecture militaire…*, *op. cit.*, fol. 29v.
[220] Qui cite : « Mercure, Pythagore, Platon, Plotin, Aristote, Averroës, Hippocrate, et notre Euclide, Ptolémée, Archimède, Apollonius, Jordanus, Vitruve » (*Euclide Megarense Philosopho*…, op. cit., fol. 5v)
[221] *Ibid*., fol. 300.
[222] *Ibid*., fol. 274-279v : « Loix et discipline militaire qui se doivent observer en la gendarmerie Françoise. Suivant l'Edict du Roy Henri second, duquel edict il fut tant observateur que allant au voyage d'Allemaigne l'an 1552, il feit pendre 2 soldats devant Saverne et deux oisons pendus à leur col pour avoir derrobé iceulx oisons en détestation de leur larrasin [larcins], et pour exemple aux Aultres », entièrement repris (à peine modifié) de La Petrière, Antoine de, *Instruction de l'ordre militaire servant à tous chefz et conducteurs d'armee…Par Antoine de la Petriere, dict le Capitaine Corset, Commissaire pour le Roy aux fortifications & réparations de la ville & citadelle de Lyon*. Lyon, Pierre Roussin, 1585, p. 124-129.
[223] *Ibid*., fol. 239-254. Dans la lignée de *L'arithmetique militaire d'Alexandre Vandenbussche Flandrois departie en deux livres…* Paris, Gilles Gorbin, 1571, déjà cité.
[224] *Ibid*., fol. 239-254. Paraphrase de Philibert de l'Orme *Le premier tome de l'architecture*…, op. cit., Paris, 1567, livre II, chapitre VI, « La composition & usage d'un triangle equilateral, duquel on se peult ayder pour prendre tous destours etc. », y compris la figure, reproduite à l'identique.
[225] *Euclidis Megarensis Mathematici Clarissimi Elementa, Libris XV Ad Germanam geometriae intellignetiam è diversis lapsibus temporis injuria contractis restitua…* Paris, Jacques du Puys, 1578.
[226] *Euclidis Elementorum Libri XV Accessit XVI de solidorum Regularium comparatione. Omnes perspicuis demonstrationibus, accuratisq[ue] ; scholijs illustrati. Auctore Christophoro Clavio Bambergensis. Societatis Jesu*. Rome, Vincenzo Accolti, 1574, puis 1589, etc. Cf. Rommevaux, Sabine, *Clavius, une clé pour Euclide au XVI^e siècle*. Paris, Vrin, coll. Mathesis, 2005.
[227] Cf. Rommevaux, Sabine, *Clavius…*, *op. cit.*, p. 34-35.

comme par exemple celui de la définition 17 (diamètre du cercle)[228], dans lequel est déterminé le nombre de lieues dans chaque degré terrestre. Ou, à la première définition (« Le point est qui na partie aulcune[229] »), la comparaison avec l'unité en arithmétique (comme chez Tartaglia), la distinction entre point physique et point mathématique, en imaginant pour ce dernier « le milleu du chemin d'entre la sommite de deulx hauteurs comme deux clochers[230] », ce qui est assez original (Annexe B1, Figure 2.57). Original aussi, le schéma synthétique suivant la définition 20 (figures rectilignes)[231] (Annexe B1, figure 2.58), dont on retrouve la forme chez Stevin et Errard. Le livre II, *Problèmes géométriques nécessaires en toutes les parties de mathématiques*, est un florilège de quarante-cinq problèmes de géométrie pratique puisant dans les propositions d'Euclide : tracer une perpendiculaire à une ligne donnée sous diverses contraintes, construire divers types de triangles dont les côtés sont donnés ou non, diviser un segment en parties égales, en moyenne et extrême raison, construire les polygones réguliers, etc. Les solutions sont présentées sous forme de figures, comme chez Bullant, mais avec très peu d'explication, pas même les protocoles de construction. Ces deux livres de géométrie se complètent, le maître mot étant l'utilité[232] : celle des propositions d'Euclide, utilisées pour la résolution des problèmes qui suivent, puis pour la mise en œuvre effective de ces derniers sur le terrain[233].

Le livre III, central pour notre propos, est dans un état d'inachèvement manifesté par quelques feuillets laissés blancs, en totalité (fol. 171v, 175v, 180, 184 contenant la dernière ligne du sommaire) ou en partie (espaces de figures non réalisées, fol. 193, 194, 201, 227v, 228…), ainsi que des blancs à remplir pour la numérotation des chapitres en cours, comme on lit au fol. 182 : « Ce livre contient chappitres le premier desquels, etc. » Le projet d'écriture est ambitieux, il couvre une grande partie des questions liées à la fortification, dans un ordre cohérent allant des généralités aux aspects techniques : considérations historiques et géographiques, description des pièces d'artillerie, définition des termes de la fortification,

---

[228] Constantinoys, Allain, *Recueil de géométrie et architecture militaire…*, *op. cit.*, fol. 10v-12.
[229] *Ibid.*, fol. 1.
[230] *Ibid.*, fol. 1v.
[231] *Ibid.*, fol. 13v.
[232] Allant jusqu'à la préoccupation concrète des compétences techniques, comme la vérification des instruments, qui est l'objet du premier problème « Cognoitre si une reigle est bien droite » (*Ibid.*, fol. 139), et du second : « Coignoitre si une esquierre est bien faicte tant par dedans que par dehors » (*Ibid.*, fol. 139v-141v).
[233] Par exemple, pour la construction de l'équerre d'artilleur : « Nous ferons l'esquierre abc scelon la unziesme proposition du premier livre d'euclide ou selon le │1│ et 6 probleme de nostre [II^e^] livre » (*Ibid.*, fol. 170v).

construction des plans des forteresses, avec le cas particulier des places maritimes. Nous donnons le plan de ce livre III (lui-même divisé en livres par l'auteur) dans le tableau n°2 ci-dessous :

liv.	ch.	Fol.	Sommaire
1	1	158	Définitions générales (*cité, forteresse*…) ; histoire de la fortification ; attaque et défense des places ; diverses considérations sur la défense ; assiette des places ; mesures usuelles.
	2	164	Fonte des canons ; noms des pièces courantes ; leurs poids, taille, calibre ; les flasques ; les boulets ; la poudre ; portée des canons, l'équerre d'artilleur.
	3	176	[…] *des particularites du petart.*
	nn	180v	*Pour umbrager.*
2	1	182	[…] *diffinitions de tous les mots desquels on a accoustume user en la fortiffication*
	2	224	*Mesures et proportions de touttes les parties d'une Fortiffication* [incomplet, inachevé].
	3	230	*De la construction des citadelles*.
nn	nn	238	*Des ports de mer* [Deux pages, dont une de texte et une figure]

Tableau n°2 : Sommaire du livre III du manuscrit d'Allain Constantinoys.

Cependant, nombre de thèmes ne semblent qu'esquissés, mentionnés pour un développement ultérieur (qui n'arrivera pas). Par exemple, dans le chapitre 1 du livre 1, les sept premiers alinéas font l'objet d'un discours détaillé, avec références marginales à des ouvrages (Végèce, Alberti, la Genèse, Pline…) ou à des lieux (Milan, Montmelian…), tandis que les suivants ne sont présentés que sous forme de points. Par exemple pour le n°12, « Quelles conditions doibt avoir l'ingenieux d'une place »[234] :

L'ingenieux d'une place doibt avoir troys conditions :

L'experience de soy et d'autruy *1*
Estre bien versé en Arythmetique et Geometrye *2*
Estre bon perspectif pour representer son desseing *3*

On ne saurait être plus succinct sur les qualités requises à un ingénieur de place. Constantinoys est beaucoup plus disert quand il détaille en neuf points « quelles conditions doibt avoir ung canonnier[235] », ce qui nous confirme dans l'idée qu'il connaissait mieux cette profession que celle de l'ingénieur. Dans le même ordre d'idées, la partie sur les mesures[236] est très détaillée, comme l'est également le chapitre 2 sur l'artillerie : dans les deux cas, il s'agit de connaissances dont l'usage est immédiat sur le terrain et semble familier à l'auteur.

[234] *Ibid.*, fol. 160v-161.
[235] *Ibid*., fol. 174-v.
[236] *Ibid*., fol. 161-163.

Celui-ci a synthétisé avec ordre des contenus provenant de traités de cosmographie[237] (pour les mesures), ainsi que de traités de pyrotechnie et d'artillerie[238]. L'utilisation de mots étrangers trahit la diversité des ressources : ainsi l'*aspic* (ancien canon de 4000 livres) est-il orthographié *aspid*[239] à l'espagnole, des parties de la forteresse sont nommées à l'italienne *sponde*[240] (escarpe de la muraille), ou à l'allemande *spalt*[241] (espacement du fossé). D'une manière générale, les textes sont très remaniés, voire totalement recréés, alors que les figures sont recopiées assez fidèlement.

Remarquons cependant que la copie des figures n'est pas servile : la « machine à ombrer » de Bachot est reprise en double (Figure 2.62) afin de distinguer les codages chiffrés des niveaux de gris : Constantinoys s'approprie l'invention, mais la retravaille et en améliore la lisibilité.

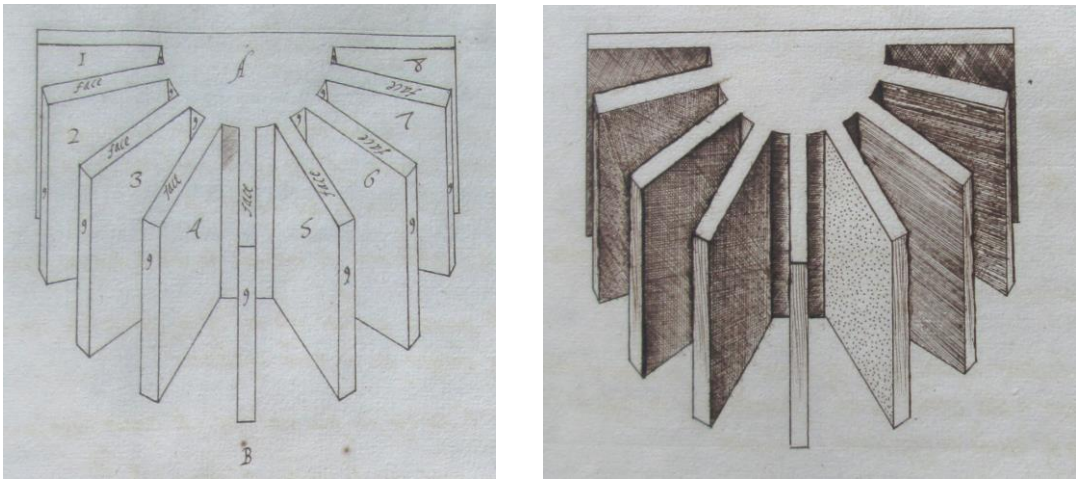


Figure 2.62

De même, lorsqu'il reprend les schémas tridimensionnels de Cataneo, il adapte les dessins originaux de manière à avoir une vue complète d'un bastion symétrique (Annexe B1, Figure 2.60) et non les deux parties différentes de la figure originale (cf. *supra*, §2.3.). C'est

[237] Essentiellement celle de Pierre Apian / Gemma Frisius, *Cosmographie…*, Anvers, 1581, p. 33-34.
[238] Pour l'essentiel, le traité de Luis Collado, *Platica manual…*, *op. cit.*, Milan, 1592, dont il reprend le détail des poids et mesures, l'agencement systématiques et certaines gravures (mortier, fol. 173 ; équerre d'artilleur, fol. 172) ; également Joseph Boillot, *Modelles artifices de feu…*, Chaumont, 1598 (la mention de *Berhand Schunarts* –fol. 164–, au lieu de *Berthold Schwartz*, « inventeur » présumé de la poudre à canon, en est directement tirée, y compris la référence à Sebastien Münster ; le chapitre sur le pétard aussi, avec ses illustrations) ; Ambroise Bachot, *Le Gouvernail…*, *op. cit.*, 1598, pour sa technique d'ombrages (Figure 2.62 à comparer avec la Figure 2.51.)
[239] Constantinoys, Allain, *Recueil de géométrie et architecture militaire…*, *op. cit.*, fol. 165.
[240] *Ibid.*, fol. 182.
[241] *Ibid.*, fol. 183.

d'ailleurs la méthode de Cataneo qu'adopte Constantinoys pour le tracé des bastions[242], s'appuyant sur les extrémités de deux lignes inégales perpendiculaires à la courtine (la plus lointaine étant le flanc du bastion). Nous ajouterons que toutes mesures sont réglées par rapport à une base commune de 150 toises (environ 300 m) qui est la longueur du côté du polygone à fortifier, les autres distances et mesures étant obtenues par proportionnalité : « Et selon les proportions si dessus on pourra faire les autres parties de la fortification[243] ».

Après cet examen, nous conclurons que Constantinoys est beaucoup plus qu'un simple compilateur. Au contraire, son projet d'écriture semble avoir été très ambitieux, bien au-delà de la seule copie de textes disponibles. Il réorganise avec pertinence les connaissances qu'il a acquises par l'expérience et dans les livres. Il récrit les textes et recompose les figures, n'en gardant que les détails importants ou, au contraire, retravaillant leur présentation, réussissant par là-même à rendre plus clairs les propos et illustrations des auteurs qu'il convoque. Sa réception des travaux d'autrui s'accompagne d'une transformation des contenus, qui sont mis en perspective et repris à la lumière d'autres ouvrages. Nul doute que si son ouvrage avait été achevé et publié, il aurait représenté pour ses contemporains un manuel de référence, une *Somme* de connaissances à destination des professionnels de la guerre. Nous nous trouvons dans un cas de figure similaire avec le manuscrit de Charles de Beste que nous allons étudier.

4.2. Le Maître maçon humaniste Charles de Beste (1599)

L'*Architectura*[244] de Charles de Beste est un manuscrit impressionnant de par le soin apporté à sa réalisation, sa taille (578 feuillets) et l'étendue des domaines traités (cf. *infra*, tableau n°2). Il est présenté de manière luxueuse, avec reliure maroquin finement travaillée et fermoirs en cuivre. Contrairement à Constantinoys, Charles de Beste a souhaité donner à son œuvre une page de titre à la manière des imprimés germaniques de l'époque humaniste (Annexe B1, Figure 2.63), reflétant la satisfaction de l'auteur, sa respectabilité et l'étendue de ses connaissances. Il s'y présente comme un tailleur de pierre et maître-maçon (*Steijnmetselrnn und Mauwrer*), amateur des arts (*Liebhaber der Const*) mais n'en dit pas plus

---

[242] Et pour les illustrations des premières définitions (fol. 185, *sq*), de Buonaiuto Lorini, *Delle fortificationi di Buonaiuto Lorini, nobile fiorentino Libri Cinque…* Venise 1596.
[243] *Ibid.*, fol. 128.
[244] Beste, Charles de**,** *Architectura: Dat is constelicke bouwijnghen huijt die Antijcken ende Modernen. Waer op dat wij desen Tegenwoordghen Boeck decideren. Ende hebben dien ghedeelt in Acht Onderscheijden Boecken... Den welchen Beschribenn ist durch C.D. beste, Steijnmetselrnn und Mauwrrer z.w. Bruek Liebhaver der Const,* 1599 [écrit entre janvier 1596 et janvier 1600]. Ms. II 7617, Bibliothèque royale de Belgique.

à l'intérieur de l'ouvrage. Cependant, son manuscrit a une grande valeur pour l'histoire de l'architecture aux Pays-Bas[245] et des recherches ont montré qu'il avait occupé à plusieurs reprises des fonctions élevées dans la Guilde des tailleurs de pierre et maçons de Bruges, à l'instar d'autres membres de sa famille[246]. Le propriétaire du manuscrit en 1613, un certain Jan Aerts Pietersz. était également membre d'une famille de notables de la même corporation[247], ce qui montre que l'ouvrage a circulé dans le milieu des maçons brugeois[248]. Le texte a dû être écrit à la fois pour apporter des traductions fiables des classiques d'architecture en flamand et pour asseoir l'autorité de théoricien de son auteur à la tête de la Guilde[249]. La dédicace « aux amateurs des arts[250] », s'adresse à tous ceux qui veulent connaître les fondements théoriques de l'architecture, ce qu'ils trouveront en suivant l'ordre des huit sections du volume : la géométrie, basée sur l'arithmétique, sert à son tour de base à l'astronomie à travers l'usage des instruments, etc. Ces huit sections renferment quasiment la totalité des mathématiques de l'architecte et de l'ingénieur militaire (tableau n°3 ci-dessous).

Livre	Fol.	Titre : contenu
I	1	*Dat Eerste Boeck Van Arithmetica* : arithmétique
II	13	*Dat Tweede Boeck Van geometria* : géométrie
III	77	*Dat derde Boeck Van Horologien* : construction et usage des cadrans solaires
IV	177	*Dat Vierde Boeck der Astronomische Instrumenten* : instruments astronomiques et leur utilisation en géométrie pratique
V	333	*Dat Vyfste Boeck Van Architectura* : traité complet d'architecture
VI	381	*Dat Seste Boeck Vander perspectiven* : perspective
VII	436	*Dat Sevenste Boeck Van fortificatien* : fortifications
VIII	501	*Dat Achste Boeck Van Artillerie, van Buscrüyt, van Vierwercken, ende van Slachoorden's* : artillerie, fabrication de la poudre, « feux artificiels » et ordonnancement.
nn	551	Compléments sur le calendrier, sur le jaugeage et les instruments de mesure (commentaires de Coignet, nommément cité dans les titres)

Tableau n°3 : Contenu du manuscrit de Charles de Beste.

Selon l'habitude de l'époque aux Pays-Bas, il n'y a pas de hiérarchie entre les architectures civile et militaire, car les ingénieurs italiens avaient fait appel aux corporations de maçons pour assurer les nombreux chantiers et qu'une mixité professionnelle s'était naturellement

[245] Van den Heuvel, Charles, « De Architectura (1599) van Charles de Beste. Het vitruvianisme in de Nederlanden in de zestiende eeuw », *Bulletin KNOB*, vol. 94, n°1. Nous remercions Barbara Morisot pour son aide à la traduction.
[246] *Ibid.*, p. 12.
[247] *Ibid*., p. 13.
[248] *Ibid*., *loc. cit.*
[249] *Ibid.*, p. 21.
[250] *Beminders der Conste Zoet* (Beste, Charles de**,** *Architectura…*, *ms cit.*, fol. 5.)

constituée[251]. Beste commente d'ailleurs assez fréquemment les textes qu'il traduit en donnant des exemples issus des marchés pour lesquels il a concouru ou des commandes qu'il a réceptionnées. La question des matériaux revient également assez souvent, ce qui confirme que l'auteur s'adresse à des homologues bien au fait des problématiques de chantiers.

Une difficulté se présente au moment de nous pencher sur les contenus de l'ouvrage : le déchiffrement délicat d'une écriture ancienne, dans une langue étrangère du passé. Cependant, l'ensemble est à l'image du livre V, qui est une traduction flamande des classiques de l'architecture, assortie de considérations personnelles[252]. En ce qui concerne la géométrie du livre II, le texte doit beaucoup à quelques auteurs incontournables, que l'on peut reconnaître à travers les figures, qui sont reprises telles qu'on les trouve dans les ouvrages dont elles sont tirées : par exemple, l'*Underweysung der Messung* d'Albrecht Dürer (Annexe B1, Figure 2.64), la *Protomathesis* d'Oronce Fine (Annexe B1, Figure 2.65) ou le *Livre d'architecture* de Sebastiano Serlio (Annexe B1, figure 2.66) Remarquons qu'il s'agit d'ouvrages que nous avons déjà cités comme ouvrages de la Bibliothèque Palatine ou des bibliothèques témoins que nous avions choisies précédemment[253]. L'*Architectura* présente également beaucoup de sources communes avec le manuscrit de Jacques Gentillâtre que nous étudierons plus loin

Pour le livre VII de fortification, la détermination des sources picturales est encore plus aisée, le traducteur ayant pris un très grand soin dans la copie à l'identique des images reproduites. Nous remarquerons qu'il s'est approprié les notions comme Constantinoys, sans servilité, c'est-à-dire en choisissant les extraits en fonction de son propre cheminement. Nous avons pu identifier une ressource mineure, l'ouvrage de Theti déjà cité[254], dont les juxtapositions d'images sont reprises dans le même ordre (Annexe B1, Figure 2.67) et deux ressources majeures, citées longuement et en détail : 1° le *Discours* de Pasino[255], dont Beste reprend les démonstrations de l'utilisation des canons en batterie, les descriptions de bastions et le tracé final du pentagone fortifié (Annexe B1, Figures 2.68, 2.69 et 2.70 à comparer avec

[251] Van den Heuvel, *art. cit.*, p. 13.
[252] Van den Heuvel, *art. cit.*, p. 14.
[253] Ce sont des livres publiés en Allemagne ou à Paris, à moins que les extraits d'Oronce Fine ne proviennent de l'édition de Cosimo Bartoli, comme semble le penser van den Heuvel.
[254] Cf. *supra*, §2.4. Beste semble se servir de l'édition française que nous avons mentionnée, car il ne reprend aucune illustration des éditions suivantes, mais redessine les deux grandes planches de l'édition de 1589.
[255] Cf. *supra*, §2.5. La comparaison des illustrations de tir en batterie montre que Beste a utilisé la version imprimée de 1579.

la Figure 2.34), et 2° l'*Etliche Underricht zur Befestigung der Stett*[256] de Dürer (Annexe B2, Figures 2.71 et 2.72), qui malgré son ancienneté est vraiment la ressource la plus importante en ce qui concerne la construction des bâtiments. En effet, Beste reproduit des planches entières de l'*Etliche Underricht* de 1527, alors que la pratique des tours rondes n'est plus d'actualité dans les années 1590. Nous y voyons l'équivalent de l'omniprésence de Vitruve dans le livre v d'architecture : notre auteur-témoin met à disposition de ses homologues une traduction du classique théorique allemand, en parallèle avec des citations de traités contemporains d'auteurs germaniques ou flamands[257]. En matière d'architecture militaire, il exploite donc de manière extensive un petit nombre de ressources venant de son aire géographique. Il ne vise pas la synthèse à propos de fortification, mais vulgarise les connaissances nouvelles dont les artisans du bâtiment ont besoin dans sa cité, agissant ainsi en guide lettré des maîtres-maçons brugeois plus qu'en rédacteur de son propre savoir technique. Beste a lu et commenté de nombreux ouvrages de son époque, et son *Architectura* les reprend en visant une certaine exhaustivité des contenus. Il va plus loin que Constantinoys dans la citation de ses sources qu'il exploite au maximum mais il ne les réorganise pas. Au fond, il présente un large éventail de sources comme il les a reçues, sans mettre en avant un savoir personnel, contrairement à nos derniers témoins, Jacques et Pierre de Cœulre de Saint Omer.

4.3. Les de Cœulre, père et fils, praticiens au sommet de leur art (1605-1606)

Jacques de Cœulre et ses fils, Pierre et Cornille, se distinguent de nos précédents témoins par la profondeur et l'étendue de leurs compétences en matière de mathématiques et de fortification, ainsi que par le traitement pictural très soigné des figures et dessins. Le manuscrit *La Pratique Generalle et ample description de la Geometrie praticale*[258], présenté aux Archiducs Albert et Isabelle d'Autriche, gouverneurs des Pays-Bas espagnols, contient une somme de connaissances encore plus impressionnante que celle de l'*Architectura* de Charles de Beste (cf. *infra*, tableau n°4). Le volume lui-même est, comme le précédent, de facture luxueuse, rehaussé par la qualité des illustrations en couleurs, y compris un frontispice

---

[256] Cf. *supra*, §1.
[257] Van den Heuvel, *art. cit.*, p. 15. Pour l'architecture et l'astronomie, van den Heuvel a repéré de nombreuses citations de la *Cosmographie* de Sebastian Münster (qui est le classique) et des traités contemporains de van Aelst Coecke et Wredeman de Vries (les contemporains de Beste).
[258] Cœulre, Jacques, Pierre et Cornille de, *La Pratique Generalle et ample description de la Geometrie praticale, Civille et elementaire, La Geographie, L'Art de gaulger tous vaisseaux, Les fausses positions et reductions geometriques ; etc*. 1605-1606. HS.2244, Bibliothèque de l'université de Gand.

(Annexe B1, Figure 2.73) qui présente quelques symboles remarquables : quatre Muses portant les instruments de la géométrie (équerre, compas, astrolabe, quart de cercle) ; le livre de la partie supérieure, ouvert sur deux pages en face à face, l'une portant des chiffres et l'autre des figures géométriques ; enfin, juste au-dessus du nom du rédacteur, un compas d'or avec la devise *Labore et Constantia* (« Par le travail et la persévérance »), emblème de l'imprimeur anversois Christophe Plantin, celui-là même qui a publié le *Discours* de Pasino en 1579 et l'*Arithmetique* de Stevin en 1585[259]. Les pages de titres intercalaires sont de la même qualité et nous en disent un plus sur les représentations de Cornille (le calligraphe et l'enlumineur de ce manuscrit) : le dessin préliminaire du livre d'arithmétique (Annexe B1, Figure 2.74) est un pastiche de la page de titre d'un ouvrage[260] publié à Anvers dans les années 1550 (Annexe B1, Figure 2.75), dans lequel les couvre-chefs plats et austères (à la mode calviniste) des praticiens de Mennher sont remplacés par des chapeaux hauts en couleur et en taille. L'intercalaire préliminaire au livre III de *Geometrie praticale* (Annexe B1, Figure 2.76) personnifie la géométrie comme une riche et généreuse monarque distribuant les mêmes instruments que ceux du frontispice à deux personnages simplement vêtus. Toutes les figures du manuscrit sont aussi en couleurs, esthétique mise au service des figures géométriques même les plus simples (Annexe B1, figure 2.77). Nous attribuons les dessins à Cornille sur la foi du frontispice de l'ouvrage, qui le présente comme rédacteur et illustrateur du savoir « descrit et demonstré par Jacques et Pierre de Cœulre ». La dédicace de Jacques aux Archiducs précise la genèse de l'ouvrage et le rôle de chacun dans sa composition. On y découvre un père de famille cultivant les sciences et soucieux de transmettre son savoir à ses enfants. Jacques de Cœulre explique avoir approfondi ses connaissances géométriques en fréquentant tous ceux qui en font profession, tant les théoriciens que les praticiens : arpenteurs, cartographes, ingénieurs, même les professeurs sont cités, ainsi que les militaires, au sujet des fortifications. Atteint de cécité, il a confié le soin de composer le manuscrit à ses deux fils, et l'on comprend qu'il est particulièrement fier de cette entreprise familiale[261] :

---

[259] Les Cœulre citent largement Pasino et mentionnent l'*Arithmétique* de Stevin, mais ils n'utilisent jamais la *Disme* nouvellement inventée par ce dernier, ce qui tend à confirmer le manque de succès immédiat de cette « invention » dans le milieu des géomètres et géographes.

[260] Mennher de Kempten, Valentin, *Arithmetique seconde. Avec grace & privilege de l'Empereur pour quatre ans*. Anvers, Jan van der Loe [« J. Loë », collophon], 1556. Nous retrouverons Mennher, car ses exercices seront repris par Michel Coignet, puis Didier Henrion.

[261] Cœulre, Jacques, Pierre et Cornille de, *La Pratique Generalle et ample description*, fol. VI (non paginé) : « Epistre au Lecteur ».

[…] *aiant herité par patrimoine les fondements de Geometrie, je me suis en après du tout adonné a la pratique & a la recerche des plus beaux sercretz (sic) des mathematiques, maprochant tousjours de plus doctes Geometres & Geographes, Ingenieurs & aultres professeurs, mesme jay aussi curieusement remercqué ce que jay peu congnoistre entre les gens de guerre, braves Capitaines et aultres en discourant sur les fortiffications, & ce que jay conquis et comprins par bonne experience, jay trouvé convenable pour ma descharge le debvoir communiquer liberallement (par bonne Instruction) a mes Enfans et successeurs, ce que jay faict, mais non point avec tel contentement que je desirerois pour avoir esté prevenu et accablé de fortune, et touché sy avant de la main de Dieu que destre privé du benefice de la veüe et nonobstant ce que j'avais amassé auparava[n]t ma fortune, du depuis je l'ay faict rediger et amplifier en bonne ordre par deulx miens filz lesquels (apres avoir faict prœuve de leur capacité et experience par plusieurs plants et cartes de places et forteresses signalees service par aucthorité et mains de leurs Altezes Serenissimes et de la Court) ont faict le debvoir tel que povez voir par ce volume qu'ilz ont escrit, pourtraict* [dessiné] *et painct en leur adolescence pour leur en servir en particulier.*

Le père explique ensuite qu'il s'est « laissé persuader de presenter cette descrip[ti]on pour en servir au publicq ». Il faut dire qu'il s'agit d'un ouvrage exceptionnel de par l'éventail des matières traitées, donné dans une table de quinze pages que résume le tableau n°4 ci-dessous :

Liv.	p.	*Titre* / Contenu
I	1	Traité complet d'arithmétique pratique, fractions, extraction de racines.
II	187	*Comme on poeult chifrer et nombrer par l'arbre et grand Gect* : calcul aux jetons.
	221	*Piedz, Verges, mesures et reductions d'icelles pour Arthois, Flandre et aultres lieux*.
III	253	*Premier livre de Geometrie praticale*
	367	*Second livre de Geometrie praticale : stereometrie praticale*, y compris la mesure des ouvrages de fortification.
		Troisieme livre de Geometrie praticale :Altimetrie
IV	543	*Geographie* (dont l'art de lever les plans)
V	595	*La Gaulge :* jaugeage.
VI	651	*Faulses positions et reductions geometriques* : résolution de problèmes proportionnels en géométrie.
VII	713	*Geometrie civille* : géométrie à l'équerre et au compas, sans mesures.
VIII	863	*Elemens d'Euclide* : extraits des six premiers livres des *Éléments*.
IX	1001	*Plusieurs belles propositions astronomiques*
X	1065	*Horologiographie* : cadrans solaires
XI	1143	*Fortiffications*
XII	1425	*Pirotecnie* : feux d'artifice.
XIII	1459	*Le train de l'Artillerie* : fonte des canons et dépenses d'entretien d'une double batterie.

Tableau n°4 : Contenu du manuscrit des de Cœulre, père et fils.

Comment ce père et ses deux fils ont-ils pu composer cet ouvrage colossal, nécessitant la maîtrise de tant de compétences théoriques et techniques ? Nous avons lu dans l'épitre au lecteur qu'avant de perdre la vue, Jacques avait reçu la géométrie en « patrimoine » et fréquenté ceux qui en font métier ; la tradition familiale et le milieu professionnel expliqueraient donc tout ? La réponse se trouve dans la dédicace aux Archiducs Albert et Isabelle :[262]

> *[…] ce que nous avons redigé au pied et a la mesure le plus compendieusement qu'il nous a esté possible en dix huict livres contenus en ce volume, ce que rarement s'est trouvé jusques a present, enquoy n'avons espargné le temps, labeure, ny fraictz, qu'il est a croire estoient necesaires po[ur] un tel suject y estants oblegez comme leurs treshumbles sujectz , mais encore leurs Geometres et Geographes en nostre pais et Conté d'Arthois et Quartier de Saint Omer, aiants esté nos predecesseurs et nous en cest office en plusieurs occurences au service de leurs Majestez Imperiale et Royale plus de soixante ans et y avons continué jusques a present, comme pareillement servy de Commissaires aux Vivres des trouppes du temps de Messeigneurs de Lamotte […] et autres.*

Nous nous trouvons donc face à l'œuvre d'ingénieurs géographes, héritiers d'une longue tradition familiale scientifique et technique et fortement mêlés aux affaires militaires de leur « pays »[263]. La rédaction de *La Pratique Generalle* répond à un besoin personnel des enfants de Cœulre, mais son édition luxueuse dédiée aux Archiducs revêt aussi une dimension politique, voire nationaliste, que l'on décèle dans la préface. Il y est à plusieurs reprises question d'honneur et de noblesse, vertus que l'homme tire des mathématiques. La compétition entre les nations devient une affaire d'esprit, dont la pénétration se mesure par la maîtrise des connaissances en mathématiques[264] :

---

[262] *Ibid.*, fol. III-v (non paginés).
[263] On trouve effectivement trace de la famille de Cœulre dès 1519, avec un « un traité sur les dimensions des lieues en Flandre et en Artois, par Pierre Coeulre, ingénieur » (Bibliothèque nationale de France, département des manuscrits, Provinces françaises, Flandre et Artois 36, II, Actes concernant la police et la réparation des chaussées des Pays-Bas, fol. 124-157). Nous avons par ailleurs parcouru un manuscrit d'arithmétique de Jacques de Coeulre en tout point équivalent du livre II de celui que nous étudions et qui tend à montrer que Jacques était aussi professeur particulier (Citey, Maximilien de, *L'Arithmectique par l'arbre et grand gect par Maistre Jacques Coeulle...*, 1601. Ms 145, Médiathèque de l'abbaye Saint Vaast, Arras).
[264] Cœulre, Jacques, Pierre et Cornille de, *La Pratique Generalle et ample description*, fol. VI (non paginé)

La nation franchoise se veult attribuer l'honneur des Mathematicques par plusieurs legieres descriptions, et samble que nul ne soit noble s'il n'est mathematicien. Mais les Italiens excellent de beaucoup signament sur les fortifications, comme peut apparoir par quelques advis des plus fameux et notables Ingenieurs que nous voulons bien honnorer en ceste œuvre pour en avoir eu la cognoissance, combien que les Universités, sy comme la ville de Paris, seconde Athene, Achademie g[ener]alle des bonnes lettres, donne grand bruict et raport d'honneur, pour la multitude des bons esprits vertueux et studieux quy y arrivent de touttes les parties de l'Europe. Mais sy ceux de n[ot]re et des provinces de pardecha embrassoient lesdictz Arts l'on trouveroit tant en la noblesse comme entre le commun plusieurs bons esprits d'aussy grande littérature et aultant graves et resolus en touttes disciplines et en bonnes sciences comme en la France.

Suit la liste des Seigneurs qui ont soutenu l'entreprise, contre l'impudence des Français : Florent de Berlaimont (futur gouverneur du Luxembourg), Jehan de Bonnières (gouverneur et capitaine des villes de Lens et Henin-Liétard) ; Jean de Drinckwaerl, Baron de Dormael (trésorier général des finances des Archiducs). La famille de Cœulre était donc très proche du pouvoir espagnol des Pays-Bas. Le manuscrit pouvait donc avoir, outre le prestige de la Cour, une fonction de diffusion des savoirs dans les cercles rapprochés des Archiducs. Il s'agit en effet, parmi les écrits que nous étudions, du premier dans lequel les auteurs sont présentés en tant que professeurs.

Venons-en aux savoirs enseignés. La vision générale donnée dans les préfaces mêle le discours classique sur les arts libéraux aux applications de terrain. Les auteurs examinent la séparation entre arithmétique et géométrie présidant aux *Éléments* d'Euclide, qui suivaient en cela les préceptes aristotéliciens. Ils insistent sur le caractère indispensable pour les praticiens d'un savoir enraciné dans ces deux domaines[265] :

Les Arts d'Arithmetique et de Geometrie […] *ne poeuvent estre divisez ny separez l'un de l'aultre, aiant telle simpathye et accordance que la Geometrie ne poeut rien de soy conduire a perfection sans le nombre. Car la Geometrie est le corps visible et actuel, et l'Arithmetique est l'ame quy juge, discerne et congnoist l'interieure faction de*

[265] *Ibid.*, p. 2.

la Geometrie pour faire paroistre par proeuve l'ydee et conception de ce que le Mesureur, ou Architecte, voeult designer et mettre en avant.

Cet extrait nous paraît important et novateur. Les de Cœulre contestent la séparation aristotélicienne entre le monde des formes et celui des nombres et affirment la supériorité de l'arithmétique sur la géométrie. Le praticien qui veut *conduire à perfection* son œuvre ne peut pas se contenter du savoir géométrique dont il se sert pour engendrer les formes et les représenter. Pour parfaire cette œuvre, il doit pouvoir justifier ses conceptions, et cela ne sera obtenu qu'au moyen des mesures et des calculs. La profondeur et l'originalité de cette pensée indique que les auteurs sont des scientifiques compétents et en lien avec la réalité militaire, comme le sont aussi à la même époque Michel Coignet (aux côtés des Archiducs) et Simon Stevin (du côté des Provinces-Unies). Ils citent de manière critique de nombreux auteurs, par exemple Tartaglia, Stevin ou même Perez de Moya (*Jehan Peris de moya*)[266] pour l'arithmétique ; Oronce Fine, Pierre Forcadel et Jean de Merliers sur le carré géométrique[267], égratignant au passage Henry de Suberville pour son Henrymetre « d'aultant qu'il ne poeult servir aux grandes distances sans monter sur quelque haulte tour, ou clocher, s'estant abusé en l'experience de son Instrument, faisant trop grande saulce pour un petit poisson[268] ». Il est tentant d'y voir une nouvelle pique à l'égard du royaume de France, puisque l'Henrymetre est dédié au roi Henri IV, dont il porte le nom : ce dernier serait-il le *petit poisson dans une grande sauce* ?

En architecture militaire, nous retrouvons, comme dans les deux manuscrits étudiés précédemment, une synthèse de quelques imprimés repris en partie tant pour le texte que pour les images, assortie de considérations sur la pratique effective des chantiers, les matériaux utilisés, la manière d'établir les devis, etc. En ce qui concerne les conceptions, les de Cœulre sont proches de Galasso Alghisi et d'Aurelio de Pasino, les deux auteurs les plus abondamment (et nommément) cités, aussi bien pour le texte que pour les figures, dans les constructions, le rapport qu'elles entretiennent avec l'artillerie, les questions d'attaque, etc. Du point de vue du style, c'est la méthode comparative de Theti qui a leurs faveurs, dès la

[266] *Ibid.*, p. 183. Si l'arithmétique de Tartaglia a été traduite en français par Guillaume Gosselin, celle de Perez de Moya n'a été publiée qu'en espagnol.
[267] *Ibid.*, p. 491.
[268] *Ibid.*, p. 492 [Cf. Suberville, Henry de, *L'Henry-metre, instrument royal, et universel, avec sa théorique, usage, et pratique demonstrée par les Propositions Elementaires d'Euclide...* Paris, Adrien Perier, 1598].

préface du livre XI[269] : « Je vous voeulx faire voir partie des Inventions d'aulcuns m[aît]res Architectes militaire et Ingenieux les plus renommez et signalez modernes […] sy est-il qu'il ny a encore aulcun qui ait atteint la perfection asseuree sinon qu'avecq une despence labourieuse et indicible. » En fait, la première partie est un collage d'extraits du *Discours* de Theti de 1589. Nous ne pensons pas que les rédacteurs l'aient traduit depuis l'italien car il y a une très forte corrélation avec les mots et expressions de la version française ; cependant, nous penchons pour une procédure de type dictée, dans la mesure où les mots écrits sont à consonance de langue d'oïl (*fachon* pour *façon*, *gourdine* pour *courtine*, *tranchis* pour *tranchées*, *bolvertz* pour *boulevards*, etc.) Quant aux images, Cornille a donné aux illustrations de Theti une dimension nouvelle, transformant les rudimentaires croquis originaux en des décors de théâtre (Figure 2.78, à comparer avec la Figure 2.14).

Theti n'est cité qu'une fois en toute fin de cette partie[270] : « Nous avons traité assez avant des anchiennes manieres de fortiffier et de plusieurs belles annottations et demonstrations , mesme advertissements que nous avons retenu du Seigneur Charles Tetty. Comme aussy nous vous pretendons faire entendre les principales observations et demonstrations de messieurs le Seigneur Gallasso Alghisi, et le Seigneur Aurelio de Passino. » Les de Cœulre précisent cependant qu'ils le feront « avecq demonstration des figures et aultres additions que nous adjousterons selon que nous avons congnu en faisant les mesurages d'aulcunes places fortifiees a la moderne » sur la commande du Prince de Parme, Lieutenant général des Pays-Bas[271].

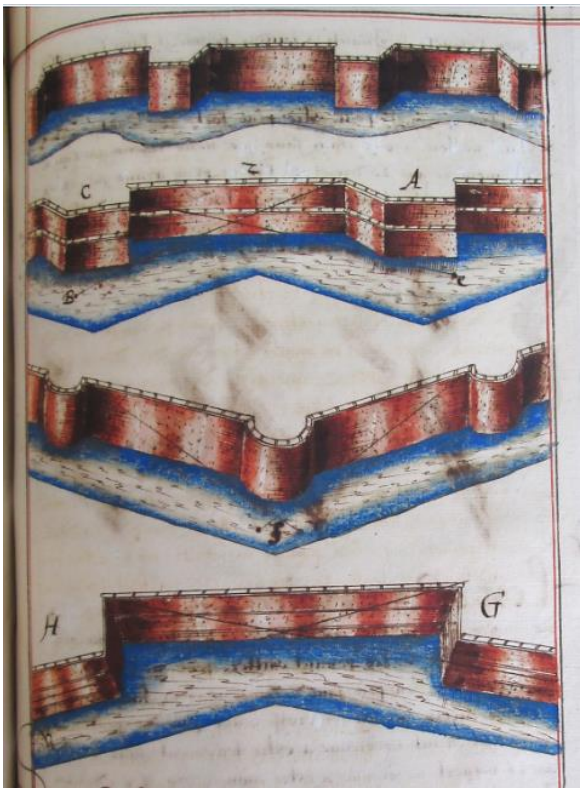


Figure 2.78

[269] Cœulre, Jacques, Pierre et Cornille de, *La Pratique Generalle et ample description*, p. 1144.
[270] *Ibid.*, p. 1204.
[271] *Ibid.*, p. 1204-1205.

Toute la suite du traité fait la part belle aux extraits des textes de Pasino (très souvent cité) et d'Alghisi, du moins dans ce qu'en rapporte Pasino. Une seule figure d'Alghisi (Annexe B1, Figure 2.79) provient directement de la version italienne du *Delle Fortificationi* de 1570, toutes les autres sont issues du *Discours* de Pasino. Bien que son auteur ne soit cité qu'une fois[272], le *Capitaine* de Cataneo est également largement mis à contribution : fondations des bastions (Figure 2.80, à comparer avec la Figure 2.9) et attaque des places (figure 2.81).

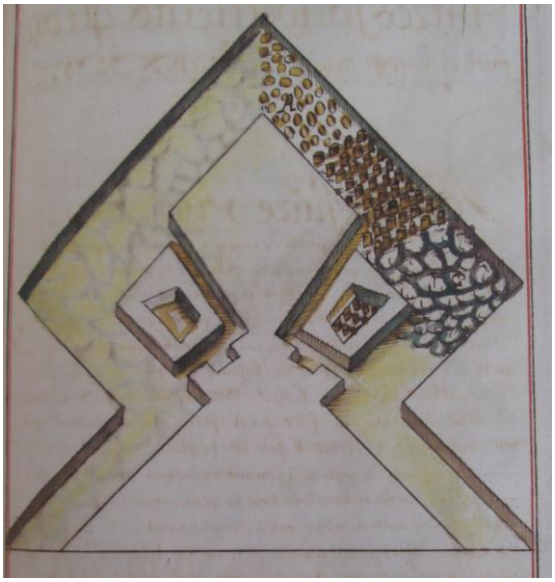


Figure 2.80

Figure 2.81

Comme dans le cas des deux autres manuscrits étudiés, les auteurs ont modifié les illustrations des ouvrages originaux. Ici, c'est avant tout la couleur qui apporte une réelle amélioration aux bois gravés initiaux. Comme pour un décor de théâtre, Cornille de Cœulre a choisi des couleurs vives et clairement identifiables : rouge brique, vert feuillage, brun bois, bleus liquide/ardoise/uniformes, jaune soleil, reflété dans les lances des piquiers. À cette époque, ce souci de la clarté des codes de couleurs n'est pas encore une habitude comme cela le deviendra dans les plans stratégiques au lavis, qui seront l'apanage des ingénieurs militaires du XVII[e] siècle. La mise en scène de Cornille participe pleinement de l'art de l'explication, dans cet ouvrage qui est aussi un présent aux souverains. Les illustrations ont très probablement été présentées à la cour des Archiducs, aux ambassadeurs des puissances étrangères, pièces de prestige supplémentaires dans une guerre diplomatique parallèle à la guerre de terrain.

[272] *Ibid.*, p. 1240 « nous disons avecq le Seigneur Jerosme de Cataneo Cap[itai]ne et le Seigneur Charles Tetty a treshumble correction […] »

5. CONCLUSION

Les ouvrages imprimés et les manuscrits que nous avons analysés manifestent une certaine diversité des personnes et des styles d'exposition à l'époque où sont jetées les bases du corpus que nous étudions. Nous nous référerons à nos critères d'analyse pour chercher de premières tendances à travers les points communs et les différences que nous avons observés.

La majorité des auteurs rencontrés sont des ingénieurs ayant vécu les conflits et les sièges. Ils font part de leur expérience du terrain et n'hésitent pas à illustrer leur propos par des anecdotes qui donnent du poids à leurs arguments. Certains d'entre eux utilisent ces faits de guerre contre d'autres, que ce soit de manière polémique comme le fait Flamand, ou simplement pour mettre les pratiques en perspective et éclairer le lecteur, à la manière de Theti. Nous avons trouvé chez ce dernier un constat de la disparité des conceptions des fortificateurs à la fin du XVI^{e} siècle, assorti d'un plaidoyer pour davantage de rigueur et une harmonisation des procédés favorisée par la standardisation des mesures. Il légitime cette rigueur en dénonçant les graves défauts des forteresses qu'il présente, défauts dus à une réalisation davantage guidée par l'habitude que par une réelle réflexion. Theti prolonge en cela les écrits de Tartaglia, qui se proposait de suivre une méthode non dictée par des considérations de construction, mais par une réflexion sur les fonctions des différentes parties des enceintes. Ces deux auteurs utilisent une forme de dialectique qui leur permet d'analyser les pratiques contemporaines, à ceci près que Tartaglia est partisan d'une recherche *a priori* de principes dictés par la seule raison, tandis que Theti confronte les réalisations avérées et choisit ce qui lui paraît le meilleur. Dans les deux cas, la question n'est plus de présenter des techniques de construction de remparts, mais de parvenir à penser la fortification dans sa globalité comme un système permettant de répondre à la violence du canon. Il ne s'agit plus alors de se contenter d'augmenter l'épaisseur des murs ou la profondeur des fossés, mais de se saisir des questions posées par l'évolution de l'artillerie dans une approche scientifique. C'est une rupture avec la tradition des ouvrages de l'antiquité, qui présentaient avant tout les machines de guerre et donnaient un aperçu des fortifications avant tout pour indiquer comment les abattre. Cette rupture n'est pas visible chez des auteurs qui sont d'abord architectes, comme Alghisi ou Perret qui privilégient les représentations de bâtiments ou l'exposition des procédés géométriques de construction, dans une visée qui est davantage la présentation que l'explication. En général, la préoccupation didactique ne semble pas un objectif principal des auteurs.

Les objectifs affichés paraissent divers, quoique difficilement cernables, car les adresses aux lecteurs souvent assez convenues. Il faut un Flamand pour oser donner une dimension théologique au partage de sa connaissance, les autres auteurs mettant plutôt en avant l'utilité du public ou le contentement du grand personnage dans l'ombre duquel ils écrivent (La Treille, Theti, Pasino…) Il est difficile de savoir dans quelle mesure ce public dépasse le lecteur bienveillant et abstrait des préfaces. Cependant, un ingénieur comme Flamand déclare désirer se mettre au service de son prochain. Ambroise Bachot, également ingénieur, en cultive la proximité au point de chercher à le rencontrer. Pour ce dernier, on peut soupçonner dans cette offre de services la recherche du bénéfice d'une protection d'élèves haut placés, mais dans les deux cas, le *thresor inestimable*[273] à partager est la connaissance subtile des principes de la fortification. Comme chez les auteurs italiens évoqués plus haut, la profondeur de la connaissance est garantie par les compétences en mathématiques : Bachot consacre une partie significative de son recueil à des exercices originaux de construction géométriques, Flamand écrit son traité de *Mathematicques et Geometrie*, qui comprend l'arithmétique, la géométrie, l'arpentage et la statique. Plus encore qu'une question de connaissance, c'est la compréhension même du monde qui en dépend, car « la vraye nature de toute chose, est sa proportion & mesure[274] ». Nous l'avons vu dans le prologue du manuscrit de Jacques de Cœulre et de ses fils, c'est cette compréhension sublime de la nature des choses qui donne ses titres de noblesse à l'homme. Et nous devons aux mathématiques en tant que science du raisonnement la finesse de l'esprit et son pouvoir de pénétration, car comme l'affirme également Flamand, «la generosité & noblesse de l'homme vertueux provient en partie de la cognoissance du vray & du faux[275] ».

Mais la mise à contribution des mathématiques dépend beaucoup des auteurs eux-mêmes et sur ce sujet encore, il n'y a pas d'uniformité des approches. Que l'on considère par exemple la façon d'engendrer les formes des bastions : certains tracent un réseau de lignes dont ils tireront le profil désiré (particulièrement les Italiens comme Alghisi, Pasino et l'anonyme de Cracovie, mais aussi Specklin) ; d'autres construisent directement les contours en déterminant les angles et les mesures des segments (Cataneo, Flamand, Bachot, Constantinoys). Dans tous

[273] Flamand, Claude, *Les Mathematicques et geometrie departies en six livres..., op. cit.*, p. 2
[274] *Ibid*., épitre « A tres-illustre haut et puissant Prince Friderich Duc de Vvirtemberg, & Teck, Comte de Montbeliart », fol. A3v non paginé.
[275] *Ibid*., *loc. cit*.

les cas, les compétences géométriques sont indispensables tant dans les outils conceptuels de base que dans l'habileté à tracer. Nous avons vu, surtout chez nos auteurs de manuscrits, des traités préalables de géométrie comprenant des commentaires des *Éléments* d'Euclide. Les contraintes budgétaires peuvent expliquer cette concision des auteurs d'imprimés. Cela n'empêche pas des amoureux de la géométrie comme Bachot ou Cataneo d'en pratiquer « pour elle-même », ce qui va se trouver plus fréquemment après Errard et Marolois, mais dans des traités que les auteurs publieront indépendamment de leurs ouvrages de fortification. Il faudra l'organisation et la puissance économique des Jésuites pour que l'on voie reparaître des *compendiums* intégrant la fortification dans les sciences mathématiques. En cette fin de XVI^e^ siècle, c'est dans les manuscrits que nous avons trouvé ces compilations à visée encyclopédique. Leurs auteurs font preuve d'une très grande compétence et d'un discernement exceptionnel en ce qu'ils parviennent à choisir et organiser un savoir qu'ils n'ont pas inventé. C'est leur travail de pédagogues et de commentateurs qui atteste de la réception éclairée des connaissances nouvelles et mathématisées sur la fortification.

Nous avons mis en évidence, dans ce premier chapitre de notre étude, la place de plus en plus importante accordée aux images, parallèlement à la mathématisation croissante de l'approche didactique de la fortification. Les images sont passées de la fonction d'illustration qu'elles tenaient dans les ouvrages antiques à une fonction plus éclairante d'exposition et d'explicitation. Elles conservent cependant la diversité de leur statut : croquis destinées à exposer grossièrement la forme des bastions (Theti), dessins complexes de polygones dont sont issues les enceintes fortifiées (Pasino), figures géométriques porteuses de leur propre algorithme de construction (Bachot), et finalement représentations théâtralisées des bâtiments (Specklin), portées à leur perfection par l'adjonction des ombragements (Bachot) et de la couleur (de Cœulre). Nous considérons Bachot comme le plus doué des créateurs d'images, puisqu'il parvient, encore mieux que Cataneo, à nous faire saisir le processus d'élévation des esplanades par l'utilisation de la perspective militaire, et qu'il améliore encore la lisibilité de ses représentations de bâtiments par l'utilisation d'ombragements simples et esthétiques.

Les ouvrages du XVI^e^ siècle que nous avons étudiés constituent un solide socle de connaissances pour les auteurs de fortification du XVII^e^ siècle. Ce socle établi va nous permettre de mieux appréhender la question qui nous préoccupe. La publication de la

Fortification de Jean Errard constitue-t-elle une révolution dans la façon d'enseigner l'architecture militaire, et dans quelle mesure participe-t-elle au mouvement de fond de la révolution mathématique du XVII^e^ siècle[276].

[276] Cf. Barbin, Evelyne, *La révolution mathématique au XVII^e^ siècle*. Paris, Ellipses, 2006.

DEUXIÈME PARTIE

JEAN ERRARD, FONDATEUR D'UNE PREMIÈRE ÉCOLE FRANÇAISE DE FORTIFICATION ?

© Fitzwilliam Museum, Cambridge, UK.

CHAPITRE 3

L'ÉMERGENCE D'UN MATHÉMATICIEN, 1584-1594

Le choix de cette première période s'est imposé à nous en considérant les deux premiers ouvrages publiés par notre fortificateur. En 1584, cet ingénieur encore inconnu fait paraître à Nancy un recueil technique, *Le Premier Livre des Instruments mathematiques mechaniques*[1], resté très rare. En 1594, il publie à Paris un traité de géométrie pratique[2] qui connaîtra de nombreuses rééditions. Nous avons cherché à comprendre les raisons de ce changement, tant dans les sujets abordés que dans l'audience des ouvrages, en suivant Jean Errard dans sa formation et dans l'avancée d'une carrière qui va le conduire d'un service mal défini à la cour du Duc de Lorraine au statut d'ingénieur du Duc de Bouillon, puis à celui d'ingénieur principal du Roi Henri IV. Parallèlement à cette évolution d'ordre professionnel, nous avons porté notre attention sur la vision errardienne des mathématiques que révèlent les contenus du *Premier Livre* et la correspondance échangée à l'occasion de la controverse sur la quadrature du cercle qui a impliqué des mathématiciens de premier ordre au milieu des années 1590.

La période d'avant 1594 est la plus mal connue en ce qui concerne la biographie d'Errard. Un examen précis des sources fiables (documents officiels, documents référencés de manière incontestable, écrits d'Errard lui-même) nous a amené à questionner certains des partis-pris de Marcel Lallemend et Alfred Boinette dans leur biographie qui fait toujours référence[3]. Ces deux érudits lorrains écrivaient à la fin du XIX^e^ siècle, dans un contexte patriotique revanchard qui n'épargnait pas toujours le milieu des historiens. Devons-nous considérer à leur suite Jean Errard comme un militaire, spécialiste de l'attaque et de la défense des places, qui s'adonne à la géométrie comme un passe-temps ?

Nous apporterons les précisions biographiques qu'a permis notre recherche, puis nous étudierons le *Premier Livre* en détail. Si nous ne connaissons rien de la genèse de cet ouvrage

---

[1] Errard, Jean, *Le Premier Livre des Instruments mathematiques mechaniques de I. Errard de Bar-le-Duc. A tresillustre Prince Monseigneur le Duc de Calabre, Lorraine, Bar, Gueldres, &c*. Nancy, Jan-Jansson, 1584.
[2] Errard, Jean, *La Geometrie et practique generalle d'icelle, Au Tres-Chrestien Roy de France & de Navarre, par I. Errard de Bar-le Duc, Ingénieur de sa Maiesté*. Paris, David Le Clerc, 1594.
[3] Lallemend, Marcel, Boinette, Alfred, *Jean Errard de Bar-le-Duc, « premier ingénieur du très Chrétien Roy de France et de Navarre Henry IV », sa vie, ses œuvres, sa fortification (lettre inédites de Henry IV et de Sully)*, Paris, Thorin & Dumoulin ; Bar-le-Duc, Comte-Jacquet & Boinette, 1884.

qui reste à part dans la production de notre auteur, nous estimons qu'il le caractérise néanmoins dans la première partie de sa carrière comme un inventeur, homologue des auteurs contemporains de « Théâtres de machines » (nous reviendrons plus loin sur cette appellation). Du fait des nombreuses lacunes dans la biographie de Jean Errard, il ne nous était pas possible de déterminer assurément quelle était l'importance de ce premier livre, qui ne fait pas référence explicitement à une science théorique et restera sans suite. Errard avait-il une solide compétence technique pour les questions qu'il aborde ? Les objets de ses recherches et son style d'exposition étaient-ils originaux ? Pour répondre à ces questions, nous avons été amené à examiner les ouvrages de Jacques Besson[4], d'Ambroise Bachot[5] et d'Agostino Ramelli[6], contemporains de celui qui nous intéresse et qui ont pour nous l'avantage de présenter des options esthétiques et didactiques très différentes, que nous pourrons comparer à celle d'Errard, afin de le situer plus précisément dans le mouvement d'écriture et de représentation technique de son époque.

Les deux ouvrages publiés en 1594 sont d'une toute autre nature, puisqu'il s'agit cette fois de géométrie. Ils sont cependant très différents. La *Refutation de quelques propositions du livre de Monsieur de L'escale*[7], libelle de trois pages, a été rédigé et imprimé très rapidement pour répondre à la *Cyclometrica* du philologue Joseph Juste Scaliger[8] publiée en juin de la même année et dans lequel ce dernier expose sa solution au problème de la quadrature du cercle en étrillant les travaux d'Archimède. La *Geometrie et practique generalle d'icelle*, bien plus élaborée, a dû répondre à un projet autrement mûri (cf. *infra*, chap. 4).

Jusqu'à présent, les historiens ont focalisé leurs études sur la *Fortification* et accordé peu d'importance aux écrits antérieurs, mais il nous paraît au contraire essentiel de nous y arrêter. Et tout d'abord sur la « dispute des cyclomètres[9] » autour de Scaliger, parce qu'elle a été

---

[4] *Theatre des instrumens mathematiques & mechaniques de Jacques Besson Dauphinois, docte Mathematicien…*, Lyon, Barthelemy Vincent, 1578.

[5] Bachot, Ambroise, *Le Timon du capitaine AB Bachot*…, *op. cit.* Paris, l'auteur, 1587.

[6] Ramelli, Agostino, *Le diverse et artificiose machine del Capitano Agostino Ramelli dal Ponte della Tresia, Ingegniero del Christianissimo Re di Francia et di pollonia. Nellequali si contegono varii et industriosi Movimenti, degni digrandißima Speculatione, per cavarne beneficio infinito in ogni sorte d'operatione ; composte in lingua Italiana & Francese*. Paris, l'auteur, 1588.

[7] Errard, Jean, *Refutation de quelques propositions du livre de Monsieur de L'escale, de la quadrature du cercle par luy intitulé, Cyclometrica elementa duo*. Paris, Guillaume Auvray, 1594.

[8] Scaliger, Joseph Juste, *Cyclometrica elementa duo. Ad Illustres Nob. Ampliss.Q. Hollandiæ, Wetsfrisiæ et Zeelandiæ Ordines*. Leyde, Plantin/Raphelenghem, 1594.

[9] Comme est désignée cette polémique dans Borowczyk, Jacques « Viète et les quadrateurs », *in* Barbin, Evelyne, & Boyé, Anne (dir.), *François Viète, un mathématicien sous la Renaissance*, Vuibert, 2005, p. 139.

surtout évoquée pour son aspect polémique et non en raison de ce qu'elle dévoilait de tensions entre deux visions de la géométrie. Ensuite parce que le rôle de Jean Errard en tant que mathématicien dans cette polémique a été largement sous-estimé. En effet, bien que l'adversaire déclaré de Scaliger soit François Viète, c'est Jean Errard qui le premier a réfuté la *Cyclometrica*. Nous chercherons donc à déterminer quelle place il occupait dans la communauté mathématique à cette époque, particulièrement par rapport à Viète qui était également un proche d'Henri IV. Il nous faudra éclairer au maximum les enjeux de l'intervention d'Errard, signe d'un projet plus général, sur lequel nous reviendrons lorsque nous étudierons la *Geometrie* et l'édition des *Éléments* d'Euclide[10]. Quel pouvait être ce projet ? Nous mettrons en relations certains faits historiques avec les intentions affichées par Errard dans ses écrits, sur deux plans au moins : sa préoccupation de l'état de l'enseignement des mathématiques dans le royaume ; la promotion d'une nouvelle science de la mesure des objets mathématiques et par conséquent des lignes, surfaces, solides de la réalité. Dans ce but, il nous est indispensable de reprendre les éléments connus de la biographie de notre fortificateur, afin d'y souligner les aspects essentiels dans notre optique.

1. REPÈRES BIOGRAPHIQUES : 1554-1594.

La vie de Jean Errard est mal connue, non seulement dans sa jeunesse mais également pour des périodes de sa vie où il est resté dans l'ombre d'autres ingénieurs ou des Grands qu'il servait. Dans ses propres écrits, il s'efface systématiquement devant les dédicataires et les contenus qu'il présente, nous n'avons donc que très peu de renseignements de première main sur sa personne. Notre principale source d'information est la biographie déjà citée de Marcel Lallemend et Alfred Boinette[11], qui ont pu avoir accès aux archives des descendants de l'ingénieur, mais dont le travail laisse néanmoins de nombreuses zones d'ombres. Nous avons étudié à Bar-le-Duc le fonds documentaire[12] de Léon Maxe-Werly qui leur a servi de base, sans y trouver cependant d'éléments significatifs : les nombreuses notices disparates et la

[10] Errard, Jean, *Les six premiers Livres des Elemens d'Euclide : Traduicts & commentez par I. Errard de Bar-Le-Duc, Ingenieur du Tres chrestien Roy de France et de Navarre. Dediez à sa Maiesté*. Paris, Guillaume Auvray, 1598.
[11] Lallemend, Marcel, Boinette, Alfred, *Jean Errard de Bar-le-Duc, « premier ingénieur du très Chrétien Roy de France et de Navarre Henry IV », sa vie, ses œuvres, sa fortification (lettre inédites de Henry IV et de Sully)*, Paris, Thorin & Dumoulin ; Bar-le-Duc, Comte-Jacquet & Boinette, 1884.
[12] Médiathèque Jean Jeukens, Bar-le-Duc. Fonds Maxe-Verly / Jean Errard / Biographie.

correspondance entre Maxe-Werly et Boinette montrent que les évitements de la biographie correspondent aux lacunes de la documentation et aux incertitudes des documentaristes. Publié la même année que l'ouvrage précédent, un article de Victor Servais[13] ne nous apprend rien de plus, ce qui s'explique en considérant le fonds correspondant de la bibliothèque de Bar-le-Duc[14] : l'auteur a fait appel au même Léon Maxe-Werly et dispose globalement des mêmes sources que Lallemend et Boinette. Outre les notices des dictionnaires de biographie, quelques articles plus récents publiés en Lorraine[15] font revivre la mémoire du fortificateur barrisien, sans apporter de grandes nouveautés.

Même la détermination de la date de naissance d'Errard a suscité bien des errements : le grand portrait anonyme qui orne le salon de l'hôtel de ville de Bar-le-Duc indique 1549 (Annexe B2, Figure 3.1), tandis que l'historien et libelliste lorrain François-Antoine Chevrier donne la date trop précise du 15 juin 1566[16]. En fait, comme le signalent Marcel Lallemend et Alfred Boinette, en l'absence de document officiel nous devons nous référer à une pièce de la collection des œuvres de Thomas de Leu[17], célèbre graveur parisien de la fin du XVI^e^ siècle (Annexe B2, figure 3.2) : le portrait de Jean Errard est daté « AD 1600 » et indique « A(E)T(ATIS SUÆ) 46 ». Nous avons déjà rencontré ce dernier en tant qu'auteur des planches de l'ouvrage de Jacques Perret, *Des Fortifications et artifices d'Architecture…* (cf. *supra*, chap. 2, §3.1), il a également gravé de nombreux portraits de la famille royale et de la famille de Lorraine (Ducs de Bar et de Guise). La personne qu'il a le plus représentée est le roi Henry IV (une vingtaine de portraits), ce qui confirme sa proximité avec les cercles

[13] Servais, Victor, « Notice sur Jean Errard de Bar-le-Duc, Ingénieur du Roi Henri IV, Par M. Servais Ancien chef du cabinet du Préfet de la Meuse », *Mémoires de la Société des Lettres, Sciences et Arts de Bar-le-Duc*, deuxième série, tome III. Bar-le-Duc, Philipona, 1884.

[14] Médiathèque Jean Jeukens, Bar-le-Duc, Ms 190 (IV) : « Errard (Jean). Notes de M. V. Servais, 334 pièces »

[15] Gaber, Stéphane, « Jean Errard de Bar-le-Duc, Ingénieur des fortifications du roi de France Henry IV », *Le Pays lorrain, Journal de la Société d'archéologie lorraine et du musée historique lorrain*, n°2, 1990. Nancy, Berger-Levrault, 1990 ; Métin, Frédéric, « Jean Errard, de Bar-le-Duc, (1554-1610) fortificateur d'Henri IV, roi de France », *in* Cazin, Noëlle & Jalabert, Laurent « Savoirs, pensées et cultures dans le Barrois, XV^e^-XX^e^ siècles / XXXVIII^e^ Journées d'études meusiennes ». Bar-le-Duc, Société des lettres, sciences et arts de Bar-le-Duc, 2014.

[16] Chevrier, François-Antoine, *Histoire civile, militaire, ecclésiastique, politique et littéraire de Lorraine et de Bar*… Bruxelles, 1758 ; cité par Léon Maxe-Werly dans ses notes pour Marcel Lallemend : Fonds Maxe-Verly / Jean Errard / Biographie, Médiathèque Jean Jeukens, Bar-le-Duc ; Maxe-Werly signale que Chevrier donne la date également fantaisiste du 18 juin 1623 pour le décès d'Errard, et qu'il sera en cela repris par ses successeurs du XIX^e^ siècle avant Lallemend et Boinette.

[17] Linzeler, André & Adhémar, Jean, *Inventaire du fonds français graveurs du seizième siècle*. Tome I, Paris, 1932, p. 461-546 (portrait d'Errard, n°285, p 513) ; tome II, Paris, 1638, p. 373-380.

protestants du pouvoir et donne un fort crédit à l'annotation mentionnée. Nous conclurons donc avec Lallemend et Boinette que Jean Errard est né en 1554, à Bar-le-Duc, en Lorraine.

Ce sont une période et une région marquées dès leur début par les guerres de religion (massacre de Wassy en 1562, organisation de la Ligue par le duc de Guise en 1576, etc.). Les tensions religieuses ont engendré de terribles épreuves de force, tels le massacre de la saint Barthélémy en 1572 ou le siège de Sancerre en 1573. Comme le montre Bruna Conconi[18], les protestants racontent les atrocités à des fins de propagande, ce que fait Jean de Léry au sujet du siège de Sancerre[19]. Ces récits recourent aux grands modèles du passé, particulièrement Flavius Josèphe. Des pamphlets ne cesseront d'être publiés jusqu'à la fin des guerres de religion et même au-delà : par exemple, à propos du siège de Saint-Jean-d'Angély en 1621, paraissent cette même année une trentaine de libelles[20], phénomène qualifié par des historiens actuels de véritable « buzz médiatique ».

C'est dans cette atmosphère que Jean Errard se forme aux mathématiques et à l'art de la fortification, quittant la Lorraine pour le Palatinat calviniste, où il est inscrit au registre des étudiants français de l'université de Heidelberg le 30 mars 1573[21]. Son départ de Lorraine a suscité bien des interrogations, les historiens mettant en avant des motivations soit religieuses, soit universitaires. L'explication religieuse se base sur l'injonction faite aux protestants de Bar-le-Duc en décembre 1572 de partir ou de se convertir[22], et sur l'inscription d'Errard au registre (*rôle*) de la communauté réformée francophone de Heidelberg pour la période 1572-1576[23]. L'autre explication trouve écho dans un extrait de la préface de la *Géométrie*[24] de 1594, dans lequel l'auteur se réjouit du projet de fondation par Henri IV d'une Académie à Paris, et « de veoir ressusciter & revivre les sciences, de long temps mortes en ce Royaume, & que les Gentils-hommes françois ont esté contraincts cercher & aller mendier en pays estranges[25] ». Nous pensons avec Hugues Marsat que la réalité des persécutions religieuses fut

---

[18] Conconi, Bruna, « L'"Histoire memorable" de Jean de Léry, ou l'apologie d'une double trahison », in *Bulletin de la SHPF*, n°146/4, 2000.
[19] Léry, Jean de, *Histoire mémorable de la ville de Sancerre*…, Genève, 1574.
[20] *Archives historiques du Poitou*, 1879, p. 282-285.
[21] Cf. Pfister, Christian, *Histoire de Nancy, tome II*, 1909, p. 170 ; Marsat, Hugues, « Jean Errard, entre loyauté dynastique et engagement confessionnel », *Bulletin de la SHPF*, n°153/1, Janvier-février-mars 2007, p. 10.
[22] Marsat, Hugues, *op. cit.*, p. 12.
[23] *Ibid.*, p. 11.
[24] Errard, Jean, *La Geometrie et practique generalle d'icelle*, *op. cit.*
[25] Errard, Jean, *La Geometrie*…, *op. cit.*, « Au Roy », feuillet signé *ãij* (non paginé). Lallemend, Marcel, Boinette, Alfred, *Jean Errard de Bar-le-Duc…*, *op. cit.*, p. 109.

sans aucun doute bien plus complexe que l'image d'Épinal de ducs ligueurs boutant les hérétiques hors du Duché[26] et qu'il a été possible pour les protestants de rester en Lorraine sans souffrir de graves préjudices, du moins jusqu'à l'adhésion de Charles III à la Ligue en 1584. Les motivations du départ de Jean Errard nous restent donc imparfaitement connues, mais sont probablement à la fois d'ordre spirituel, intellectuel et professionnel. Cependant, nous remarquerons qu'il est déjà référencé en qualité d'ingénieur dans le registre d'Heidelberg cité plus haut[27], c'est-à-dire avant 1576, ce qui supposerait, contrairement à ce qui a été avancé jusqu'alors, un apprentissage antérieur à son retour en Lorraine.

Les années 1570 : hypothèses sur la formation d'Errard au métier d'ingénieur

Peut-il s'être formé à ce métier en Allemagne, voire dans d'autres pays ? Cette éventualité mérite d'être examinée, car nous avons plusieurs exemples de jeunes protestants parcourant l'Europe à cette époque, comme Daniel Specklin déjà cité (cf. *supra* chap. 2, §1), dont nous avons évoqué la proximité géographique avec Errard lorsque celui-ci fréquentait le seigneur palatin de la Petite-Pierre[28]. Les mêmes pays ont été parcourus par l'humaniste et diplomate Hubert Languet, et bien au-delà, de la Suède de Gustave Wasa à la cour de Renée de France à Ferrare, tissant ainsi tout un réseau politique dans l'Europe de la Réforme[29]. Ce réseau lui permettra de favoriser les déplacements des jeunes protestants à travers l'Allemagne, la Pologne, les Pays-Bas, qu'il s'agisse de les accueillir comme réfugiés ou de les introduire auprès de souverains bienveillants[30]. Nous devons surtout mentionner un des intimes de Languet[31], Roch Guerini, Comte de Linar[32], architecte militaire italien du prince-électeur de Saxe, Auguste I[er]. En effet, Errard lui rend dans sa *Fortification* un hommage qui n'a aucun équivalent dans toute sa production, à propos d'une façon de protéger les flancs des forteresses, « laquelle invention est de deffunct Seigneur Roch comte de Linar, homme fort

[26] Marsat, Hugues, *op. cit.*, p. 18.
[27] *Ibid.*, p. 11, note 14.
[28] D'après la *Neue Deutsche Biographie* (vol. 24, 2010), Specklin fut son conseiller pour les travaux d'extension des fortifications de Phalsbourg.
[29] Nicollier-De Weck, Béatrice, *Hubert Languet (1518-1581) : un réseau politique international de Mélanchthon à Guillaume d'Orange*. Genève, Librairie Droz, « Travaux d'Humanisme et Renaissance » n°293, 1995.
[30] *Ibid.*, p. 200-201, p. 342, *passim*.
[31] Qu'il qualifie de « Monsieur Langett, mon bon amy » dans une lettre du 15 avril 1571 (Nicollier-De Weck, Béatrice, *Hubert Languet…*, *op. cit.*, p. 547). Languet était lié à des officiers, comme Philip Sidney ou Philippe de Fresne-Canaye que nous retrouverons plus loin.
[32] Connu sous le nom de Rocco Guerrini, Conte de Linari en Italie, Roch Guerini Comte de Linar en France et Rochus Quirinus Graf zu Lynar en Allemagne.

expert & subtil en telles sortes de fortifications, que j'ay voulu icy nommer pour honorer sa memoire[33] ». Cet éloge exceptionnel résonne avec l'hommage rendu par Aurelio de Pasino à son maître Galasso Alghisi (cf. *supra*, chap. 2, §2.5)[34] et nous a amené à questionner la place qu'a pu occuper Guerini dans l'itinéraire professionnel d'Errard. L'examen de la biographie de l'Italien[35] rend plausible l'hypothèse de leur rencontre, voire d'un parcours commun, comme nous allons le montrer.

Roch Guerini, le mentor d'Errard ?

Né en 1525 en Toscane, Roch Guerini a été éduqué à la cour de Ferrare en compagnie de Cosme I^er^ de Medicis, duc de Florence, à l'amitié duquel il doit d'être reçu en 1542 comme Gentilhomme de la Chambre du Dauphin de France (le futur Henri II). Ses compétences le font nommer Inspecteur général des forteresses de France et il prend part à la défense de Metz contre Charles Quint en 1552. Il participe à plusieurs campagnes militaires avant d'être chargé en 1556 du projet de la citadelle de Metz, qui sera construite sous sa direction en 1560-1564. Blessé en 1557 au siège de Saint Quentin, il participe en 1558 à celui de Thionville, dont il donne le plan[36]. Ses missions diplomatiques pour la cour de France lui feront parcourir la Saxe, Le Brandebourg, la Hesse, et se lier d'amitié avec le Comte palatin Jean-Casimir. Ses voyages ne l'empêchent pas de prendre une part active aux guerres de religion dans les rangs réformés (en 1562 au Havre et à Dreux, en 1567 dans l'armée du Prince de Condé, en 1572 à Angoulème), mais poursuivi en tant que chef huguenot, il quitte Metz en 1569 pour trouver refuge à Heidelberg où il parvient à persuader l'Électeur Frédéric III d'autoriser l'établissement d'un culte français réformé dès 1570[37]. En 1569, Guerini est appelé à Dresde par l'Électeur Auguste de Saxe, qui lui confiera la rénovation des fortifications, le commissariat de l'artillerie et la réalisation d'ouvrages hydrauliques sur l'Elbe et de bâtiments

---

[33] Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstree…*, *op. cit.*, p. 70.
[34] « Le Seigneur Galasso Alghisi da Carpi, Architecte du Duc de Ferrare, lequel a fort bien, & mieux qu'autre, travaillé sur ceste matiere, & mis en lumiere, depuis peu de temps, les perfections qui doivent avoir les places qui sont veritablement fortes, ensemble esclarci la cognoissance des bonnes & mauvaises assiettes » (Pasino, Aurelio de, *Discours sur plusieurs poincts de l'architecture de guerre…*, *op. cit.*, p. 42).
[35] Nos renseignements biographiques sont tirés de Korn, Richard, *Kriegsbaumeister Graf Rochus zu Linar, sein Leben und Wirken*. Dresden, Heinrich, 1905 ; Biller, Thomas, « Rochus Guerini Graf zu Lynar », *in* Ribbe, Wolfgang & Schäche, Wolfgang (dir.), *Baumeister, Architekten, Stadtplaner : Biographien zur baulichen Entwicklung Berlins*. Berlin, Historische Kommission zu Berlin, Stapp, 1987, p. 13-34 ; Mazauric, Roger, « Un ingénieur huguenot au XVI^e^ siècle et ses rapports avec l'Église réformée messine », *Bulletin de la Société d'Histoire du Protestantisme Français*, CVI^e^ année, 1960, p. 173-185.
[36] Mazauric, Roger, « Un ingénieur huguenot au XVI^e^ siècle… », *art. cit.*, p. 175-176.
[37] *Ibid*., p. 183.

militaires. En 1575, victime d'intrigues à Dresde, il est sollicité par Guillaume d'Orange pour épauler les protestants sur les champs de bataille des Pays-Bas et par le Prince de Condé en France[38]. Lazare de Schwendi, mentor de Specklin, souhaite l'engager en 1577 dans sa campagne contre les Turcs[39]. Mais à plus de cinquante ans, alors qu'il avait perdu un œil au siège de Thionville, il refusera toutes ces propositions et choisira de rester travailler comme ingénieur et architecte militaire à Leipzig, Wittenberg, Berlin, Kostrzyn, etc. Il avait entrepris une théorisation de la fortification dès 1575, présentant à la cour de Saxe des plans de citadelles idéales, qui ont été perdus[40]. Il avait en projet la publication d'un ouvrage en réponse à celui de Specklin, sur le sujet de « la construction, la fortification et le siège des forteresses, l'usage de toutes sortes de poudres, salpêtres, charbons, feux d'artifice et la castramétation[41] ». Linar meurt fin 1596, gouverneur de la citadelle de Spandau (Brandebourg), son chef d'œuvre. Il aura été un ingénieur combattant aussi bien qu'un architecte de talent, militant infatigable de la cause évangélique auprès des princes allemands qu'il avait servis[42].

Nous avons vu qu'Errard lui avait rendu un hommage appuyé dans sa *Fortification*, il en existe une autre mention dès le premier chapitre, au tout début duquel il cite le « Seigneur de Linar » pour ses expériences d'artillerie faites en Allemagne « environ l'an 1572[43] ». De plus, dans les rares exemples donnés, les fortifications de Metz sont les plus citées après celles de Sedan[44], et l'auteur s'y réfère en tant que témoin oculaire. Si l'on ajoute son immatriculation à Heidelberg sous le titre d'ingénieur dès son arrivée en Allemagne, tout cela nous entraîne à formuler notre hypothèse de la manière suivante : Errard faisait partie du cercle de Roch Guerini, même avant son départ de Lorraine, départ motivé par l'existence du refuge palatin et par l'assurance d'y trouver l'accueil du comte de Linar. C'est dans son sillage et celui de Daniel Specklin (ou inspiré par ses travaux) qu'il étudie la fortification à l'italienne et s'initie

[38] Biller, Thomas, « Rochus Guerini Graf zu Lynar », *op. cit.*, p. 20.
[39] Nicollier-De Weck, Béatrice, *Hubert Languet…*, *op. cit.*, p. 291, note. 75.
[40] Korn, Richard, *Kriegsbaumeister Graf Rochus zu Linar…*, *op. cit.* p. 69.
[41] *Ibid.*, p. 70.
[42] Nicollier-De Weck, Béatrice, *Hubert Languet…*, *op. cit.*, *loc. cit.*, note 76.
[43] Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstree…*, *op. cit.*, p. 4. La mention de la date disparaît à partir de la deuxième édition (1604).
[44] Deux occurrences seulement, il est vrai, contre six pour Sedan et une seule pour Palma Nova, Mézières ou Jametz (à aucun endroit il ne cite Nancy). Errard était avare d'exemples réels.

à l'ingénierie civile et militaire, en voyageant en Allemagne, sans doute aux Pays-Bas[45]. Comme d'autres jeunes protestants, il a pu profiter des réseaux d'Hubert Languet ou d'autres personnalités similaires. A-t-il également participé aux campagnes contre les Turcs, en Hongrie avec Specklin ? Aucun élément ne nous permet de l'affirmer. Nous reviendrons sur notre hypothèse au chapitre 5, lorsque nous étudierons en détail les contenus de la *Fortification réduite en art et démontrée* et que nous serons en mesure de comparer la manière errardienne de fortifier à celle de ses mentors supposés.

Au service du duc de Lorraine (avant 1584) : l'expertise italienne

De retour en Lorraine, sa qualité d'ingénieur permet à Errard de se mettre au service du duc Charles III, à l'époque où sa capitale fait l'objet de grands travaux[46] et nécessite l'expertise d'ingénieurs italiens. En effet, la ville de Nancy, ce grand centre de pouvoir, est également un lieu de passage important et un enjeu territorial et politique majeur pour la France et l'Empire, d'où des tensions et menaces nécessitant la protection de la ville par des remparts à la nouvelle manière italienne[47]. Avant même la création de la Ville-Neuve, des ingénieurs italiens ont expertisé les constructions : Ambroise Precipiano, fortificateur de Dole en Franche-Comté, a la charge de visiter les forteresses lorraines en 1545 ; dans les années 1550, Antoine de Bergame (Antonio da Bergamo) crée la première enceinte bastionnée de Nancy[48]. Outre l'enseignement universitaire suivi à Heidelberg, Errard aurait donc complété sa formation pratique en Lorraine, en compagnie des Italiens dont il semble qu'il connaissait bien la langue. En effet, il écrit à la fin de sa *Fortification*[49] qu'il espère « avec layde de Dieu, de publier en bref, les versions Italiene, & Allemande, de cet œuvre, accompagné de quelque autre traicté, de semblable subjet[50] ». Ceci a pu laisser supposer à ses biographes qu'il s'était

[45] Errard référence les places de Zélande et de Hollande, sans citer nommément lesquelles, mais en apportant des précisions sur leur situation, leur construction et les ouvrages hydrauliques qui les environnaient (*La fortification reduicte en art et demonstree…*, *op. cit.*, p. 79). Rappelons que Languet était un intime de Philip Sidney, gouverneur de Flushing (Vlissigen, en Zélande à proximité d'Anvers.)

[46] Gaber, Stéphane, « Jean Errard de Bar-le-Duc… », *op. cit.*, p. 107.

[47] Pfister, Christian, *Histoire de Nancy, op. cit.*, chapitre VIII « Les fortifications de Nancy du XVI^e^ siècle à nos jours », p. 373-430 et en particulier les pages 376 à 382.

[48] Tassin, Raphaël, *Ambrosio Precipiano et Antonio da Bergamo, les deux premiers fortificateurs italiens en Lorraine (1545-1569)* ; Projet Empreinte militaire en Lorraine, Centre de recherche universitaire lorrain d'histoire (dir. Laurent Jalabert).

[49] À partir de la seconde édition, en 1604, voir la note suivante.

[50] Errard, Jean, *La Fortification demonstree et reduicte en art par Jean Errard de Bar-le-Duc, Ingénieur du très chrestien Roy de France et de Navarre. Edition seconde, revue et augmentée*. Paris, à la Rose blanche, 1604, p. 130.

formé en Italie : « (…) sa façon d'écrire certains mots, comme M. de Bullion ou M. de Buglion pour M. de Bouillon, l'emploi qu'il fait d'expressions purement italiennes comme "bastant à" pour suffisant à, "de point en blanc" (*di punto in bianco*) au lieu de "de but en blanc", etc., fournissent des présomptions fort raisonnables en faveur de notre opinion[51]. » Cependant, nous ne suivrons pas cette opinion hasardeuse, pour plusieurs raisons. D'abord, nous n'avons trouvé en aucun lieu des œuvres d'Errard l'orthographe indiquée pour le nom de la ville de Bouillon ; ensuite, une simple recherche par mots-clés donne des centaines d'occurrences pour « bastant à » dans la littérature française des XVI^e^ et XVII^e^ siècles ; enfin, l'expression « de point en blanc » est attestée dans le *Dictionnaire* de Furetière et utilisée par les auteurs que nous étudions, comme Aurélio de Pasino[52], Jean Leurechon[53] ou le célèbre Blondel[54]. Il n'était d'ailleurs pas nécessaire qu'Errard parte en Italie pour qu'il connaisse les ouvrages et les théories italiens, puisque leurs inventions avaient été reprises par les auteurs allemands. Un fait vient confirmer notre suggestion : la participation attestée d'Errard aux travaux de fortification de Nancy, sous les ordres des ingénieurs Citoni et Stabili[55] ou en collaboration avec eux.

Quoi qu'il en soit, sa bonne connaissance des théories italiennes ne fait aucun doute à la lecture de son œuvre, et ce milieu d'ingénieurs dans lequel il a baigné est peut-être celui qui a lui a permis d'accéder directement aux textes italiens[56]. Si nous ne savons pas quel a été son rôle exact au service de Charles III, nous pouvons supposer qu'il a travaillé sur un pied d'égalité avec les architectes italiens et fréquenté la cour du Prince, étant donné d'une part sa qualité d'ingénieur et d'autre part la position de sa famille dans le Barrois.

---

[51] Lallemend, Marcel, Boinette, Alfred, *Jean Errard…*, *op. cit.*, p. 15-16.
[52] Pasino, Aurelio de, *Discours sur plusieurs poincts de l'architecture de guerre…*, *op. cit.* Anvers, Christofle Plantin, 1579.
[53] Leurechon, Jean, *Recreation Mathematicque composee de plusieurs problemes plaisants et facetieux. En faict d'Arithmeticque Geometrie, Mechanique, Opticque & autres parties de ces belles sciences*. Pont-à-Mousson, Jean Appier Hanzelet, 1626.
[54] Blondel, François, *L'Art de jetter les bombes. Par Monsieur Blondel, Marechal de Camp aux Armées du Roy, & cy-devant Maître de Mathematique de Monseigneur le Dauphin*. Paris, « l'Autheur » & Nicolas Langlois, 1683.
[55] Pfister, Christian, *Histoire de Nancy*, *op. cit.*, p. 380-381. Lallemend, Marcel, Boinette, Alfred, *Jean Errard…*, *op. cit.*, p. 13-15.
[56] La bibliothèque Stanislas de Nancy possède un fonds italien significatif, contenant le traité de fortification de Girolamo Cataneo de 1564, les éditions italiennes des ouvrages de Guillaume du Choul, les œuvres de Machiavel, les deux éditions italiennes (1573 et 1574) des *Discours sur la fortification* de Carlo Theti.

1584, la première publication et le départ de Lorraine

Malgré sa place à la cour de Lorraine, il semble cependant qu'Errard se soit trouvé relativement désœuvré et qu'il ait mis à profit cette situation pour publier en 1584 le *Premier livre des Instruments mathematiques mechaniques*[57]. Il déclare en effet dans la dédicace au Prince de Lorraine : « il y a ja long temps qu'ayant cest honneur d'estre receu au service de vostre alteze, j'esperoy y employer ce peu qui m'y avoit faict entrer, mais comme le temps a permis que je sois demeuré jusques a present inutil, aussi n'ay je sceu demeurer tellement oyseux que je n'aye voulu reprendre les erres de mon premier labeur, pour avec une meilleure attente me rendre plus digne du lieu qu'il luy avoit pleu m'octroyer[58]. » Portons notre attention sur les termes même de l'auteur, qui n'ont pas été suffisamment relevés par ses biographes. D'abord, il déclare être depuis longtemps au service de Charles III et avoir été engagé sur la base de ses compétences, même s'il s'oblige à les taxer de « peu ». Cela confirme l'estimation d'un retour d'Errard en Lorraine au plus tard en 1582 et l'hypothèse selon laquelle il était déjà reconnu comme ingénieur ou architecte militaire[59]. Une recommandation de Roch Guerini aura pu jouer en sa faveur. En effet, Guerini avait pris part à la défense de Metz et au siège de Thionville sous le commandement de François de Guise et, bien qu'ils se soient retrouvés dans des camps opposés au siège de Dreux, des liens personnels d'estime devaient exister entre eux, d'autant que Guerini avait été élevé à la cour de Ferrare en compagnie d'Alphonse d'Este, le beau-frère de François de Guise. Sa réputation et ses nombreux liens d'amitié dans les cours d'Europe ne pouvaient que jouer en faveur d'Errard.

Par-delà la modestie rhétorique d'usage courant à son époque, les termes qu'emploie ce dernier dans sa dédicace laissent planer le doute sur les conditions mêmes de son recrutement, puisqu'il regrette de ne pas avoir été très utile dans ses nouvelles fonctions. En outre, l'évocation d'un retour à ses premières recherches montre que son emploi n'était pas celui d'un ingénieur généraliste. Ne nous méprenons pas sur le qualificatif d'*erres* : il s'agit d'une métaphore cynégétique[60] qui indique la position du chasseur suivant les traces du gibier, et non un état erratique d'inventeur sans guide, bien au contraire. En affirmant « reprendre les

[57] Errard, Jean, *Le premier livre*…, *op. cit.*
[58] *Ibid.*, fol. signé A2.
[59] Marsat, Hugues, *op. cit.*, p. 11 et 12.
[60] « Les chasseurs suivent les erres, les traces du gibier » (Antoine Furetière (†1688), *Dictionnaire universel*…, Rotterdam, 1690, p. 965).

erres de (s)on premier labeur », Errard met en avant l'aspect méthodique et dynamique de ses recherches, qu'il oppose à l'oisiveté qui lui est imposée. Nous lisons dans ce texte la déception de n'être pas employé à sa juste valeur malgré une position apparemment enviable, et le désir d'entamer son œuvre qui explique en partie sa décision d'abandonner sa position.

Deux événements de la fin de l'année 1584 favorisent ce départ : la disparition d'Aurelio de Pasino à Sedan[61] laissant ainsi vacante sa place d'ingénieur militaire, et le durcissement de la politique religieuse de Charles III, qui signe le traité de Joinville (décembre 1584) avec les Espagnols et proclame la seconde Ligue le 31 mars 1585. Errard quitte donc Nancy l'année qui suit la parution du *Premier livre des instruments* et se met au service de la maison protestante de Bouillon, recevant de l'argent de la ville de Sedan pour son installation en avril 1585[62]. Les émoluments d'Aurelio de Pasino lui seront dorénavant versés[63].

Le siège de Jametz (1588-1589)

Il semble qu'un épisode crucial pour sa réputation d'architecte militaire soit le siège de la ville de Jametz (de janvier 1588 à juillet 1589), qui a marqué son époque de par sa longueur et la position stratégique de la ville. Lallemend et Boinette en ont donné une reconstitution épique, faisant la part belle à Errard qu'ils décrivent comme un Archimède moderne usant de son génie pour repousser les assauts des ennemis. Qu'en est-il exactement ? Les deux biographes reconnaissent implicitement qu'aucun document ne vient justifier leur version des événements. Hugues Marsat remet même en question la résidence d'Errard à Jametz dans la mesure où, à la même époque, l'ingénieur habitait à Sedan où trois de ses enfants naissent, en 1585, 1587 et 1589[64]. Cependant, un an après la capitulation de Jametz, un témoin présent lors de l'intégralité du siège[65] mentionne la réfection des murailles de la ville au début de 1588 « faites par l'artifice & industrie de M. Jean Errard, homme notable en son art[66] ». De plus, Jacques Auguste de Thou, généralement considéré comme une source fiable[67], signale dans son *Histoire universelle* écrite du vivant des protagonistes, que pour le creusement des

---

[61] Philippoteaux, A., *Recherches sur la vie et l'œuvre de M. Aurelio de Pasino*…, *op. cit.*, chapitre XII « La disparition de Pasin », p. 71-77.
[62] *Ibid*., p. 75.
[63] *Ibid*., *loc. cit.*
[64] Marsat, Hugues, « Jean Errard… », *op. cit.*, p. 17-18.
[65] Scoffier, Jean de, *Brief et veritable discours de la guerre & siege de la ville & chasteau de Jamets, le sieur de Schelandre y commandant*. S.l., s.n., 1590. Adresse « à mademoiselle de Bouillon ».
[66] Scoffier, Jean de, *op. cit.*, version des *Memoires de la ligue*…, 1758, p. 617.
[67] Cf par exemple Daussy, Hugues, *Les Huguenots et le Roi…* Genève, Librairie Droz, 2002, p. 71.

fossés et la restauration des bastions, le Gouverneur de Jametz « se servit d'un fameux ingenieur, nommé Jean Erard[68] ». Les légères différences entre les deux citations nous indiquent que l'ingénieur était déjà connu dans le milieu protestant lorrain, mais pas encore en France. Selon toute vraisemblance, il a donc participé aux travaux de fortification de la ville de Jametz, mais ne s'est pas illustré lors des combats. De plus, la nature des travaux qui lui sont confiés confirment qu'il devait avoir une compétence reconnue en architecture militaire, mais en va-t-il de même pour la défense « active » de la place ?

Si, comme nous le pensons, il s'est initié à la fortification en suivant Roch Guerini, c'est à l'époque où ce dernier ne prend plus part aux campagnes militaires, mais concentre son activité sur l'ingénierie et l'architecture et entreprend une théorisation de la fortification. De même, son passage à Nancy a eu lieu en période de paix, par conséquent rien ne semble indiquer qu'il avait une quelconque expérience de la guerre. Nous ne suivons donc pas Lallemend et Boinette dans leur désir de présenter Errard comme un héros dès ses débuts à Jametz. Comme au commencement du siège seul le bourg était sous la pression de troupes lorraines peu nombreuses, il lui était facile d'aller et venir entre le château de Jametz (non assiégé) et la ville de Sedan, distante d'une quarantaine de kilomètres seulement[69].

Errard au service d'Henri IV (après 1591)

Quoi qu'il en soit, le siège de Jametz attire l'attention d'Henri de Navarre, qui suivait de près la succession de Robert de la Marck à Bouillon. Le futur Henri IV réussira à imposer en 1591 le mariage de l'héritière, Charlotte de la Marck, avec Henri de la Tour d'Auvergne, vicomte de Turenne, l'un de ses très proches compagnons d'armes, qui sera aussi le dédicataire du second livre de la *Géométrie et practique generalle d'icelle*[70]. De par ses relations personnelles avec des intimes du roi, Errard lui fut donc certainement assez vite présenté, et même si nous ne connaissons pas précisément les circonstances de son recrutement ni les premières campagnes auxquelles il a pu participer, il était aux côtés d'Henri IV au moins à partir de 1591[71]. Nous n'avons pas de trace de ses liens avec le roi avant cette date. Il faut ajouter que lors de la huitième guerre de religion, dans la reconquête

---

[68] Thou, Jacques-Auguste de, *Histoire universelle de Jacques-Auguste de Thou. Depuis 1543 jusqu'en 1607.Traduite sur l'édition latine de Londres. Tome dixieme. 1587 — 1589*. Londres (i.e. Paris), s.n., 1734, p. 220.
[69] Lallemend, Marcel, Boinette, Alfred, *Jean Errard…*, *op. cit.*, p. 33 *sq*.
[70] Errard, Jean, *La Geometrie…*, *op. cit.* Paris, David Le Clerc, 1594.
[71] Lallemend, Marcel, Boinette, Alfred, *Jean Errard…*, *op. cit.*, p. 87.

intérieure du royaume par Henri IV, la plupart des villes assiégées ne présentaient quasiment aucun système de défense bastionné et que leur siège ne nécessitait par conséquent aucune compétence particulière[72]. En outre, les officiers de l'armée royale répugnaient à attaquer en usant de la pelle et de la pioche, préférant le prestige du combat frontal à la boue des tranchées[73], mais les choses changèrent dès qu'ils firent face à des cités construites *à la moderne* quand les campagnes d'Henri IV se déplacèrent vers les frontières du nord de la France : la conduite des siège exigea de nouvelles compétences[74].

Peu de Français étaient aussi compétents qu'Errard en matière de fortification à l'italienne, il dut donc être consulté à maintes reprises et rendre de nombreux services au roi, puisque celui-ci lui octroya le 28 janvier 1591 à Sancerre un privilège de battre monnaie signé de sa propre main[75]. On sait qu'Henri IV avait très peu de ressources financières, ce privilège est donc illusoire[76] mais il reste cependant une faveur exceptionnelle qui tend à montrer une confiance déjà solide envers un homme précieux. Il est également possible que le nouveau roi ait souhaité remplacer les ingénieurs italiens de ses prédécesseurs (Ramelli, Castriotto…) par des compatriotes (voire des coreligionnaires) de confiance. Errard partage cette confiance royale avec Claude Chastillon (1560-1616)[77], qui est le plus souvent référencé seul dans les chroniques militaires, bien que son œuvre imprimée concerne avant tout l'architecture civile et la levée de plans. Chastillon faisait partie de la suite d'Henri de Navarre depuis 1580. Nommé topographe du roi en 1592, puis ingénieur du roi après 1595, il participa à la création de la Place des Vosges (*Place royale,* 1605-1612), du Collège de France (*College royal de Henri IV*, locaux de 1610) et de l'Hôpital Saint Louis (1607-1611) à Paris ; il est l'auteur principal de la fameuse *Topographie françoise*[78], recueil de planches de célèbres villes et monuments français. Notons cependant que la *Topographie françoise* contient des plans de

[72] *Ibid.,* p. 89.
[73] *Ibid.,* p. 90
[74] *Ibid., loc. cit.*
[75] *Ibid.,* p. 92.
[76] *Ibid.,* p. 93. Lallemend et Boinette reprennent l'idée de Léon Maxe-Werly selon laquelle il se serait agi d'une facilité accordée à Errard pour payer les « ouvrier employés dans les travaux dont il avait la direction », ce qui est très plausible quand on sait que le roi n'avait pas la possibilité d'avancer les fonds nécessaires.
[77] Cf. Ravaux, Jean-Pierre, *Claude Chastillon (1560-1616) et sa Topographie française, à l'aide de renseignements inédits. Catalogue de l'exposition « Châteaux et fortifications dans l'œuvre de Claude Chastillon »*. Châlons en Champagne, Éditions de la société des Amis des Musées de Châlons en Champagne, 1998.
[78] Chastillon, Claude, *Topographie françoise ou représentation de plusieurs villes, bourgs, chasteaux, maisons de plaisance, ruines et vestiges d'antiquitez du royaume de France*. Paris, Jean Boisseau, 1641.

batailles, comme celui du siège de La Fère en 1595 (Annexe B2, figure 3.3), qui montrent que l'auteur n'est pas qu'un simple dessinateur, mais qu'il connaît bien la guerre de siège et sait la représenter.

Errard, un géomètre dans l'armée ?

Nous n'avons aucun moyen d'attribuer la conduite des sièges à Errard, en dépit de certaines indications de ses biographes en sa faveur[79] : ils affirment par exemple que le pont de bois couvert inventé au siège de Chartres en avril 1591 rappelle trop celui de Niccolò da Forlì à Jametz pour qu'il ne soit pas au moins inspiré par Errard, bien qu'attribué totalement à Chastillon par ses contemporains. Ils vont encore plus loin en imputant à Errard la menée du siège de Laon en 1594, arguant qu'il aurait été le seul ingénieur compétent en matière de siège[80]. Cela contredit tous les documents conservés et met en évidence une confusion entre l'architecte militaire et le poliorcète.

Mais surtout, l'intense activité militaire qui lui est attribuée nous paraît en contradiction avec une autre dimension fondamentale de son travail : la recherche mathématique et l'écriture d'ouvrages. L'année 1594 est en effet celle de la parution de la *Geometrie* dont les contenus originaux, les résultats présentés et l'écriture très travaillée nous semblent avoir nécessité temps et réflexion ; elle sera suivie de celles de l'*Euclide* et de la *Fortification*, ouvrages ayant également nécessité un temps d'élaboration conséquent. Certes, nous avons au moins un témoignage de leçons de mathématiques données dans un contexte militaire : c'est celui de Maurice de Nassau, qui, dans les années 1590, emporte avec lui les travaux et exercices de Stevin dans les campements autour des villes assiégées[81]. Il nous paraît cependant plus juste d'imaginer Jean Errard à son cabinet d'étude que dans les tranchées, même si les compétences qu'il a acquises en matière de fortification proviennent en partie de l'expérience du terrain. Notons également que le chapitre consacré à la conduite des sièges dans la *Fortification*[82] ne représente qu'un peu moins de deux pages sur soixante-dix-huit et n'est centré que sur des principes généraux non étayés par des exemples.

---

[79] Lallemend, Marcel, Boinette, Alfred, *Jean Errard…*, *op. cit.*, p. 95.
[80] *Ibid.*, p. 106.
[81] Cf. Stevin, Simon, *Memoires mathematiques, Contenant ce en quoy s'est exercé le tres-illustre tres-excellent Prince & Seigneur Maurice Prince d'Orange, Conte de Nassau, Catzenellenboghen, Vianden, Moers &c.* Leyde, Jan Paedts Jacobsz., 1608, en particulier la préface, fol. *2, non paginé.
[82] Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstree…*, *op. cit.* (1600), Premier Livre, chapitre X « De l'art d'assaillir », p. 17-19.

Cette même année, Errard donna la preuve de sa qualité d'expert lors d'une ambassade solennelle de la République de Venise. Les ambassadeurs venaient assurer le nouveau roi[83] de l'indéfectible soutien de leur cité[84], ils l'interrogèrent à propos de la forteresse à neuf bastions qu'ils avaient construite à Palma Nova dans le Frioul. Le roi délégua ce travail à Errard, qui répondit en suivant les préceptes qu'il allait rédiger six ans plus tard dans *La fortification reduicte en art et demonstree*. Celui-ci en témoigne d'ailleurs dans le texte même de son traité, en précisant qu'il a procédé *selon les termes de l'art*, affirmant ainsi qu'il possède l'art de la fortification aussi bien que les Italiens, au point de pouvoir apporter un regard critique sur leurs constructions. Il écrit en effet à propos de l'usage de ravelins devant les courtines droites[85] :

> *Mais cecy ne se doit pratiquer qu'és places qu'on racommode, & non és places neufves & taillées en plein drap, pour les raisons qui s'ensuivent, & lesquelles sont deduites au long en la response que le Roy a faicte aux Venitiens l'an 1594, sur l'advis qu'ils luy demandoient, touchant la forteresse de neuf boulevers de la nouvelle Aquilée autrement Palma, qu'ils ont bastie en Friule, tant contre les Turqs que contre ceux d'Austriche. Laquelle response fut par moy redigée & couchée, selon les termes de l'art, suyvant le commandement que sa Majesté men fit. »*

Poussés par leur désir de présenter Errard comme le spécialiste incontesté des fortifications italiennes, Lallemend et Boinette ont cité le texte de manière incorrecte : « Palma, qu'ils allaient bastir en Frioule tant contre le Turc que contre ceux d'Autriche[86] ». Nous avons pu vérifier qu'aucune des éditions de la *Fortification*, même en allemand, ne laisse entendre que la forteresse n'était qu'en projet et que les plans en seraient donnés par l'auteur. La suite du texte de la fortification est pourtant bien claire : Errard justifie son opinion sur les ravelins en question en démontrant qu'ils offrent moins de résistance que ses profils à lui : « Le dessein est tel : Les deux Bastions sont flancquez du milieu (…) A quoy je responds, que la Forteresse ne doit point seulement estre considerée en ses Flancs, mais en toute la suite des Flancs (…) Il

---

[83] Son sacre à Chartres eut lieu le 27 février 1594, après qu'il eut abjuré le protestantisme en juillet 1593 à Saint-Denis.
[84] Lallemend, Marcel, Boinette, Alfred, *Jean Errard…*, *op. cit.*, p. 119. Nulle trace d'une demande de conseil en fortification n'a été retrouvée à Venise pour cette ambassade.
[85] Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstree…*, 1600, *op. cit.*, p. 68 (Troisième livre, Chap. VI « Des flancs fichans »).
[86] Lallemend, Marcel, Boinette, Alfred, *Jean Errard…*, *op. cit.*, p. 119.

reste donc de montrer, que la premiere manière de fortifier, décrite& demontrée au second Livre, est meilleure que celle-cy[87] ». Ce texte est probablement celui-là même qui a été confié aux ambassadeurs vénitiens.

Cet épisode est significatif de la position d'expert en art militaire qu'occupait Errard à la cour de France. Il y a apparemment une contradiction entre ce constat et notre vision d'un homme occupé à promouvoir les mathématiques. Pour lever cette contradiction, nous allons analyser les écrits qui permettent d'avoir une vue plus claire : d'abord le livre de machines, puis le libelle contre Scaliger, avec les extraits significatifs de la correspondance de ce dernier.

2. ERRARD MÉCANICIEN : LE *LIVRE DES INSTRUMENTS* (1584)

Errard est encore au service du duc de Lorraine lorsqu'il publie le *Premier Livre des Instruments mathematiques mechaniques*[88]. Il s'agit d'un recueil de dessins techniques accompagnés de légendes succinctes, dont le sujet et la composition sont très différents de ce qu'il produira ensuite. Cette place à part dans la production de l'auteur nous conduit à interroger son importance réelle. Les rares historiens qui se sont penchés sur cet ouvrage se sont surtout attardés sur son esthétique, dévalorisant des contenus jugés peu originaux[89]. Tous se basent sur l'opinion de Beaupré, car lui seul avait pu consulter l'unique exemplaire localisé alors en Lorraine, aujourd'hui possession de la Bibliothèque Stanislas de Nancy[90]. Ne s'agit-il vraiment que d'une œuvre mineure, impersonnelle et mal réalisée, uniquement destinée à attirer l'attention du Prince ?[91] Cette idée nous paraît difficilement défendable, et ceci pour plusieurs raisons. Tout d'abord, à la parution du *Premier Livre*, Errard est âgé de trente ans, il vient probablement de passer une dizaine d'années entre l'Alsace, le Palatinat, la Saxe et les Pays-Bas. Les dispositifs techniques qu'il présente sont très variés[92] et même si leur faisabilité

---

[87] Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstree…*, 1600, *op. cit.*, loc. cit.
[88] Errard, Jean, *Le Premier Livre des Instruments mathematiques mechaniques, op. cit*. Nancy, Jan-Jansson, 1584.
[89] Lallemend, Marcel, Boinette, Alfred, *Jean Errard…*, *op. cit,* p. 17-19 ; Servais, Victor, « Notice sur Jean Errard de Bar-le-Duc… », *art. cit.*, p. 139.
[90] Fonds Jean-Baptiste Thiéry-Solet, Res 4333.
[91] Beaupré, Jean-Nicolas, *Nouvelles recherches de bibliographie lorraine, 1500-1700*. Nancy, Grimblot, Peiffer, & Paris, Dumoulin, 1856, chap. II « 1550-1600 », p. 60-63.
[92] France-Lanord, Albert, « Introduction » *in* Errard, Jean, *Premier livre des Instruments Mathematiques Mechaniques par J. Errard de Bar-le-Duc* (reproduction en fac-similé) Nancy, Berger-Levrault, 1979, p. XII.

sera mise en doute[93], ils semblent résulter d'une réflexion approfondie, comme le serait celle d'un ingénieur qui présenterait ses solutions à des problèmes auxquels il aurait été confronté. Est-il raisonnable de supposer qu'il est alors cet ingénieur expérimenté ayant déjà développé de réelles compétences dans les questions qu'il traite ?

Notre second argument est lié à l'ouvrage, considéré d'un point de vue matériel : sa nature même nous incite à y voir bien davantage qu'une publication de circonstance. La réalisation des dessins et la gravure des quarante planches du livre est généralement attribuée à l'auteur[94], ce qui implique un investissement personnel considérable dans un projet mûrement réfléchi. S'agit-il de réelles nouveautés ? La similarité de l'ouvrage avec celui de Jacques Besson, soulignée par les historiens des techniques, peut nous amener à considérer l'auteur comme un suiveur plus qu'un créateur. Nous nous interrogeons donc à propos de l'ouvrage et de son auteur : Errard est-il un inventeur et quelle est l'originalité de son recueil ? Nous donnerons tout d'abord un aperçu des ouvrages similaires référencés plus haut afin de pouvoir y comparer ensuite le *Premier Livre*.

2.1. Les Théâtres de machines au XVI^e^ siècle

Le livre que nous étudions fait partie d'un ensemble d'ouvrages, publiés entre 1570 et 1620, que les historiens des sciences et des techniques ont qualifié de *Théâtres de machines*[95], suivant le titre du tout premier d'entre eux, le *Théâtre des instruments mathématiques et mécaniques* de Jacques Besson. Nous avons déjà analysé les écrits techniques militaires (chap. 1, §1.1.2) dont ce nouveau genre[96] est un prolongement.

Il s'avère que la nouvelle vague d'écrits est le fait d'auteurs que nous avons déjà cités (Besson, Errard, Bachot, Ramelli, Boillot) et qui auront tous des fonctions militaires dans le

---

[93] Caus, Salomon de, *Les raisons des forces mouvantes avec diverses machines tant utilles que plaisantes aus quelles sont adjoints plusieurs desseings de grotes & fontaines. Par Salomon de Caus, Ingenieur & architecte de son Altesse Palatine Electorale*. Francfort, Jan Norton, 1615, épître, seconde page, non paginée.

[94] Beaupré, Jean-Nicolas, *Nouvelles recherches…, art. cit.*, p. 61 ; Lallemend, Marcel, Boinette, Alfred, *Jean Errard…, op. cit*, p. 18 ; France-Lanord, Albert, Introduction à la reproduction du *Premier livre des Instruments…*, *op. cit.*, *loc. cit.*

[95] Ce sujet est maintenant bien connu après le travail de Bertrand Gille, *Les ingénieurs de la Renaissance*, *op. cit.*, renouvelé par Hélène Vérin, Anne-Françoise Garçon, etc. Voir en particulier : Vérin, Hélène, Dolza, Luisa, « Les théâtres de machines : une mise en scène de la technique », *Alliage*, n°50-51 (décembre 2000) ; Dolza Luisa, Vérin Hélène, « Figurer la mécanique… », *art. cit.*, p. 7-37 ; Ravier, Benjamin, *Voir et concevoir : les théâtres de machines (XVI^e^-XVIII^e^ siècle)*, thèse de Doctorat en histoire moderne, dirigée par Anne-Françoise Garçon, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, soutenue le 12 septembre 2013.

[96] Ravier, Benjamin, *Voir et concevoir…*, *op. cit.*, Introduction, p. 10-11, *passim*.

royaume de France, excepté Jacques Besson, pasteur calviniste et professeur de mathématiques. À cette époque, il n'y avait pas dans le royaume d'ouvrage technique de grands auteurs scientifiques, comme ceux de Tartaglia en Italie ou de Stevin aux Pays-Bas[97]. Cette vague dévoilait de nouvelles possibilités mécaniques, fruits de l'imagination d'inventeurs attachés à la rigueur mathématique[98]. Toutefois la diffusion fut assez restreinte, probablement à cause du prix élevé de ces ouvrages luxueux : par exemple, le grand nombre de planches du *Diverse machine* de Ramelli avait dû en rendre le coût de fabrication prohibitif, il est d'ailleurs étonnant qu'il ne se trouve aucune trace d'un financement par le roi[99]. Les Théâtres de machines sont de ce fait presque absents des « bibliothèques témoin » de notre premier chapitre : Mathurin Jousse possédait seulement le *Recueil* de Hanzelet[100] (ce qui ne l'a pas empêché de donner à son traité de charpenterie le nom de « Théâtre[101] ») ; dans la bibliothèque de Claude Flamand se trouve seulement le traité de Besson[102], mais nous ne savons pas dans quelle version. Nous supposons qu'il s'agit de celle de Jacques Foillet, qui l'a imprimée en allemand en 1595, deux ans avant *La Guide* de Flamand, à un moment où ce dernier était déjà présent à Montbéliard[103]. Les œuvres de Ramelli et Besson ne se trouvent pour l'essentiel que chez de grands bibliophiles comme De Thou, Sully et Hooke, mais comme l'affirme Keller leur influence restera sensible pendant plus d'un siècle[104]. Jacques Gentillâtre, que nous avons pris comme indicateur des savoirs diffusés au début du XVII^{e} siècle dans le milieu des ingénieurs, cite abondamment le *Théâtre* de Besson (avec ses légendes en français), le *Premier livre* d'Errard et le *Diverse et artificiose machine* de Ramelli, ainsi que le *Recueil*, plus tardif, de Hanzelet (voir en Annexe A3.1, les nombreux

---

[97] Keller, Alex, « A manuscript version of Jacques Besson's book of machines, with his unpublished principles of mechanics », *in* Hall, Bert & West, Delno (dir.) *On Pre-Modern Technology and Science: A Volume of Studies in Honor of Lynn White Jr.* Malibu, Undena Publications, 1976, p. 75.
[98] *Ibid.*, p. 495.
[99] Keller, Alex, « Review: Renaissance Theaters of Machines », *art. cit.*, p. 502.
[100] Appier, Jean (dit Hanzelet) & Thybourel, François, *Recueil de plusieurs machines Militaires, et feux Artificiels, pour la Guerre & Recreation. Avec l'alphabet de Trittemius, par laquelle chacun qui scait escrire peut promptement composer congruement en latin. Aussi le moyen d'escrire la nuict a son amy absent*. Pont-à-Mousson, Charles Marchant, 1620. Cf. Le Bœuf, Patrick, « La bibliothèque de Mathurin Jousse : une tentative de reconstitution », *art. cit.*, p. 4 et p. 13.
[101] Jousse, Mathurin, *Le Theatre de l'Art de C(h)arpentier, enrichi de diverses figures, avec l'interpretation d'icelles, faict & dresse par Mathurin Jousse de La Fleche*. La Flèche, Georges Griveau, 1627.
[102] Besson, Jacques, *Theatre des instrumens mathematiques…*, op. cit.
[103] Besson, Jacques, *Theatrum oder Schawbuch allerley Werckzeug und Rüstungen des Hochverstendigen Sinnreichen Mathematici, Iacobi Bessoni, auß dem Delphinati*. Montbéliard, Jacques Foillet, 1595.
[104] Keller, Alex, « Review: Renaissance Theaters of Machines », *art. cit.*, p. 507.

emprunts de Gentillâtre), ce qui met en évidence la circulation, hors toute considération commerciale, des contenus des ouvrages, ou leur disponibilité auprès de gens plus ordinaires que les riches bibliophiles.

2.1.1. JACQUES BESSON, L'INITIATEUR (1578)

Jacques Besson est né dans le Briançonnais dans la première moitié du XVI^e^ siècle, à une date inconnue sur laquelle les historiens des techniques sont partagés : François Russo penchait pour une période « autour de 1540[105] », mais dans la préface du *Cosmolabe*,[106] publié en 1567, Besson fait référence à des cours de mathématiques qu'il a donnés à Paris treize ans auparavant[107] et indique avoir mis une quinzaine d'année à perfectionner son instrument avant de le publier[108]. De plus, dans la dédicace de son ouvrage sur les eaux souterraines[109], il déclare avoir commencé son travail mathématique vingt-cinq ans auparavant[110]. Nous rejoignons donc Hélène Vérin dans son estimation de la date de naissance de Jacques Besson vers 1530, voire à la fin des années 1520.

Les conditions de sa formation nous restent obscures, mais il connaît le latin, langue dans laquelle il dit enseigner les mathématiques vers 1550[111] et s'intéresse très tôt aux machines, puisqu'il reçoit en 1557, deux écus du conseil de la ville de Lausanne pour le projet d'une pompe[112]. Le registre des comptes de la ville le qualifie de « Maître Jacques Besson l'ingénieur ». Sa présence à Lausanne, puis à Berne semble confirmer son adhésion précoce au protestantisme et la fuite des persécutions en France[113]. Il établit sa réputation de mathématicien et de professeur en enseignant deux ans à Genève, et devient pasteur, ce qui lui permet de rentrer en France après l'Édit de tolérance (janvier 1562), acceptant le ministère du

---

[105] Russo, François, « Deux ingénieurs de la Renaissance : Besson et Ramelli », *Thalès*, n°5, 1948, p. 109.
[106] Besson, Jacques, *Le Cosmolabe ou Instrument Universel concernant toutes observations qui se peuvent faire par les Sciences Mathematiques, tant au Ciel, en la Terre, comme en la Mer. De l'invention de M. Jaques Besson Professeur esdittes Sciences en la ville d'Orleans.* Paris, De Roville, 1567, (Épitre datée du 6 septembre 1566).
[107] *Ibid*., feuillet *Aiii*, non signé.
[108] *Ibid.*, feuillet *Aiiii*, non signé.
[109] Besson, Jacques, *L'Art et Science de trouver les eaux et fontaines cachees soubz terre, autrement que par les moyens vulgaires des Agriculteurs & Architectes, par Jaques Besson Dauphinois, Mathematicien.* Orléans, Eloy Gibier, 1569.
[110] *Ibid.*, feuillet *a.ij*. verso.
[111] *Ibid.*, préface citée.
[112] Keller, Alex, « The Missing Years of Jacques Besson, Inventor of Machines, Teacher of Mathematics, Distiller of Oils, and Huguenot Pastor », *Technology & Culture*, vol. 14, n°1 (janvier 1973), p. 28 *sq*.
[113] Keller mentionne la profession de foi de Besson dans sa présentation au conseil de la ville de Genève le 8 octobre 1559 (« The missing Years… », *art. cit.*, p. 30).

culte de l'église réformée de Villeneuve de Berg en Ardèche en mars de la même année. Il renonce à son pastorat deux ans plus tard, après des dissensions avec la population, puis devient professeur public de mathématiques à Orléans. Fort de cette situation, il publie à Paris *Le Cosmolabe* en 1567, suite à la parution d'un ouvrage du même titre écrit par deux de ses élèves qui se sont approprié ses idées, comme il s'en plaint longuement dans l'épitre et la préface de son traité[114]. Les questions de priorité sont importantes dans le milieu protestant qui a souffert d'interdiction d'exercer certains offices, c'est pourquoi Besson se défend avec véhémence et parvient à obtenir à la fois un privilège royal et le soutien de proches du roi[115]. La préface du *Cosmolabe* s'en fait écho, revendiquant le « bon droit » de l'auteur[116], manifesté par la reconnaissance de son mérite, reconnaissance venue d'en haut (du monarque), par opposition à la jalousie, voire la violence d'envieux moins doués. Et ce sont les compétences mathématiques qui établiront ce bon droit face à des contradicteurs seulement capable de bassesse. L'auteur n'admet comme juge que des personnes de haut rang ou censées posséder la même compétence en mathématiques. La postface du *Cosmolabe* revient sur cette opposition entre l'ignorance des jaloux mal intentionnés, et la compétence d'un nouveau cercle d'amis, fort capables et fort estimés :

> *Parquoy ne vous emerveillez, si je me deporte d'en dire d'avantage (…) ou bien que en nostre lieu quelques uns de nos amis & bien exercez aux mathematiques (ausquelz nostre instrument ha esté tresaggreable) ayent la commodité de supplier à nostre defaud, en corrigeant humainement, & excusant les lieux, ou nous pouvons avoir esté moins clairs & faciles, que la matiere ne requeroit : protestant devant tous que je ne consens aucunement, qu'un tas de brouillons & ignorans des Mathematiques s'en empeschent, lesquelz, au lieu d'ayder à avancer le bien public, par leurs travaux, ne font qu'empescher les studieux, deschirer par pieces & gaster toutes choses bonnes par leur pernicieuse, outrecuidée & ignorante ambition.*[117]

---

[114] Besson, Jacques, *Le Cosmolabe*…, *op. cit.*, feuillet *Aiiii*, non signé.
[115] Le *Cosmolabe* est dédié à Catherine de Médicis. L'ouvrage *L'Art et Science de trouver les eaux et fontaines etc.* (1569) est dédié à François de Balzac, Gouverneur d'Orléans, qui a présenté l'auteur à la reine mère et au roi Charles IX (Dédicace, feuillet *aij*, verso ; voir également Keller, Alex, « The missing Years… », *art. cit.*, p. 39).
[116] Besson, Jacques, *Le Cosmolabe*…, *op. cit.*, *loc. cit.*
[117] *Ibid.*, verso non paginé de la p. 287 (dernière feuille de l'ouvrage).

En cette fin des années 1560, Besson bénéficie d'une stabilité professionnelle et d'une protection qui lui permettent d'envisager la publication de ses nombreuses inventions, qui ne sont pas forcément toutes des machines.

Un projet ambitieux

Besson donne dans le *Cosmolabe*, une liste d'inventions *trouvées & expérimentées tant és sciences Mathematiques qu'en plusieurs Artz Mechaniques*[118] qu'il se propose d'offrir au public. Il ne s'agit pas pour lui d'opposer théorie et pratique, car ces arts mécaniques sont *composez partie de Mathematique, partie de phisique*.[119] Les quatre premières inventions (sur vingt-et-une) concernent d'ailleurs exclusivement la géométrie : 1° la mesure de lignes inaccessibles *par une seule demonstration, & sans aucun empeschement de nombre* ; 2° la division d'un angle proportionnellement à des lignes droites données, puis la construction géométrique de tous les polygones : 3° la détermination de la tangente à une spirale en chacun de ses points, d'où s'ensuit la quadrature du cercle et de toute ligne courbe donnée ; 4° l'insertion d'une quantité quelconque de moyennes proportionnelles entre deux segments donnés, *chose qui servira à infinies autres belles inventions tant en Musique, qu'aux Mechaniques*. Chez Besson, la théorie et ses applications ne sont pas des domaines séparés, l'invention s'y exerce également et se porte autant sur les problèmes de géométrie pure que sur des dispositifs techniques.

Les autres « inventions » qu'annonce Besson dans ce *catalogue* concernent perspective, astronomie, bâtiment, navigation et moulins à eau. La protection du roi va en fait lui permettre d'envisager une publication plus ambitieuse. En 1571 paraît le *Livre premier des Instruments mathematiques*[120] qui deviendra en 1578 le fameux *Théâtre des instruments* dans l'édition de François Béroalde de Verville[121], conférant à titre posthume la célébrité à son auteur. Nous

---

[118] *Ibid.*, feuillet *Biiii-v*, non signé.
[119] *Ibid.*, *loc. cit*, invention IX.
[120] Besson, Jacques, *Instrumentorum et machinarum, quas Jacobus Bessonus Delphinas mathematicus et a machinis præter alia excogitavit multisque vigiliis & laboribus excoluit, ad rerum multarum intellectu difficillimarum explicationem, & totus Reipublicæ utilitatem. Liber Primus / Livre premier des Instruments mathematiques & mechaniques, servant à l'intelligence de plusieurs choses difficiles & necessaires à toutes Republiques. Inventées (entre autres) avec infinis labeurs, par Jaques Besson, Daulphinois, professeur & ingenieux és sciences mathematiques.* S.l.n.d. (Paris, Fleury Prevost, vers 1571).
[121] Denise Hillard (« Jacques Besson et son "Théâtre des instruments mathématiques" », *Revue française d'histoire du livre*, nouvelle série, n°22, janvier-février-mars 1979, p. 19), citant Eugénie Droz, suppose qu'il s'agit plutôt de François Béraud, un intime protestant de Besson à Orléans, mais les actuels historiens des techniques retiennent néanmoins le nom de François Béroalde de Verville (Hillard, Denise, « Jacques Besson et son "Théâtre des instruments mathématiques". Recherches complémentaires », *Revue française d'histoire du*

disposons de trois versions successives du *Théâtre des instruments* : le manuscrit préparatoire[122] découvert dans les années 1970 par Alex Keller[123], le *Premier livre* resté confidentiel du fait de la mort de l'auteur et de l'imprimeur[124], et enfin la version posthume de Béroalde de Verville.

L'exigence mathématique

Le manuscrit présente une différence remarquable avec les imprimés : il comprend vingt-deux principes théoriques préalables, que Besson qualifie de « pétitions », ainsi que deux « communes sentences[125] », qui toutes disparaîtront des versions imprimées[126]. Ces deux termes renvoient au vocabulaire et au discours déductif des *Éléments* d'Euclide. Les *pétitions* sont des propositions devant être acceptées des lecteurs sans démonstration, car elles sont nécessaires à la science qu'elles fondent[127]. Les notions communes présentent un caractère d'évidence qui les font accepter également sans démonstration[128]. Les deux *communes sentences* du manuscrit sont rédigées dans le plus pur style euclidien, dont elles empruntent les termes mêmes, adaptés ici aux questions mécaniques des forces et des mouvements : « 1. Force adjoustee avecques force augmente la force et ostee la diminue (…) 2. Toutes les parties de toute force ou mouvement sont toujours esgalles en leur tout.[129] »

Besson se réfère, aux principes euclidiens bien connus de son public pour en obtenir un consensus préalable à la « démonstration » de ses inventions. Quel est ce lectorat éclairé ? L'auteur déclare présenter ses machines et inventions nouvelles « pour les geometres, pour les

---

livre, nouvelle série, n°30, janvier-février-mars 1981, p. 57, note 11). Ce dernier, également protestant d'Orléans, était le fils de Matthieu Béroalde, professeur de philosophie et d'Hébreu qui allait faire partie avec Besson du cercle d'intimes de Jacques 1er Androuet du Cerceau à Montargis à partir de 1568. Béroalde de Verville a probablement été l'élève de Jacques Besson à Montargis (cf. Régnier-Roux, Daniel, « Le rôle de Jacques 1er Androuet du Cerceau dans la conception et la réalisation du *Livre premier des instruments mathématiques et mécaniques* de Jacques Besson », *Réforme Humanisme et Renaissance*, 2010, p. 114-115).

[122] *Livre de la plus part des Instrumens et machines inventées par Jaques Besson Dauphinois, lesquelles servent a plusieurs beaux effetz pour l'usage des mathématiques et utilité commune*. Add Ms 17921, British Library.

[123] Cf. Keller, Alex, « A manuscript version of Jacques Besson's book of machines…", *op. cit* ; Hillard, Denise, « Jacques Besson… Recherches complémentaires », *art. cit.*

[124] Hillard, Denise, « Jacques Besson…», *art. cit.*, p. 17.

[125] Ravier, Benjamin, *Voir et concevoir…*, *op. cit.*, p. 205, note 18 ; Hillard, Denise, « Jacques Besson… Recherches complémentaires », *art. cit.*, p. 51 *sqq*.

[126] *Ibid*., p. 52.

[127] Henrion, Didier, *Les quinze livres des Elemens d'Euclide, traduicts de Latin en François : Avec un sommaire & abbregé de l'Algebre, qui sert à faciliter l'intelligence du dixiesme Livre.* Paris, Jean Anthoine Joallin, 1615, *Prolegomenes*, p. †VIII-v, non paginée.

[128] *Ibid.*, p. †VIII, non paginée.

[129] Besson, Jacques, *Livre de la plus part des Instrumens et machines…*, *op. cit.*, «Communes sentences », cité par Hillard, Denise, « Jacques Besson… Recherches complémentaires », *art. cit.*, p. 69.

marmiers (mariniers)[130], pour les marchans, pour les artisans, pour les gentilzhommes, bref pour pauvres et pour riches qui y voudront (tant peu que ce soit) entendre[131] ». Avant même les gentilshommes, ce sont des professionnels qui sont cités, et l'auteur rappelle que leur valeur n'est pas due à leur naissance et que l'entendement est partagé par tous. De même, la préface du manuscrit, véritable profession de foi aristotélicienne[132], commence ainsi : « il n'y ha homme lequel pour peu qu'il ait gousté les bonnes lettres ou la philosophie n'entende que (…)[133] », affirmation de l'égale capacité de tous à comprendre les inventions fondées sur des principes mathématiques.

La discipline que Besson qualifie de « nostre matiere » nécessite la connaissance de l'arithmétique, de la géométrie, et des démarches de recherche propres aux sciences[134]. Cet appui fondamental sur les mathématiques et la logique propre de leur discours permet à l'auteur de s'opposer à ceux qu'il qualifie d'ignorants, auxquels il reproche de récuser l'utilité des mathématiques et en particulier l'héritage d'Archimède[135]. Besson se place lui-même sous le patronage de cette figure mythique pour se distinguer des médisants et envieux. Pour lui, le tri s'opèrera à travers l'entendement pour les mathématiques, démasquant « ceulx qui n'entendent telles loix et observations naturelles accompagnees d'arithmetique et geometrie en tel art[136] ».

Des images sans texte

Cet appui sur les mathématiques disparaît pratiquement avec la publication en 1571 ou 1572 de la première version imprimée du recueil, le *Livre premier* déjà cité. Il n'en subsiste plus dans la préface qu'une courte mention destinée à affirmer le sérieux de l'entreprise : « Il n'y a, dis-je, rien en tout cecy qui ne soit ferme & stable, & particulierement experimenté & muny de toutes parts (autant qu'il nous a esté possible) de raisons pregnantes & necessaires,

---

[130] Le *Dictionnaire de Furetière* n'a pas d'entrée pour *marmier*, en revanche, il indique au mot *marinier* : « Officier qui commande à un équipage de matelots. Les Officiers marinier sont le Maître, le Contremaître, le Pilote (…) Se dit aussi de ceux qui conduisent les grands bateaux sur les rivieres ». Cela paraît plus cohérent avec le contenu du manuscrit qui présente quelques inventions relatives aux rivières et aux bateaux.
[131] Besson, Jacques, *Livre de la plus part des Instrumens et machines…*, *op. cit.*, « Au très puissant Roy Charles neufviesme de ce nom », cité par Hillard, Denise, « Jacques Besson… Recherches complémentaires », *art. cit.*, p. 62-63.
[132] Hillard, Denise, « Jacques Besson… Recherches complémentaires », *art. cit.*, p. 52.
[133] *Ibid.*, p. 63.
[134] *Ibid.*, *loc. cit.*
[135] *Ibid.*, *loc. cit.*
[136] *Ibid.*, p. 65.

tirees tant de la mathematique, que de la physique[137] ». La suite de la préface transcrit la revanche d'un homme parvenu à une certaine aisance : Besson a reçu de Charles IX pour l'édition de son livre un don de cinq cent soixante livres tournois[138], somme assez considérable à l'époque[139]. Les longs discours du manuscrit se retrouvent résumés en une seule phrase destinée surtout à mettre en avant sa qualité de praticien : « (…) ce n'est (pas) un ouvrage d'un homme ocieux (oisif) & delicat, ou nourry à l'ombre, mais d'un à qui il a esté besoing de porter beaucoup de travaux & d'employer beaucoup de facultez & biens[140]. »

L'imprimé de 1571/1572 fait l'objet d'un changement important de présentation. Hormis l'épitre et la préface, qui ne traitent pas du contenu de l'ouvrage, les seuls textes qui s'y trouvent sont les légendes latines des planches et leurs traductions en français servant de sommaire à l'ensemble. Il n'y a plus aucune explication sur le fond des inventions, ni sur les principes qui les sous-tendent, comme si les planches se suffisaient à elles-mêmes. C'est probablement la conséquence de la rencontre de Besson avec celui qui allait graver ou faire graver l'ensemble des dessins du livre, le célèbre Jacques 1er Androuet du Cerceau, architecte de la princesse Renée de France, duchesse de Ferrare, qui avait fait de son château de Montargis un refuge pour les protestants contraints de fuir Orléans à la fin de 1568. Il est fort probable qu'Androuet ait été très investi dans ce « prototype du livre technique en images[141] », tant dans la genèse du projet que dans sa réalisation graphique et technique, et même dans les tractations avec les financeurs[142]. En effet, la nouvelle forme de l'ouvrage est en tous points semblable aux autres productions d'Androuet, caractérisées par son parti-pris de l'image[143]. La disparition des discours et références aux mathématiques lui est donc imputable, mais n'a pas pu se faire sans l'accord de Besson. Celui-ci avait probablement beaucoup d'autres projets, que sa mort vers 1573 ne lui a pas permis de réaliser. Il avait ainsi

---

[137] Besson, Jacques, *Instrumentorum et machinarum… Liber Primus / Livre premier des Instruments mathematiques & mechaniques…, op. cit.,* « Epistre de l'Auteur à tous benevoles Lecteurs », troisième feuillet en français, non paginé, non signé.
[138] Hillard, Denise, « Jacques Besson…», *art. cit.*, p. 13.
[139] *Ibid*., p. 16, note 29, faisant référence à Parent-(Charron), Annie, *Les métiers du livre à Paris au XVIe siècle (1535-1560)*, Genève, 1974, p. 97-98.
[140] *Ibid*., *loc. cit*.
[141] Régnier-Roux, Daniel, « Le rôle de Jacques 1er Androuet du Cerceau … », *art. cit*., p. 119.
[142] *Ibid.*, p. 122-123.
[143] Régnier-Roux, Daniel, « Le rôle de Jacques 1er Androuet du Cerceau … », *art. cit*., p. 123-124.

fait paraître en 1571 un petit prospectus de cinq pages[144] décrivant la fabrication et l'usage d'un *compas euclidien*. Cet instrument de visée n'est pas représenté mais le lecteur est invité à s'en procurer un exemplaire « chez maistre Bernardin, Orlogeur du Roy, qui les fait[145] ». Besson n'avait donc renoncé que provisoirement aux mathématiques (y compris comme source de revenus), leur disparition dans l'édition de 1571/1572 étant essentiellement due à celle des textes explicatifs.

Examinons la forme et le contenu du *Théâtre des Instruments*. Les dessins du manuscrit ont été pour la plupart repris et mis en scène dans des décors, l'esthétique des personnages a été retravaillée. Par exemple, une pompe à eau présentée seule dans le manuscrit est maintenant au centre d'une scène d'incendie qui montre comment elle doit être manipulée (Annexe B2, Figure 3.11)[146]. Les soixante planches se réfèrent à toutes sortes de domaines qui reprennent les grands thèmes décrits dans le *Catalogue* du *Cosmolabe* (cf. *supra*). Il faut cependant bien constater que les quatre inventions géométriques annoncées n'ont pas été reprises. Toutefois, la géométrie n'a pas complétement disparu : les six premières planches présentent des instruments de tracé ou de mesure, des compas pour la plupart, dont Besson dit se servir dans ses inventions. Pour reprendre la distinction de Gilbert Simondon[147], ces instruments mathématiques acquièrent ici le statut d'outils techniques.

Nous voyons sur la première planche des instruments de diverses natures, nous écrirons même : de divers ordres (Figure 3.4)[148]. En effet, cette planche présente, de droite à gauche, des instruments théoriques adaptés à un usage pratique, un dispositif de vis qui sert à fixer les précédents et dont la forme hélicoïdale est parfaitement géométrique, et enfin, des outils purement matériels qui servent à construire le dispositif précédent.

---

[144] Besson, Jacques, *Description et usaige du* compas euclidien, *contenant la plus-part des Observations qui se font en la Geometrie, Perspective, Astronomie, & Corographie. Par Jacques Besson, Profeßeur és Sciences Mathematiques.* Paris, Galiot du Pré, 1571.
[145] *Ibid.*, fol. 2-v.
[146] Hillard, Denise, « Jacques Besson… Recherches complémentaires », *art. cit.*, p. 49.
[147] Cité par Barbin, Evelyne, « Préface », *in* Hébert, Élisabeth (dir.), *Instruments scientifiques à travers l'histoire*. Paris, Ellipses, collection, « IREM – Histoire des Mathématiques », 2004, p. 7 et 9.
[148] Nous prenons nos illustrations sur l'édition de 1578 dont nous avons de meilleures vues. Il n'y a pas de différence avec les planches de l'édition de 1571/1572, ce sont les mêmes cuivres qui ont été utilisés (cf. Hillard, Denise, « Jacques Besson…», *art. cit.*, p. 17), sauf pour quatre d'entre elles qui ont été regravées (*ibid.*, p. 21).

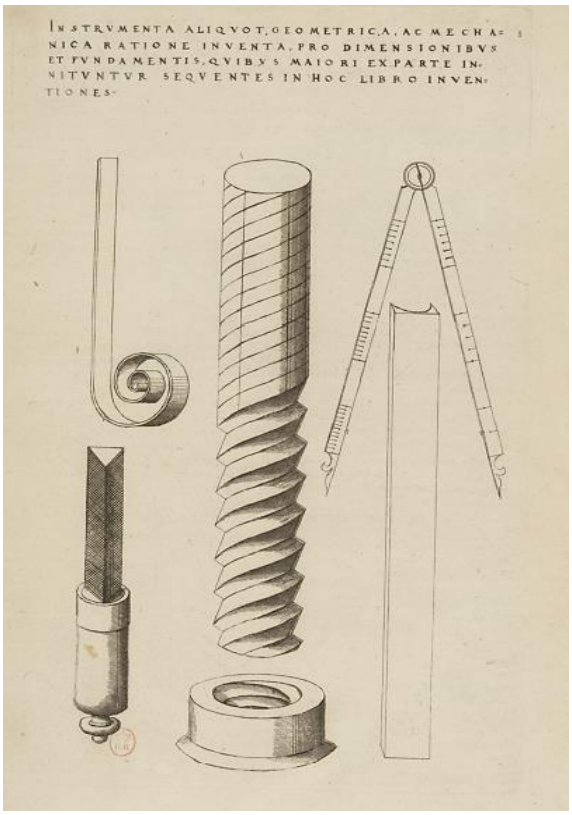


Figure 3.4

Le compas et la règle, à droite, ne sont plus les simples accessoires de la géométrie[149], mais ils sont ici modifiés en vue de leur usage pratique. Certes, le compas à deux pointes sèches peut être utilisé pour le report de longueurs, sans laisser de trace d'encre sur le papier. Mais il est articulé et porte des graduations, ainsi il peut servir aussi de règle graduée. La règle est plate sur trois de ses faces mais incurvée sur la quatrième, sans que nous ayons d'indication sur l'utilité de cette face[150]. Au centre, la vis et son écrou, que nous pouvons supposer métalliques. C'est un dispositif de fixation qui n'a plus rien à voir avec la géométrie euclidienne, mais qui est si important aux yeux de l'auteur qu'il insère sur la partie gauche de la planche les outils qui servent à le fabriquer, une lime (ce qui confirme la matière métallique de la vis) et une « regle servile », c'est-à-dire un ruban qui sera enroulé autour de tout cylindre pour permettre le tracé de la vis.

[149] Barbin, Evelyne, « Préface », *in* Hébert, Élisabeth (dir.), *Instruments scientifiques…*, *op. cit.*, p. 7/

[150] Le manuscrit de la British Library précise que la règle est courbée afin de facilité son utilisation sur les cylindres (Besson, Jacques, *Livre de la plus part des Instrumens et machines…*, *op. cit.*, cité par Ravier, Benjamin, *Voir et concevoir…*, *op. cit.*, p. 32.)

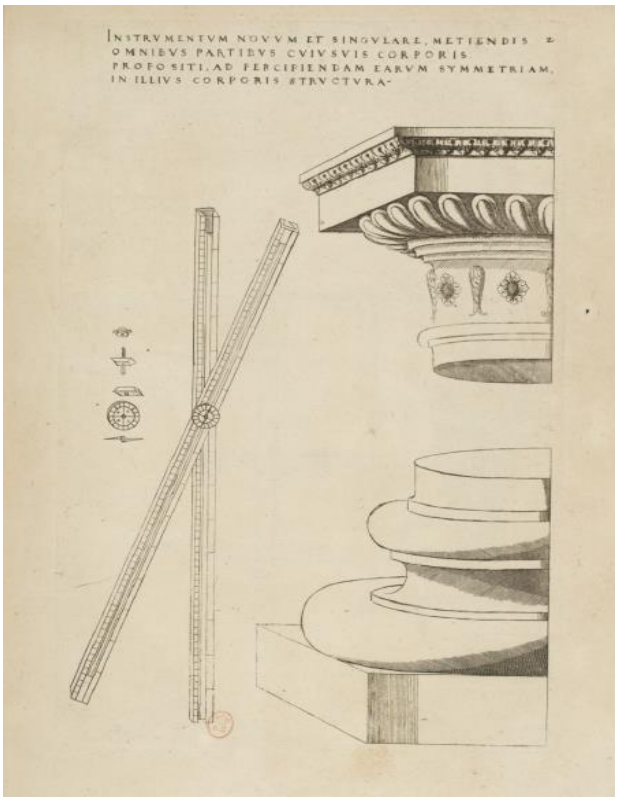


Figure 3.5

Le compas de réduction de la planche 2 (figure 3.5) procède de la même déclinaison en trois ordres : au centre de l'image trône l'instrument scientifique, composé de deux lattes graduées et rainurées, assemblées par une vis solidaire d'une cheville qui porte un disque et une aiguille. Les rainures en queue d'aronde reçoivent les pièces en tronc de pyramide qui permettent aux lattes de coulisser l'une contre l'autre, mais pourquoi cette aiguille ? Nous associons cette disposition à d'autres instruments, comme le cercle mesureur de Galasso Alghisi (Annexe B1, Figure 2.25), ce qui signifie que le compas de réduction de Besson peut également servir à la mesure d'objets distants par visée. La partie droite de la gravure montre le chapiteau et la base d'une colonne, qui sont probablement des objets sur lesquels peut s'appliquer l'instrument, destiné selon la légende à mesurer toutes les parties des corps et leurs proportions[151].

Les instruments présentés dans les planches suivantes sont plus originaux que les précédents. Deux compas sont exposés, permettant de tracer des polygones curvilignes

[151] Besson, Jacques, *Theatre des instrumens mathematiques & mechaniques…*, *op. cit.*, fol. signé *B. i.*, recto. Dans la version du *Livre premier*, Besson destinait l'instrument à la mesure des *symmetries* des parties composant les corps (deuxième feuillet de la partie en langue française, non paginé, non signé), mais Beroalde de Verville a remplacé ce mot par *rapport proportionnel* dans la version de 1578.

(Annexe B2, Figure 3.6) et rectilignes (Annexe B2, Figure 3.7) en combinant des mouvements de translation et de rotation. Les historiens des techniques, analysant ces inventions, ont douté de la faisabilité de l'ensemble, même au prix de réglages très précis, comme ils ont par ailleurs jugé irréalistes plusieurs autres dispositifs présentés[152]. Ce qui paraît plus intéressant pour notre propos, c'est que Besson se préoccupe du tracé mécanique d'objets géométriques plans, qu'ils fassent partie du corpus euclidien ou non. Il cherche à engendrer mécaniquement en un seul tracé, comme c'est le cas pour le cercle et le segment de droite, les figures qui servent de base aux pyramides[153], c'est-à-dire les polygones. Les exemples donnés sont les trois premiers polygones réguliers (triangle équilatéral, carré, pentagone) et leurs versions curvilignes. L'objectif de l'inventeur est de les tracer d'un seul trait continu, comme le cercle avec un compas ordinaire[154]. Avançant encore dans la réalisation du tracé d'objets plans non euclidiens, il propose des instruments de tracé d'ovales (Annexe B2, Figure 3.8) et de spirales (Annexe B2, Figure 3.9) qui s'appuient directement sur la définition mécanique des objets à construire. Besson géomètre n'est donc véritablement présent qu'à cet endroit dans la version dirigée par Androuet du Cerceau, mais il nous paraît important de souligner que ses investigations s'étendent aux objets archimédiens comme les spirales, qui ont un même statut que les autres et doivent par conséquent être également tracées.

Pour terminer notre examen de l'ouvrage, nous remarquerons qu'il ne présente aucune machine de guerre, sauf de manière anecdotique dans la planche 31, qui montre un dispositif de levage et de transport par chariot d'objets très lourds, en précisant « on espargnera neantmoins par tel moyen beaucoup de despances, tant d'hommes que de chevaux[155] » : l'objet lourd transporté est un canon, dont le levage nécessite un palan très complexe (Annexe B2, figure 3.10) et la légende mentionnant une dépense d'hommes et de chevaux pourrait être entendue dans un contexte de guerre comme une incitation à économiser les vies. La position

[152] Hillard, Denise, « Jacques Besson… Recherches complémentaires », *art. cit.*, p. 55 ; Russo, François, « Deux ingénieurs de la Renaissance… », *op. cit.*, p. 111.
[153] Besson, Jacques, *Theatre des instrumens mathematiques & mechaniques…*, *op. cit.*, fol. signés *B. i.*, verso & *B. ij*.
[154] *Ibid*., fol. signés *B. i.*, verso.
[155] Besson, Jacques, *Instrumentorum et machinarum… Liber Primus / Livre premier des Instruments mathematiques & mechaniques…*, *op. cit*, recto du deuxième feuillet de la partie en français, non paginé, non signé.

revendiquée par l'auteur dans la lignée archimédienne[156] ne l'a pas mené à présenter des interprétations des machines de guerre du siège de Syracuse décrites par Plutarque[157]. Besson ne les mentionne qu'une seule fois, pour proposer sa vision du dispositif par lequel, selon la légende, le grand savant pouvait à lui seul manœuvrer une galère chargée de fret et de passagers dans le port de Syracuse (Annexe B2, Figure 3.12).

Postérité de Jacques Besson

Le *Livre premier* de 1571/1572 ne sera pas beaucoup diffusé, mais l'édition posthume de 1578 aura un franc succès : l'ouvrage sera traduit en latin, en italien, en espagnol, en allemand et en anglais, il se trouve même à la British Library[158] une traduction en hollandais restée manuscrite. On ne compte pas moins de neuf éditions (en douze versions) en cinq langues différentes jusqu'à 1602[159], ce qui en fait un véritable « best-seller », selon l'expression de Denise Hillard, qui, en 1979, dénombrait au moins cent-cinquante exemplaires de l'ouvrage dans les bibliothèques publiques[160]. L'éditeur de cette version, François Béroalde de Verville, a nettement augmenté le texte en ajoutant des explications parfois longues sur la construction, l'utilité et le maniement des machines présentées.

C'est également à partir de 1578 que l'ouvrage est doté du titre de *Théâtre de machines*, montrant ainsi que les imprimeurs le destinaient à un public curieux de récréations mathématiques[161] plutôt qu'à des ingénieurs occupés de véritables réalisations techniques. Ceci est confirmé par le dessin d'un frontispice entièrement nouveau, qui reprend des symboles utilisés en ce temps pour les livres scientifiques[162], polyèdres réguliers, instruments de tracé ou de mesure (Annexe B2, Figure 3.13). Malheureusement, le succès de l'ouvrage a accentué un aspect très spécifique des capacités de l'auteur, ses talents d'inventeur de dispositifs techniques, en laissant de côté les recherches plus théoriques qu'il annonçait dans la dédicace de son traité d'hydrographie souterraine : la quadrature du cercle et la duplication

---

[156] Cf. *supra*, la préface du manuscrit Add Ms 17921 de la British Library.
[157] Plutarque, *Vies parallèles, traduction d'Anne-Marie Ozanam. Édition publiée sous la direction de Françoise Hartog*. Gallimard, « Quarto », 2001. Pélopidas-Marcellus, p. 535-602 ; Récit du siège de Syracuse : Marcellus XIV à XIX, p. 579-586.
[158] Hillard, Denise, « Jacques Besson… », *art. cit.*, p. 31.
[159] *Ibid*., p. 33-36.
[160] *Ibid*., p. 31.
[161] *Ibid*., p. 19.
[162] *Ibid*., p. 18.

du cube[163], au sujet desquelles il prétendait avoir dépassé tous les travaux de ses prédécesseurs depuis l'Antiquité[164]. Cette annonce sera reprise presqu'à l'identique dans la dédicace du *Livre premier*, ajoutant cependant à la liste une étude sur les moyennes proportionnelles et proportions continues[165], toutes recherches visant à révéler au public des connaissances provenant des « plus profondes cachettes des Mathematiques[166] ». L'auteur, qualifié de « docte Mathématicien » en 1578, a disparu avant de pouvoir diffuser ses découvertes. Le recours aux mathématiques qui le caractérisait dans ses premiers ouvrages et dans le manuscrit du recueil de machines n'est plus lisible après la parution du *Livre premier*, et les quelques références iconographiques aux sciences qui se trouvent sur le frontispice du *Théâtre des instruments* semblent davantage destinées à la promotion de l'ouvrage vis-à-vis de ses lecteurs potentiels qu'à l'introduction picturale subtile des matières qu'il contient. Nous allons montrer que ce n'est pas le cas à la fin des années 1580, lorsque paraissent deux autres recueils de machines, ceux d'Ambroise Bachot et d'Agostino Ramelli.

2.1.2. AGOSTINO RAMELLI (1588) ET AMBROISE BACHOT (1598), CAPITAINES ET INVENTEURS

Nous examinerons plus rapidement les ouvrages de ces deux auteurs dont nous avons déjà mentionné la controverse, le premier accusant l'autre du vol de certaines de ses planches (cf. *supra*, chap. 2, 3.3.2.). Ce qui distingue Bachot et Ramelli de Besson d'un point de vue biographique, c'est qu'ils ont été tous deux employés au service de la couronne de France dans des fonctions militaires. Cet aspect est présent dans leurs ouvrages, tant par les sujets étudiés, qui font une large part aux affaires militaires, que dans la présentation même des auteurs, tous deux capitaines. Ainsi, le portrait de Ramelli figurant en tête du *Diverse et artificiose machine*[167] (Annexe B2, figure 3.14) le représente la main gauche posée sur un

---

[163] Besson, Jacques, *L'Art et Science de trouver les eaux et fontaines*, *op. cit.*, « A hault et puissant Messire Francois de Balsac… », fol. signé a iij.

[164] *Ibid.*, *loc. cit.*

[165] *a*, *b*, *c*, *d* etc. sont dits en proportion continue lorsque $\frac{a}{b} = \frac{b}{c} = \frac{c}{d} = \ldots$

[166] Besson, Jacques, *Instrumentorum et machinarum… Liber Primus / Livre premier des Instruments mathematiques & mechaniques…*, *op. cit*, « Au Roy Tres-Chrestien Charles neufviesme de ce nom », premier feuillet de la version en français, non paginé, non signé.

[167] Ramelli, Agostino, *Le diverse et artificiose machine del Capitano Agostino Ramelli dal Ponte della Tresia, Ingegniero del Christianissimo Re di Francia et di pollonia. Nellequali si contegono varii et industriosi Movimenti, degni digrandißima Speculatione, per cavarne beneficio infinito in ogni sorte d'operatione ; composte in lingua Italiana & Francese*. Paris, l'auteur, 1588.

casque de combattant, tandis que sa main droite tient un compas qui lui permet de mesurer une distance sur le plan d'une forteresse. Le linteau du cadre rappelle que l'auteur est un scientifique, à travers la présentation symbolique des polyèdres réguliers et d'instruments de mathématiques. Cette iconographie fait écho à la vie de Ramelli, qui nous est assez bien connue[168] compte tenu de la position de capitaine qu'il occupait dans l'armée d'Henri III. Né vers 1531 dans la région de Lugano, il entre très tôt au service de Gian Giacomo Medici, Marquis de Marignan et mercenaire de Charles Quint, avec lequel il apprend l'art de la guerre et les mathématiques, qui sont pour lui « l'unique & asseuré fondement de tous les autres arts liberaux & mechaniques[169] ». Après la mort du Marquis en 1555, bénéficiant sans doute d'une grande réputation d'ingénieur militaire[170], il est appelé en France auprès du Duc d'Anjou, futur Henri III, dont il sera l'un des proches. Il s'illustre au premier siège de la Rochelle en 1572 et occupe les fonctions d'ingénieur du roi jusqu'à la mort d'Henri III. Ce fidèle catholique prend le parti de la Ligue lors de la défense de Paris face à Henri de Navarre (1590), mais finira néanmoins sa carrière au service du nouveau roi, et mourra après août 1608.

Malgré le caractère scientifique souligné dans l'iconographie du frontispice et du portrait, le *Diverse et artificose machine* ne traite ni de mathématiques, ni de fortification. Notons cependant que la préface est un long discours « De l'excellence des mathématiques, ou il est demonstré combien elles sont necessaires pour acquerir tous les arts liberaux », très inspiré de la pensée de Guidolbaldo del Monte et de Pierre de la Ramée[171] et dans laquelle l'auteur cite avec emphase les penseurs antiques comme Aristote, Platon, Pythagore et surtout Euclide[172]. Quant à l'absence des fortifications, Ramelli s'explique en dénonçant le « vol » de ses planches par Ambroise Bachot, comme nous l'avons déjà expliqué plus haut dans la première partie. Certes, un manuscrit de fortification est référencé par certains historiens sur la foi de la

---

[168] Outre les renseignements écrits par Ramelli lui-même, nous tirons l'essentiel de nos informations de la biographie donnée par Martha Teach Gnudi dans son édition moderne en anglais du *Diverse et artificiose machine* : *The Various and Ingenious Machines of Agostino Ramelli (1588). Translated from the Italian and French with a biographical study of the auhor by Martha Teach Gnudi. Technical annotations and a pictorial glossary by Eugene S. Ferguson*. Baltimore, The John Hopkins University Press ; London, The Scolar Press, 1976.

[169] Ramelli, Agostino, *Le diverse et artificiose machine…*, *op. cit.*, préface « De l'excellence des Mathematiques… », fol. ★★ *iiij*-v.

[170] Teach Gnudi, Martha, *op. cit.*, p. 13.

[171] *Ibid.*, p. 14.

[172] Dolza, Luisa, Vérin, Hélène, « Figurer la mécanique… », *art. cit.*, p. 12.

préface de l'auteur-même[173], mais il ne reste en réalité qu'un seul manuscrit original connu de lui[174]. Il s'agit d'un traité de géométrie pratique à destination des militaires, composé probablement avant le livre imprimé[175] et qui présente la fabrication et l'usage d'un instrument de mesure par visée, le *triangle*, dont il existe trois versions différentes (à deux, quatre ou six bras articulés). Nous n'avons pas pu consulter le manuscrit conservé en Angleterre, mais il serait intéressant de comparer cet instrument à la *barque* d'Ambroise Bachot[176], mécanisme complexe également composée de bras articulés, ainsi qu'au trigomètre de Philippe Danfrie (cf. *supra*, 1re partie), tous contemporains de l'instrument que présente Errard dans sa *Geometrie*.

Nous avons précédemment décrit le *Timon* d'Ambroise Bachot (1587) et sa version augmentée, le *Gouvernail* (1598), en nous limitant toutefois à ce qui concernait les mathématiques, la fortification et les techniques de représentation. Or, Bachot présente aussi un certain nombre d'inventions du mathématicien italien Fabrizio Mordente, l'un des inventeurs du compas de proportion, dont nous reparlerons. Elles ont trait à toutes sortes d'étais et leur utilisation dans les ponts, en particulier pour franchir les fossés des forteresses. Bachot présente aussi ses propres machines, comme des pompes à eaux, deux cadrans solaires universels, un compas à tracer les ovales, des engins d'artillerie, des mécanismes de levage, une équerre de mesure de lignes inaccessibles par visée, etc. La plupart de ces machines sont quasiment identiques à celles de Ramelli et le dessin lui-même est si proche celui du *Diverse et artificiose machine*, qu'il est maintenant généralement admis que Bachot a été le graveur des deux ouvrages[177]. D'ailleurs, Bachot ne cachait pas son admiration pour Ramelli qu'il comparait à Dédale et Archimède, même s'il jugeait cependant son talent trop peu mis en

---

[173] Promis, Carlo, « Biografie di ingegneri militari... », *op. cit.*, p. 569-570 ; Russo, François, « Deux ingénieurs de la Renaissance… », *op. cit.*, p. 110.

[174] Ramelli, Agostino, *La fabrica, et l'uso del triangolo del capitan Agostino Ramelli dal Ponte della Tresia, ingegniero del Christianissimo Re di Francia. Dove si trattano varie, & molto belle operationi, appartenenti ad ogni persona veruosa, & massime a ciascuno, che faccia professione del arte militae, come si vedrà nella seguente pagina.* Library of the Duke of Devonshire at Chatsworth.

[175] Teach Gnudi, Martha, *op. cit.*, p. 18.

[176] C'est la suggestion de Martha Teach Gnudi (« Agostino Ramelli and Ambroise Bachot », *art. cit.*, p. 616, note 7), qui ne dit rien de plus de cette comparaison.

[177] Teach Gnudi, Martha, *op. cit.*, p. 17, et « Agostino Ramelli and Ambroise Bachot », *art. cit.*, p. 616.

valeur[178], ce qui eut pour conséquence la publication de son ouvrage afin de faire reconnaître son mérite personnel, comme cela arrive très souvent dans ce genre d'association[179].

Dans le *Diverse et artificiose machine*, la majorité des inventions (110 sur 195) concerne l'élévation des eaux, du simple puits aux fontaines et jets d'eaux les plus complexes, en passant par l'assèchement des marais et fossés. Les machines militaires, en fin d'ouvrage comptent une trentaine de planches, quinze traitent de ponts et enjambement des fossés inondés, quatorze de vérins à vis pour enfoncer les murailles et quatre le jet de projectiles. Chaque planche est accompagnée d'un descriptif qui occupe la totalité du feuillet en vis-à-vis, ce qui est bien supérieur à ce que nous avons lu chez Besson, mais il ne s'agit que d'expliquer le fonctionnement ou le maniement des machines représentées, sans faire appel aux principes scientifiques et techniques qui les régissent.

D'un point de vue graphique, les planches de Ramelli et Bachot sont très soignées et majoritairement dessinées en perspective cavalière (Annexe B2, Figure 3.15), surtout en ce qui concerne la structure des bâtiments ou des dispositifs de soutènement des machineries. Notons d'ailleurs que les machines sont souvent vues de près, avec un décor extérieur réduit au minimum, donnant parfois l'impression qu'il s'agit de modèles réduits de salon (Annexe B2, Figure 3.16). Cependant, lorsque le fonctionnement de ces modèles fait l'objet d'une intervention de l'homme, l'opérateur est représenté, en particulier pour les machines de sièges. Quelques essais de perspective à un seul point de fuite (Annexe B2, Figures 3.17, 3.18 et 3.19) sont assez peu convaincants. Nous remarquons par exemple dans la dernière figure, célèbre pour sa représentation d'une roue à livres, une bien piètre ordonnance des volumes sur les étagères de droite. La même difficulté se présente à la planche Figure 3.18 pour les ailes du moulin et la rampe d'accès à sa base, mais nous pouvons voir à la fois l'intérieur et l'extérieur du bâtiment, ce qui était rare avec Besson. D'une manière générale, le peu de place accordé par Ramelli à la mise en scène permet une meilleure lisibilité des mécanismes présentés. Nous allons voir chez Jean Errard un procédé intermédiaire, lui permettant de donner plus de réalisme à ses inventions par une contextualisation graphique, tout en favorisant la compréhension des mécanismes sous-jacents par le lecteur.

---

[178] Bachot, Ambroise, *Le Timon*…, op. cit., Dédicace « A Monseigneur, Monseigneur Jehan Loÿs de Nogaret, Duc d'Espernon… », fol. 2 non paginé.
[179] Teach Gnudi, Martha, « Agostino Ramelli and Ambroise Bachot », *art. cit.*, p. 620.

2.2 PRÉSENTATION ET CONTENUS DU *PREMIER LIVRE* DE JEAN ERRARD

2.2.1. ASPECT MATÉRIEL

Nous avons localisé cinq exemplaires du *Premier livre*, dont un en Allemagne[180], deux en Lorraine[181] et deux dans des collections américaines[182], ce qui en atteste sa faible diffusion. L'impression (au moins celle des quatre pages de texte) a été confiée à Jan Janson II[183], imprimeur du duc Charles III, suite à une gratification de deux cents francs accordée par le duc à Jean Errard le 12 novembre 1583 « en don pour subvenir aux frais qu'il luy convient supporter à l'impression de certains livres qu'il prétend mectre en lumière[184] ». Ce type de subvention n'était pas rare à la cour de Lorraine[185], le duc pouvant ainsi entretenir une imprimerie dans sa ville de Nancy. La somme de deux cents francs n'est pas très importante : à titre de comparaison, Gérard Mercator reçut huit cents francs en 1564 pour l'établissement de sa carte de la Lorraine[186] et le moine Jean d'Aucy deux cents francs pour faire imprimer une histoire du duché[187]. Mais il n'est pas certain que l'impression des planches ait été confiée au même imprimeur, car Janson n'avait probablement pas le matériel nécessaire pour pouvoir les réaliser[188]. Ceci expliquerait en partie les différences entre les quatre exemplaires consultés : les pages de texte sont strictement identiques[189], mais seuls les deux recueils américains contiennent la totalité des planches, lesquelles, quoique numérotées clairement, ne sont pas reliées dans le bon ordre ou dans le bon sens. Les exemplaires lorrains présentent des

---

[180] Munich, Bibliothek des Deutschen Museums, 3000/1965 B 114.
[181] Nancy, Bibliothèque Stanislas, Fonds Jean-Baptiste Thiéry-Solet, Res 4333, déjà cité ; Metz, Bibliothèque Verlaine, Res D 546.
[182] Harvard University, Houghton Library, Typ 515.84.368 (collection Philip Hofer) ; Collection Arthur & Charlotte Vershbow, vente Christie's New-York du 20 juin 2013, acquis par la Bibliothèque nationale de France, Res4-NFS-17(2). Cette collection comprenait de nombreux ouvrages scientifiques, techniques et militaires de Dürer, Isaachi, Pacioli, Apollonius, Oronce Fine, Specklin, Stöffler, Valturio, etc.
[183] Sur la production des Janson, père, puis veuve et fils de 1572 à 1596, voir Beaupré, Jean-Nicolas, *Nouvelles recherches…*, *op. cit.*, p. 16-64.
[184] Archives de la Meuse, B, 1196, t. 361, cité par Lallemend, Marcel, Boinette, Alfred, *Jean Errard…*, *op. cit.*, p. 16-17.
[185] Beaupré, Jean-Nicolas, *Nouvelles recherches…*, *op. cit.*, p. 18.
[186] *Ibid.*, p. 19, note 1.
[187] *Ibid.*, p. 15.
[188] Cf. Guilleminot-Chrétien, Geneviève, « Le premier livre des instruments mathematiques mechaniques », *in* Chatelain, Jean-Marc (dir.), *Éloge de la rareté. Cent trésors de la Réserve des livres rares*. Paris, Bibliothèque nationale de France, 2014, p. 19.
[189] Il n'y a que quelques taches d'encre qui diffèrent. Les défauts sont identiques dans les quatre exemplaires consultés, en particulier la non-justification des paragraphes du verso du feuillet A3 (non signé) et le décalage de caractères de la dernière phrase.

lacunes (respectivement une et quatre planches manquantes), et par ailleurs, les irrégularités d'encrage des planches sont très variables suivant les copies consultées. Le recueil de la bibliothèque de Metz pourrait représenter un premier état de l'ouvrage, au vu de certaines de ses particularités[190]. Le privilège annoncé au frontispice n'existe nulle part.

Il ne nous a pas été possible de tracer la provenance de ces livres, si ce n'est pour deux d'entre eux qui portent les *ex-libris* de propriétaires précédents : l'un[191] a appartenu à l'humaniste dijonnais Etienne Tabourot ou l'un de ses fils (qui utilisaient la même devise)[192] ; l'autre[193] à Christophe Bautru, Sieur de la Rouillerie, lieutenant général de l'artillerie de Richelieu, qui s'est distingué dans la reconquête des îles de Lérins en 1637 et au siège d'Arras en 1640[194]. Nous ne pouvons guère tirer de conclusion de l'appartenance de l'ouvrage à une bibliothèque humaniste, son caractère de recueil de gravures pouvant en constituer l'intérêt principal dans ce cas. En revanche l'exemplaire de Bautru montre qu'entre les mains d'un ingénieur militaire, le *Premier livre* a pu enclencher l'imagination et susciter la réflexion. Cet exemplaire porte en effet plusieurs annotations marginales, son lecteur y ayant couché sur le papier quelques idées personnelles en rapport avec les illustrations[195] et un schéma final longuement commenté (Annexe B2, Figure 3.20). N'était-ce pas l'un des buts de Jean Errard en publiant ce recueil ? Il affirmait lui-même l'avoir « dressé pour le proffit & commodité du public[196] ». L'usage que fait Bautru des pages blanches de l'ouvrage constitue une forme de réponse à cet objectif.

2.2.2. UN INGÉNIEUR EN DÉCALAGE

Plusieurs indices évoqués plus haut nous ont permis d'affirmer qu'Errard était déjà reconnu comme ingénieur dès son arrivée à Nancy. Selon ses propres termes, le *Premier livre* est une reprise des « erres de (s)on premier labeur », c'est-à-dire une présentation des

---

[190] Les planches sont numérotées à la main à partir de la planche 18. Un tracé de construction de la planche 2 y est très visible alors qu'il est très atténué sur les autres exemplaires.
[191] Harvard University, Houghton Library, Typ 515.84.368.
[192] Cf. Banderier, Gilles, « Ex Bibliotheca Taborotiana », *Annales de Bourgogne* 73, 2001, p. 437-440.
[193] Bibliothèque nationale de France, Res4-NFS-17(2).
[194] Cité dans la *Gazette* de Théophraste Renaudot en septembre 1636, avril et mai 1637 puis en août 1640.
[195] En vis-à-vis de la planche 13 présentant un nouveau type de moulins, déscription d'une « Autre facõ de moulin que Jay veu au faubourgde Sainct Germain (Et qui estoit perpendiculaire alhorizõ) » ; en marge de la planche 18, notice « la figure a 4 costez… » en partie massicotée.
[196] Errard, Jean, *Le premier livre…*, *op. cit.*, feuillet signé A2 : dédicace « A Tresillustre Prince Monseigneur le Duc de Calabre, Lorraine, Bar, Gueldre, &c. », datée du 2 mars 1584.

recherches entreprises auparavant. Nous pouvons donc nous attendre à trouver dans les planches de ce recueil les domaines techniques auxquels il s'était intéressé. Dans cette optique, l'examen du contenu de l'ouvrage (cf. *infra*) montre qu'Errard n'était pas alors spécialisé dans les fortifications. Son emploi aux travaux de bastionnement de Nancy est en décalage par rapport à ses centres d'intérêt, et sa position n'a pu qu'en devenir inconfortable. Il en témoigne d'ailleurs dans l'adresse « Au Lecteur » au ton amer : « Il est bien facile à ceux qui envient le labeur d'autrui, estimer qu'ilz ont peu faire le semblable ou mieux, mais ceste presumptio(n) n'en apporte aucun tesmoignage qu'en la reprehe(n)sion & censure qu'ilz font legereme(n)t & sans peser les raisons & fondements des œuvres & inve(n)tio(n)s de ceulx qui les devancent[197]. » Nous trouvons ici comme chez Besson la dénonciation d'une atmosphère délétère, faite de jalousie et de calomnies.

2.2.3. ERRARD INVENTEUR ?

La parenté unanimement reconnue[198] entre le *Premier livre* d'Errard et le *Théâtre des instruments* de Jacques Besson ne doit pas nous amener à considérer notre auteur comme un simple suiveur. Héritier direct[199] certainement, mais avant tout héritier d'un mode d'exposition et de présentation, ce qui se voit dans la similitude matérielle des deux ouvrages : même construction privilégiant le discours graphique aux explications textuelles, même type de légendes latines gravées directement en en-tête des planches. Ces caractéristiques le différencient nettement des ouvrages de Ramelli et Bachot qui faisaient pourtant partie du même milieu d'architectes militaires que lui.

Errard reste prudent lorsqu'il s'agit de se présenter comme un découvreur. Il se garde des querelles de priorité par ces mots : « J'advoue que ce que je tiens pour mien a pu par cy devant estre faict ou inventé (comme il est possible & se faict ordinairement que deux personnes se rencontrent en mesme invention) mais puisqu'il sort premier de ma boutique, je me l'attribueray à bon droit (…)[200] ». Cette remarque doit être remise dans son contexte historique, car le vocable d'inventeur au XVI^e^ siècle n'implique pas l'innovation technique ;

---

[197] Errard, Jean, *Le premier livre…*, *op. cit.*, feuillet signé A2, verso.
[198] Voir par exemple France-Lanord, Albert, Introduction à la reproduction du *Premier livre…*, *op. cit.*, p. VIII ; Ravier, Benjamin, *Voir et concevoir…*, *op. cit.*, p. 37-38 ; Vérin, Hélène, Dolza, Luisa « Les théâtres de machines… », *art. cit.*, p. 11.
[199] Selon l'expression de Benjamin Ravier (*Voir et concevoir…*, *op. cit.*, p. 37-38).
[200] Tous les extraits ce paragraphe proviennent de la préface « Au lecteur », déjà citée : Errard, Jean, *Le premier livre…*, *op. cit.*, feuillet signé A2, verso.

l'inventeur est celui qui redécouvre un dispositif existant et le perfectionne en pouvant se justifier théoriquement car il sait en expliquer les rouages, ou encore, pour l'exprimer comme à l'époque, il en connaît les « raisons[201] ». L'inventeur propose de nouvelles présentations de mécanismes existants, ainsi que des explications faisant appel aux concepts géométriques connus de ses lecteurs[202]. Son bon droit provient de ce talent de démonstrateur. Nous avons déjà rencontré cet argument du « bon droit » chez Jacques Besson, qui partageait avec Errard l'inconfort d'une position instable. Ce dernier ne prétend d'ailleurs nullement s'attribuer la totale paternité des inventions, car il précise que sa priorité ne sera valable que « jusques à ce qu'un aultre en decouvre l'emprunct ». L'autre argument qu'il accepte pour renoncer à l'une de ses inventions est celui de l'erreur, mais il faudra alors que son contradicteur la lui démontre et que « par raison & demo(n)strations geometriques il soit convaincu de faux ». Le rôle primordial accordé aux mathématiques dans l'établissement de la vérité nous renvoie à l'*exigence mathématique* de Besson. Comme pour ce dernier, la conviction ne s'emporte pas par des arguments rhétoriques mais par des preuves rigoureuses, fondées sur les mathématiques, y compris lorsqu'il s'agit de dispositifs concrets (ou supposés tels), objets d'étude de la mécanique.

La spécificité de l'ouvrage d'Errard se trouve dans la variété des domaines qu'il étudie. En quarante planches, il dépasse largement les thèmes abordés par Besson et même par Ramelli dans les cent quatre-vingt-quinze planches du *Diverse et artificiose machine*[203]. Il propose en effet des dispositifs pour le levage des objets pesants, des innovations concernant les moulins à vent, les tours à bois, le filage de la laine, les soufflets de forge, les scies à bois et à métaux, l'élévation des eaux, etc. Beaucoup de ces centres d'intérêt correspondent à des thèmes de recherche en vogue en Allemagne et aux Pays-Bas[204]. Signalons en particulier que le célèbre ingénieur de Maurice de Nassau, Simon Stevin, a obtenu plusieurs brevets pour des

[201] Vérin, Hélène, Dolza Luisa, « Figurer la mécanique : l'énigme des Théâtres de machines à la Renaissance », *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 2004/2, n° 51-52, p. 15. La différence entre invention et découverte à la Renaissance est traitée dans Margolin Jean-Luc, « Inventer et découvrir à la Renaissance », *in* Jones-Davies, Marie-Thérèse (dir.) *Inventions et découvertes au temps de la Renaissance, Actes des colloques, 19-20 novembre 1993 et 11-12 mars 1994*. Paris, Klincksieck, 1994, p. 123-145.
[202] France-Lanord, Albert, « Introduction », *in* Errard, Jean, *Premier livre…*, *op. cit.*, p. XII.
[203] France-Lanord, Albert, « Introduction », *in* Errard, Jean, *Premier livre…*, *op. cit.*, p. XII.
[204] *Ibid.*, p. XIII-XIV.

améliorations techniques de moulins dans les années 1580[205]. Nous n'en tirons évidemment pas la certitude d'une rencontre entre Stevin et Errard, mais simplement une indication de préoccupations communes entre ces deux grands ingénieurs militaires, qui corrobore notre présomption d'un voyage du Lorrain en Hollande.

Inventeur et créateur, Errard l'est donc certainement bien davantage que soldat. Il fait sienne, en l'insérant dans cette première publication, une devise tirée d'une élégie antique, qui met en avant le pouvoir créateur de l'esprit humain : *Vivitur ingenio, cætera mortis erunt* ; « On ne vit que par l'esprit, tout le reste est promis à la mort ». Cette devise avait été popularisée par une célèbre illustration du traité d'anatomie d'André Vésale[206] (Annexe B2, Figure 3.21), mais il est plus probable qu'Errard l'ait découverte dans le traité d'architecture de Walther Hermann Ryff[207]. Ce traité contient en effet des chapitres de géométrie, d'artillerie et de fortification traduits de Tartaglia ou repris de Dürer[208]. Il présente les instruments de géométrie pratique dans une planche reprenant (d'une manière positive) les éléments de la *Melencolia* de Dürer (Annexe B2, Figure 3.22). Par le choix de cette devise, Errard s'inscrit à la fois dans l'esprit des *vanités* baroques et dans la lignée des inventeurs de machines de la Renaissance[209].

2.2.4. L'ORIGINALITÉ DU *PREMIER LIVRE*

Nous avons longuement évoqué le *Théâtre des instruments* de Jacques Besson pour les similitudes formelles qui existent entre cet ouvrage et le *Premier livre* que nous étudions. Il est clair que Jean Errard connaissait le livre de son prédécesseur[210], au point d'en reproduire

---

[205] Cf. Forbes, Robert Jacobus, «Engineering », in *The Principal Works of Simon Stevin*, vol. V. Amsterdam, Swets and Zeitlinger, 1966, en particulier le chapitre VII « The drainage Mills », p. 309-334 et l'édition bilingue du traité de Stevin *Van den Molens* (« Sur les moulins »), p. 335-412.

[206] Vesalius Andreas, *De humani corporis fabrica libri septem*, Bâle, Oporinus, 1543, p. 164.

[207] Ryff, Walther Hermann, *Der furnembsten, notwendigsten, der gantzen Architectur angehörigen Mathematischen und Mechanischen künst eygentlicher bericht vnd vast klare, verstendliche unterrichtung, zu rechtem Verstandt der lehr Vitruvii in drey furneme Bücher abgetheylet*. Nürnberg, Johann Petreius, 1547, verso du titre. L'ouvrage contient également la première vue (part. III, fol. XLv) d'un moulin à axe vertical qu'Errard représentera dans le *Premier livre* (planches 16 et 17).

[208] Günther, Hubertus, « Les ouvrages d'architecture publiés par Walther Hermann Ryff à Nuremberg en 1547 et 1548 » in Deswarte-Rosa, Sylvie (dir.), *Sebastiano Serlio à Lyon : architecture et imprimerie*, vol. 1. Lyon, Mémoire active, 2004, p. 501-503.

[209] France-Lanord, Albert, « Introduction », *in* Errard, Jean, *Premier livre…*, *op. cit.*, p. VII.

[210] Nous sommes en désaccord avec Walter Endrei (« Jean Errard (1554-1610) and His Book of Machines: *Le Premier Livre des instruments mathématiques méchaniques* of 1584 », *History of Technology*, volume 17, 1995, p. 183), qui n'envisage que la bibliothèque des Ducs de Lorraine comme source documentaire d'Errard, sans mentionner les bibliothèques allemandes, comme celle de Dresden, qui possède plusieurs éditions du *Théâtre*.

l'esthétique. Nous en trouvons d'ailleurs confirmation dans le commentaire de la planche 7 (Annexe B2, Figure 3.27), lorsqu'il cherche à reconstituer le dispositif qui, selon la légende, permit à Archimède de hisser à lui seul un navire hors de l'eau. Errard affirme suivre les auteurs antiques Plutarque et Polybe, contrairement à d'autres, qui prétendent « qu'(Archimède) se mit en la mer sur un vaisseau & par le mesme instrument tira la caracque de la terre en mer », ce qui est justement l'interprétation due à Besson. Errard cite d'autres auteurs, comme Cardan à propos de la vis d'Archimède (n°19), ou l'horloger nancéen Charles Desruet dont il reconnaît la paternité de deux inventions présentées (n°25 et n°29). Ces diverses citations nous confirment le caractère original des dispositifs présentés, du moins dans les limites que nous avons indiquées plus haut concernant les inventeurs de cette époque. Cela n'empêche pas l'auteur, comme nous l'avons vu également chez Besson, de se placer d'une manière générale dans la lignée d'Archimède, dont les travaux en mécanique suscitent l'intérêt depuis l'Antiquité[211]. Cet intérêt a été renouvelé par la redécouverte à la fin du XV^e^ siècle des *Questions mécaniques* du pseudo-Aristote, qui nourrissait la réflexion des savants des pays d'Islam et de l'Occident latin au Moyen-âge[212].

Omniprésence d'Archimède ; principe du levier

Dès la première vignette (Figure 3.23), Errard propose son interprétation d'un dispositif de levage d'objets pesants que Vitruve attribuait à Archimède. Bien qu'il ne nomme pas le Syracusain dans la légende de la vignette, Errard lui emprunte les principes de la science des machines simples qui reposent sur la théorie de la balance[213]. La légende associée n'indique aucune limite au poids de l'objet qu'il est possible de soulever : « le fondement estant mis tout pois estre levé par un autre pois donné[214] ». Elle fait écho à la célèbre phrase prêtée à Archimède à propos du levier : « Donne-moi un point d'appui et je soulèverai le ciel et la terre[215]. »

---

[211] Cf. Barbin, Evelyne, « La balance d'Archimède : d'Alexandrie à Venise via Bagdad », *in* Barbin, Evelyne, Maltret, Jean-Louis (dir.), *Les Mathématiques méditerranéennes d'une rive et de l'autre*, Paris, Ellipses, collection « IREM – Histoire des Mathématiques », 2015, p. 57-70.
[212] *Ibid.*, p. 63-66. Voir aussi Vérin Hélène, « La pensée politique d'un ingénieur : l'exemple de la Vita politica », in Secretan, Catherine, *Simon Stevin. De la vie Civile, 1590*, ENS Éditions, coll. « La Croisée des chemins », Lyon, 2005, p. 121-124.
[213] Cf. Barbin, Evelyne, « La balance d'Archimède… », *op. cit.*, p. 58-59.
[214] Errard, Jean, *Le premier livre…*, *op. cit.*, fol. A2v.
[215] *Dic ubi consistam, caelum terramque movebo*.

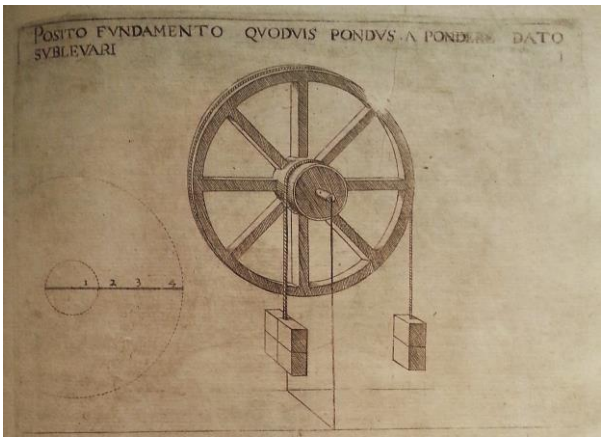


Figure 3.23

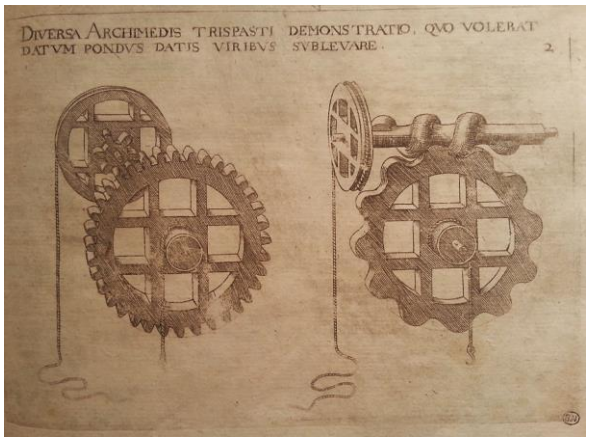


Figure 3.24

Le dispositif est présenté sans décor, dans une perspective cavalière parfaitement maîtrisée, et accompagné d'un schéma géométrique explicatif, dont les dimensions sont les mêmes que celles de l'objet technique. Le rapport du rayons de l'essieu au rayon de la roue est celui de 1 à 4, mais le rapport des masses celui de 2 à 4, ce qui permet que la masse la plus lourde soit soulevée. Dans les deux cas, les rapports restent entiers : double et quadruple. Le schéma géométrique était-il indispensable ? Il permet de présenter la roue sans aucune cotation numérique et de distinguer l'explication de la *démonstration* (dans le sens de *monstration* : ce qui est montré), ce qui se vérifiera dans toutes les planches de l'ouvrage, ainsi que dans celles de la *Fortification*.

La seconde gravure (Figure 3.24) propose deux interprétations du *trispaston* (que Vitruve attribue également à Archimède) qui permet de démultiplier les forces. Selon ce qu'en écrivent Plutarque puis Vitruve, l'objet devait être constitué de poulies et de cordes[216], il s'agit de ce qu'on nomme de nos jours un moufle. Errard donne sa propre version qui contredit Plutarque, basée sur des engrenages plutôt que de simples poulies. Il est difficile de donner une explication certaine de ce choix, nous noterons cependant deux intérêts du dispositif : d'une part, contrairement au moufle, le système d'engrenage permet une transmission du mouvement dans des plans différents, comme on le voit sur la figure, dans laquelle les deux petites roues sont perpendiculaires ; d'autre part, le rapport de démultiplication est immédiatement lisible (au moins dans l'arrangement de gauche), c'est le rapport du nombre de dents de la grande roue à celui de la petite, en l'occurrence 6 (trente-six

[216] Ver Eecke, Paul, *Les Œuvres complètes d'Archimède*, Paris, Blanchard, 1960, *Introduction*, p. XII-XIII.

dents contre six). À droite, ce rapport est indéterminé puisque le mécanisme de transmission est une vis sans fin.

Une autre forme de démultiplication est montrée dans les planches 4 et 5 (Annexe B2, Figures 3.25 et 3.26) qui, avec la planche 8 (Figure 3.28) sont les seules représentations de scènes ou d'engins de guerre dans tout l'ouvrage.

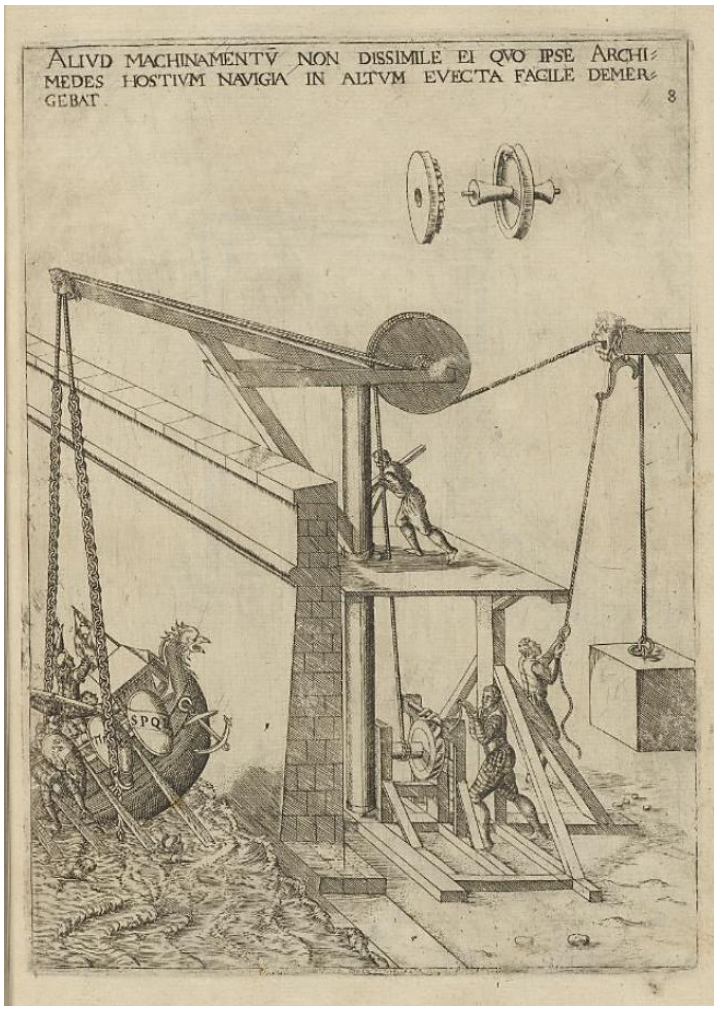


Figure 3.28

La planche 8 est remarquable en ce qu'elle constitue la seule tentative de reconstitution d'une des machines attribuées à Archimède pour la défense de Syracuse. Les choix esthétiques de l'auteur symbolisent parfaitement l'art de la défense des places : à l'intérieur de la forteresse assiégée (à droite sur le dessin) règne le calme, les opérateurs, non habillés pour le combat et sans armes, collaborent pour la réussite de leur entreprise, tandis qu'un vent de panique s'empare des soldats romains lourdement armés. La séparation entre ces deux univers antagonistes, l'un aussi courbe et agité que l'autre est droit et serein, est représentée par la muraille parfaitement régulière.

Signalons la justification que donne Errard pour s'en tenir à cet exemple : « Quant aux aultres machines belliques inventées par Archimedes, nous n'en metto(n)s rien en ce petit œuvre par ce quelles meritent bie(n) un gros & gra(n)d volume. » S'agissait-il d'un véritable projet ? C'est en tout cas un hommage respectueux au savant défenseur de Syracuse.

La technique incarnée, mise en scène et expliquée

Pour une majorité des gravures, Errard a choisi de distinguer la mise en situation des machines et le détail du mécanisme utilisé. Cela implique une mise en scène dans laquelle la machine est actionnée par un démonstrateur, chaque fois que l'énergie motrice n'est pas l'eau, le vent ou le feu. L'ouvrage contient par conséquent une galerie de personnages dont les visages et les costumes sont dessinés avec le souci du détail (voir quelques exemples en Annexe B2, Figure 3.29), dans la lignée du *Théâtre des Instruments* de Besson, mais tout à fait à l'opposé du *Diverse et artificiose machine* de Ramelli. Notons qu'Archimède est représenté de dos, ce qui permet probablement à l'auteur de ne pas dessiner son visage (planche 7, déjà citée). Nous le comprenons comme un signe de respect, en cohérence avec l'interprétation protestante du deuxième commandement biblique qui interdit la vénération des images. En outre, l'attention du lecteur peut ainsi se concentrer sur le dispositif simplement présenté, un chariot de transport sur rails, muni de crémaillères.

En ce qui concerne la mise en situation des machines, les choix esthétiques d'Errard se distinguent de ceux des auteurs que nous avons mentionnés plus haut. Besson et Androuet privilégiaient les décors d'intérieur et représentaient très peu la nature ; Ramelli et Bachot allaient proposer des dispositifs de plus en plus complexes occupant la quasi-totalité de planches surchargées. Dans les deux cas, il s'agit souvent d'engins de grande taille, assemblages sophistiqués de roues, de pistons, de palans etc., alors que chez Errard, les objets représentés sont pour l'essentiel de petits mécanismes tenant plus de l'horlogerie que des machines simples de l'Antiquité. Ses gravures sont donc à la fois bien plus dépouillées que celles de Ramelli et davantage insérées dans la réalité que celles de Besson. Cet aspect réaliste se trouve en particulier dans l'insertion des scènes dans de véritables paysages aux détails très soignés, décors autonomes sans rapport avec les machines présentées : châteaux de montagne très semblables à ceux de Specklin[217], églises, fontaines, arbres morts et canards, chasseurs,

[217] Tels qu'on les retrouve en particulier dans le manuscrit en couleurs de 1583 de l'*Architectura von Festungen* (Cabinet des Estampes et des dessins, Strasbourg).

piquiers passant, etc. (Annexe B2, Figure 3.30). L'accompagnement textuel est également un intermédiaire entre les longs discours de Ramelli et le silence de Besson : les planches d'Errard ont des légendes latines dont la traduction en tête d'ouvrage est accompagnée de quelques commentaires donnant la généalogie de l'invention ou des précisions sur sa manipulation ou sa « commodité ».

C'est dans les trois planches d'architecture (32, 33 & 34) que l'impression de mise en scène est la plus forte, car elles ont pour objet des voûtes qui sont effectivement présentées sont comme les plafonds de scènes de théâtre[218] (Figure 3.31, voir aussi en Annexe B2 la Figure 3.32), dont les décors de fond sont des paysages sur lesquels se détachent des personnages à la pose statuesque[219].

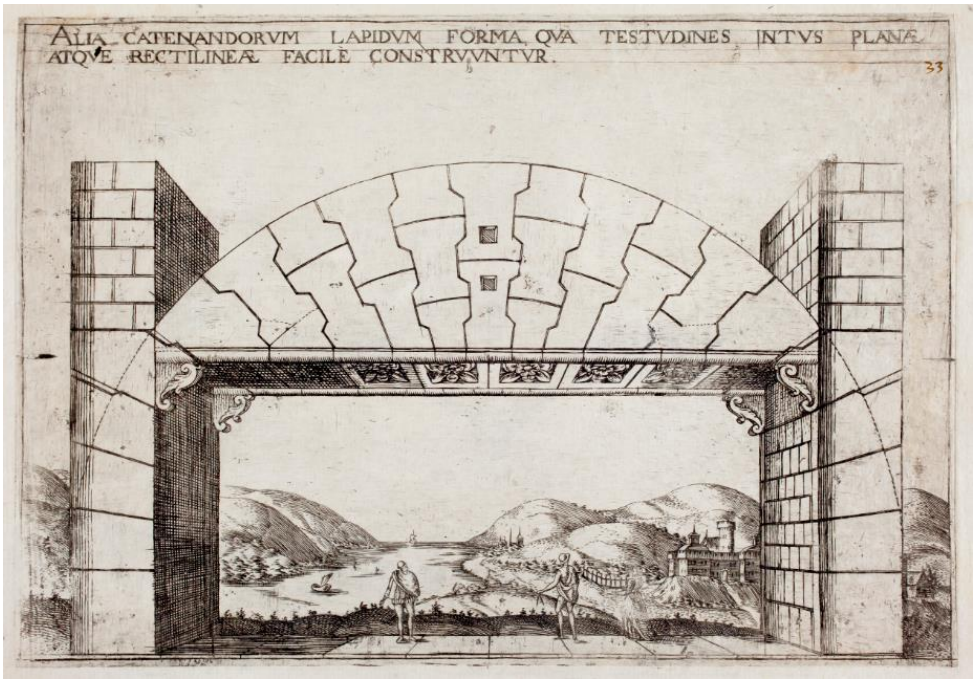


Figure 3.31

Nous distinguons trois niveaux de calques dans cette image : l'objet même de la planche, la voûte, est dessinée de manière très sobre, géométrique ; les personnages et décors, totalement inutiles à la compréhension de l'équilibre de l'ensemble, sont détaillés avec délicatesse ; le troisième niveau est signalé dans la légende, il s'agit d'un objet purement géométrique. Un arc de cercle est superposé au contour supérieur de la voûte et prolongé en pointillés sur les

[218] Nous ne souscrivons pas à l'interprétation de Walter Endrei, qui y voit des ponts (Endrei, Walter, « Jean Errard (1554-1610) and His Book of Machines…», *art. cit.*, p. 187.

[219] Remarquons que le personnage central de la Figure 3.31 tient un compas dans sa main. Le personnage féminin de droite semble juste ébauché sur cet exemplaire de la médiathèque de Metz.

murs de soutènement. Il souligne la forme géométrique régulière sur laquelle est construite cette voûte et explique l'absence de contreforts, comme cela est indiqué dans la légende : « l'on pourra facileme(n)t construire de fort grandes voultes moindres neantmoins d'un demy cercle qui ne pousseront poinct les murailles de part ny d'aultre ». Sur les trois planches consacrées à ce sujet, nous avons pu vérifier que les formes supérieures des voûtes sont parfaitement circulaires et que l'auteur a tracé à chaque fois le prolongement des arcs de cercle sur les murs porteurs. La planche 33 a été composée entièrement sur un demi-cercle, les blocs de pierre de la voûte (figure 3.31*bis* ci-dessous) étant construits sur des rayons du demi-cercle, aussi bien que les pierres taillées des murs de soutènement. Le centre de ce demi-cercle n'étant pas identique au point de fuite de la vue en perspective, il ne s'agit pas d'un simple artifice de tracé mais du principe même de la construction de la voûte.

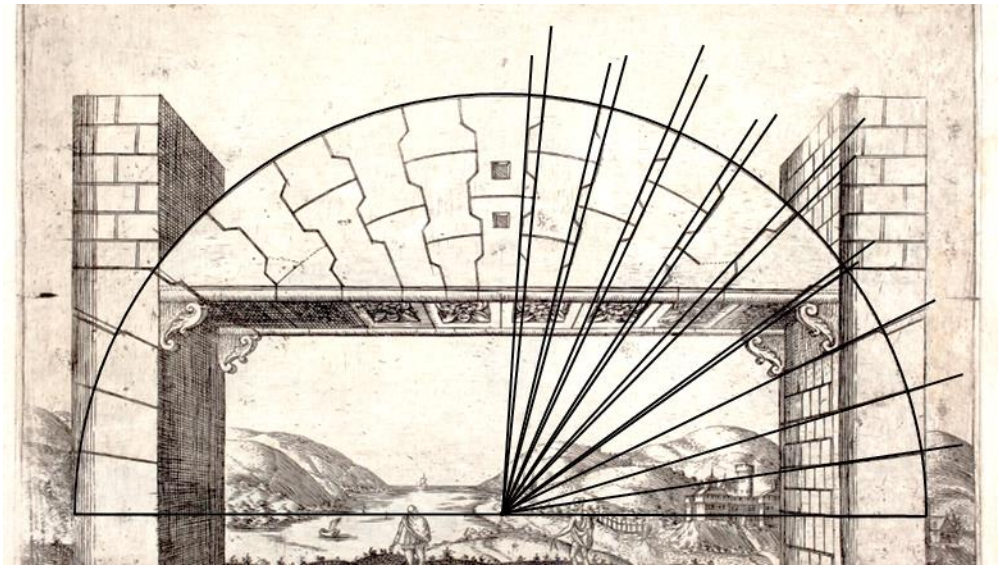


Figure 3.31*bis*

Nous donnerons un dernier exemple de cette utilisation des figures géométriques pour l'explication des principes qui fondent les inventions. Il s'agit cette fois-ci d'un schéma extérieur à l'objet montré (Figure 3.33), mais qui en reprend néanmoins la partie essentielle, une glissière centrale munie d'un contrepoids mobile qui entraîne la roue et permet à un marteau de frapper violemment une enclume. Le commentaire de cette vingt-septième planche précise que l'objectif n'en est pas tant l'exposition du dispositif lui-même que la mise en évidence de « l'erreur de ceulx qui pensent par telz contrepoids avoir trouvé ou trouver le mouvement continuel, car par icelle on peut veoir que deux pois en une mesme roüe faicte de ceste sorte, viendront en fin à egalle distance du centre d'icelle ». Errard met en avant l'équilibre des deux masses en se référant au livre d'Archimède *De l'équilibre des plans*, qu'il nomme *de aeque ponderantibus*. Signalons que cette appellation correspond à celle donnée

par Jacob de Crémone à sa traduction (vers 1450) des œuvres d'Archimède. Le texte avait été diffusé en Allemagne par Regiomontanus et fut utilisé pour l'édition bâloise de 1544[220], qui est donc une source probable d'Errard pour les travaux d'Archimède.

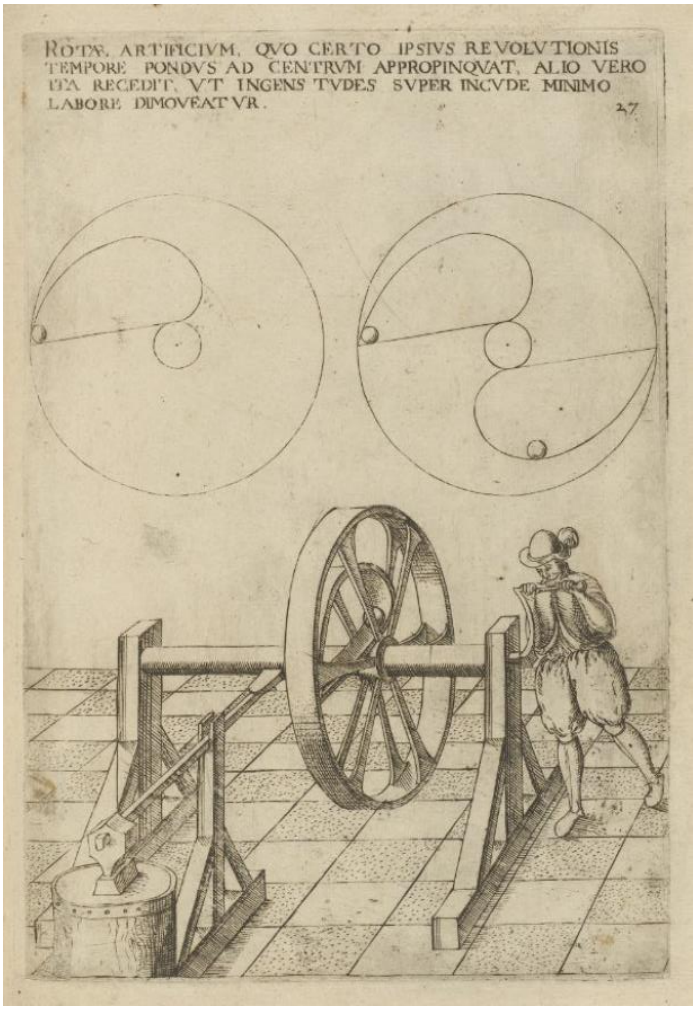


Figure 3.33

La mesure des distances parcourues

Les dernières planches du *Premier livre* ont pour objets des odomètres, c'est-à-dire des machineries semblables à des mécanismes d'horlogerie, destinées à mesurer les distances parcourues (Annexe B2, Figures 3.34 à 3.37). Les moyens de transport de l'époque sont passés en revue : cheval, voiture, bateau. Ces inventions ne sont pas nouvelles, car les odomètres équestres et piétons étaient déjà utilisés en Allemagne à cette époque, mais Errard

[220] Cf. Folkert, Menso, « Regiomontanus' role in the transmission and transformation of Greek mathematics» *in* Ragep, F. Jamil & Sally P. (dir.), *Tradition, transmission, transformation: proceedings on two conferences on pre-modern sciences held at the University of Oklahoma*. Leiden, Brill, 1996, p. 97-98.

les porte à la connaissance du public lorrain pour la première fois[221]. En ce qui concerne l'odomètre piéton de la planche 38, il précise que l'instrument pourra aussi être utilisé pour « mesurer le circuy de quelque place », ce que montre d'ailleurs le dessin, dans lequel l'homme appareillé se trouve sur une piste circulaire. Cela souligne l'importance pour l'auteur de l'évaluation des longueurs, et pas seulement celle des distances parcourues. En outre, la situation choisie n'est pas anodine : l'évaluation de la circonférence d'un disque de grande taille nous renvoie à de possibles essais de mesure du rapport circonférence / diamètre, recherches liées au problème de la quadrature du cercle, qui va marquer la reconnaissance de Jean Errard comme mathématicien.

3. LE TOURNANT MATHÉMATIQUE DE 1594 : LA CONTROVERSE DE LA *CYCLOMETRIE*

Dans les années 1590, comme nous l'avons déjà indiqué, Errard travaille aux fortifications de plusieurs villes du nord de la France, en particulier Amiens, Doullens et Laon. Parallèlement à ces travaux de terrain, mais sans toutefois que nous puissions en préciser la période et la durée d'élaboration, il prépare la *Geometrie et practique generalle d'icelle* qui sera imprimée en 1594, avant le libelle adressé à Scaliger. C'est l'année charnière du couronnement d'Henri IV, qui rend possible un renouveau dans le royaume, comme l'indique Errard dès le début de la dédicace de sa *Geometrie* au roi[222] :

> *Sire, puis que vostre Maiesté nous faict esperer, par l'academie qu'elle a ordonné estre dressee en ceste ville de Paris, de veoir resusciter & revivre les sciences, de long-temps mortes en ce Royaume, & que les Gentils-hommes françois ont esté contraincts cercher & aller mandier és pays estranges : J'ay pensé que ce seroit mal à propos luy dedier maintenant cest œuvre (…)*

Quelle est donc cette académie ? Il s'agit en fait de doter de locaux le Collège royal, fondé par François 1[er] en 1530, dont les cours se tenaient dans les bâtiments des collèges de

[221] France-Lanord, Albert, « Introduction », *in* Errard, Jean, *Premier livre…*, *op. cit.*, p. XIV.
[222] Errard, Jean, Errard, Jean, *La Geometrie et practique generalle d'icelle…*, *op. cit.*, dédicace « Au Roy », fol. signé *aij*.

Cambrai et de Treguier, à l'actuel emplacement du Collège de France[223]. Si l'on en croit la dédicace citée, ce projet avait donc été envisagé dès 1594. Le nouveau bâtiment devait recevoir à la fois les salles de classe, les logements des professeurs et la bibliothèque royale[224]. Selon son historiographe Jean de Serres († 1598), le roi allait ainsi, plus qu'aucun de ses prédécesseurs, favoriser les sciences et faire renaître la « fameuse Athènes de France », la « Reine des Académies de la Chrétienté[225] ». Les travaux ne furent réellement entrepris qu'en 1610, après l'assassinat d'Henri IV. Cet événement n'engendra donc pas l'abandon du projet, contrairement à d'autres grands chantiers d'urbanisme comme celui de la place de France, qui avait été confié aux architectes militaires Claude Chastillon et Jacques Alleaume[226]. Nous apprenons par le *Mercure françois*[227] que Sully avait inspecté le site retenu pour le Collège royal le 23 décembre 1609, en compagnie de Jacques-Auguste de Thou.

C'est à ce dernier que la gestion de la bibliothèque royale avait été confiée en 1593[228]. Par la nomination de ce grand bibliophile et le choix du lieu qui accueillerait les collections, le roi marquait sa volonté de constituer l'une des toutes premières bibliothèques d'Europe, mais surtout de la rapprocher des savants et des enseignants qui disposeraient ainsi à demeure d'un outil de travail incomparable[229]. De Thou nous intéresse d'autant plus qu'outre son précieux récit du règne d'Henri IV déjà cité, ce fin lettré témoigne lui-même[230] de ses liens d'amitié avec les protagonistes principaux d'une affaire qui va marquer la reconnaissance de Jean Errard comme mathématicien : la controverse autour de la publication par Joseph Juste Scaliger de sa solution (fausse) au célèbre problème de la quadrature du cercle.

---

[223] Gady, Alexandre, « Du Collège Royal au Collège de France », *in* Hottin, Christian (dir.), *Universités et grandes écoles à Paris : les palais de la science*. Paris, Action artistique de la ville de Paris, 1999.
[224] Ballon, Hilary, *The Paris of Henri IV. Architecture and Urbanism*. London, The MIT press, 1991, chapitre 5, "Unfinished projects: the Place de France and Collège de France", p 208.
[225] Cité par Ballon, Hilary, *The Paris of Henri IV…*, op. cit., p. 207.
[226] *Ibid.*, p. 206.
[227] Richer, Jean & Estienne (dir.), *Le Mercure françois ou la Suitte de l'histoire de la paix. Commençant l'an M.DC.V.* (1605) *pour suitte du septenaire du D. Cayer, finissant au sacre du Tres-Chrestien Roy de France & de Navarre Loys XIII.* Paris, Richer, 1612, p. 400 *sq*.
[228] Balayé, Simone, *La Bibliothèque nationale des origines à 1800*. Genève, Droz, 1988, p. 49.
[229] *Ibid*., p. 53 & 55.
[230] Thou, Jacques-Auguste de, *Memoires de la vie de Jacques-Auguste de Thou, Conseiller d'État, et Président à Mortier au Parlement de Paris...* Rotterdam, 1711, p. 4-5 (Monantheuil) ; p. 9 (Scaliger). Thou, Jacques-Auguste de, *Histoire universelle…, op. cit., tome quatorzieme. 1601 — 1607*. Londres (i.e. Paris), s.n., 1734, p. 162-164 (Viète).

3.1. LA QUADRATURE DU CERCLE DANS LA SECONDE MOITIÉ DU XVI^e SIÈCLE

Les *quadrateurs* de la Renaissance ont été vus[231] comme d'aimables farfelus peu compétents dans les sciences, mais nous rejoignons David Bierens de Haan[232] dans son appréciation de la place à leur accorder dans l'histoire des mathématiques. Il estimait leurs recherches, non comme une tentative puérile de résoudre un problème insurmontable, mais comme un centre auquel aboutissaient divers écrits de grands esprits contemporains les réfutant, faisant de ces recherches un point lumineux dans l'histoire des sciences. Les mathématiciens impliqués dans la controverse autour de Scaliger confirment ce point de vue, puisque nous relevons, entre autres, les noms de François Viète, Ludolph van Ceulen, Christophorus Clavius, Adriaan van Roomen, qui sont parmi les scientifiques les plus compétents de leur époque.

Rappelons ce qu'est la quadrature géométrique du cercle[233] : il s'agit de trouver une construction à la règle et au compas du côté d'un carré dont l'aire soit égale à celle d'un disque donné. Si ce problème est absent des *Éléments* d'Euclide, il est lié au traité d'Archimède *De la mesure du cercle*, qui contient l'encadrement du rapport de la circonférence du cercle à son diamètre que nous écririons aujourd'hui : $3+\frac{10}{71}<\pi<3+\frac{1}{7}$[234] (nous y reviendrons plus loin en étudiant la *Geometrie* d'Errard, cf. chap. 4, §2.2.4). Pour plus de simplicité, nous désignerons le rapport circonférence/diamètre par la lettre π, bien que l'utilisation de cette lettre grecque pour désigner le rapport circonférence/diamètre date du XVIII^e siècle.

Deux approches du problème s'opposent. D'un côté, la *quadrature absolue*, selon l'expression de Montucla[235], s'attache à une construction exacte, soit celle du carré répondant au problème (quadrature du cercle), soit celle d'un segment ayant pour longueur la

---

[231] Cf Jacob, Marie, *La quadrature du cercle. Un problème à la mesure des Lumières,* Paris, Fayard, 2006, en particulier p. 136-137 et p. 154.

[232] Bierens de Haan, David, « Notice sur quelques quadrateurs du cercle dans les Pays-Bas », *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze Matematiche e Fisiche*, tome VI (mars 1874), p. 99.

[233] Cf. Montucla, Jean-Étienne, *Histoire des recherches sur la quadrature du cercle, avec une addition concernant les problèmes de la duplication du cube et de la trisection de l'angle par Montucla. Nouvelle édition revue et corrigée*. Paris, Bachelier, 1831. Nous nous référerons avec prudence à Montucla, du fait de quelques-unes de ses erreurs, que nous signalerons en leur temps.

[234] D'où le rapport de $\frac{22}{7}$ généralement utilisé jusqu'à la fin du XVIII^e siècle.

[235] Montucla, Jean-Étienne, *Histoire des recherches…*, *op. cit.*, p. 23.

circonférence donnée (rectification du cercle), les deux étant équivalentes pour Archimède[236]. De l'autre côté, la *quadrature approchée*, faisant suite au travail d'Archimède, est la recherche d'une valeur approchée du rapport qu'il avait le premier encadré. En cette matière, les polémiques se sont souvent résumées à une sévère remise en place des « absolutistes » par les « approximateurs », qui se prévalaient de l'autorité d'Archimède et de l'encadrement universellement reconnu qu'il avait donné : il suffisait pour les seconds de vérifier que la valeur obtenue par les premiers (ou son équivalent) était hors de l'intervalle de référence[237]. Ce fut le cas lors que Buteon réfuta la quadrature d'Oronce Fine en 1559, pour « défendre Archimède contre toute agression[238] », en redonnant *in extenso* le texte de la *Mesure du cercle*, longuement commenté.

3.2. Naissance de la polémique autour de Scaliger

Dans les années 1580, il semble que l'intérêt pour le problème se soit déplacé aux Pays-Bas, dans une perspective archimédienne d'approximation de π plutôt que dans celle de la construction à la règle et au compas. En 1584 paraît à Delft la *Quadrature*[239] de Simon van der Eycke (ou Duchesne), calviniste dolois exilé en Hollande pour fuir les persécutions religieuses. Nous savons peu de choses de sa vie, si ce n'est qu'il s'est occupé du problème des longitudes et a reçu des subsides des États de Hollande pour l'invention d'une nouvelle sorte de moulins[240]. Il n'était donc pas un pur théoricien, son ouvrage présente même un certain intérêt. Van der Eycke, s'opposant à l'algébriste allemand Michael Stiffel, reprend la démonstration d'Archimède établissant l'existence d'un rapport constant de la circonférence du cercle à son diamètre, jusqu'au calcul de la valeur approchée de ce rapport suivant les

---

[236] *Ibid*., p. 26.
[237] Goulding, Robert, « Polemic in the margin: Henry Savile against Joseph Scaliger's quadrature in the circle», *in* Jacquart, Danielle & Burnett, Charles (dir.), *Scientia in margine. Études sur les* marginalia *dans les manuscrits scientifiques du Moyen Âge à la Renaissance*. Genève, Droz, 2005, p. 250. Lindemann prouvera au XIX^e^ siècle que cette construction est impossible. Un siècle plus tôt, les membres de l'Académie des sciences de Paris avaient déjà l'intuition de cette impossibilité et décidèrent de ne plus examiner les solutions qu'on leur proposait.
[238] Borrel, Jean (Buteon), *Ioan. Buteonis de Quadratura Circuli Libri duo, ubi multorum quadraturae confutantur, & ab omnium impugnatione defenditur Archimedes. Ejusdem, Annotationum opuscula in errores Campani, Zamberti, Orontij, Peletarij, Io. Penae, interpretum Euclidis*. Lyon, Guillaume Rouillé, 1559.
[239] Van der Eycke (Du Chesne), Simon, *Quadrature du cercle, ou manière de trouver un quarré egual au cercle donné ; et au contraire un cercle egual au quarré proposé avec la raison de la circumference au Diametre. Inventée par Simon Duchesne de Dole. A M^neur^ le Prince d'Orange*. Delft, Albert Henry, 1584.
[240] Molhuysen, Philipp Christiaan & Blok, Petrus Johannes (dir.), *Nieuw Nederlandsch biografisch woordenboek*. Volume1. Leiden, Sijthoff, 1911, col. 842.

mêmes principes (évaluation de la longueur du polygone de quatre-vingt seize côtés inscrit dans le cercle). Il obtient ensuite par d'autres procédés la valeur $\frac{1521}{484}$, qui est comprise entre les bornes archimédiennes. Mais il sollicitera l'expertise de son ami de Delft Ludolph van Ceulen, qui pour le réfuter devra pousser les calculs plus loin en considérant un polygone de cent quatre-vingt douze côtés[241]. Van Ceulen poursuivra les calculs et donnera en 1596 dans son traité *Vanden Circkel*[242] les vingt premières décimales du nombre π. Signalons que van Ceulen sera en 1600 un des premiers professeurs de mathématiques de la *Duytsche Mathematique*, l'école d'ingénieur de l'université de Leyde sur laquelle nous reviendrons dans notre troisième partie (cf. chap. 6, §2).

Une autre réfutation de Van der Eycke, restée manuscrite, est due à Adriaan Anthonisz[243], ingénieur des fortifications des États de Hollande. Il avait eu communication de l'ouvrage par son dédicataire Guillaume d'Orange et sa réponse a semble-t-il assez bien circulé dans le milieu scientifique des Provinces-Unies, puisqu'il lui est attribué la découverte de la fraction $\frac{355}{113}$, approximation de π correcte jusqu'à la sixième décimale[244]. La dernière réfutation hollandaise de la *Quadrature* de Van der Eycke se trouve dans l'*Apologia pro Archimedes* d'Adriaan van Roomen[245] qui s'attaque également à Oronce Fine et à Scaliger et que par conséquent nous étudierons plus loin. Les quatre auteurs que nous avons évoqués n'étaient pas des « illuminés[246] », mais avant tout d'excellents calculateurs. Le problème de la quadrature du cercle semblait donc avoir quitté le domaine de l'invention géométrique « anti-archimédienne » pour donner lieu à des recherches d'approximation de plus en plus précises de la valeur de π. C'est alors que Scaliger fit part de ses découvertes.

---

[241] Bierens de Haan, David, « Notice sur quelques quadrateurs… », *art. cit.*, p. 107.
[242] Van Ceulen, Ludolph, *Vanden Circkel, der in gheleert werdt te vinden de naeste Proportie des Circkels-diameter tegen synen Omloop… door Ludolph van Ceulen, gheboren in Hildesheim, beschreven ende inden druck ghebracht.* Delft, Jan Andrieszon, 1596.
[243] Molhuysen, Philipp Christiaan & Blok, Petrus Johannes (dir.), *Nieuw Nederlandsch biografisch woordenboek*. Volume1. Leiden, Sijthoff, 1911, col. 156-159. Montucla l'appelle incorrectement « Pierre Métius », car il est le père d'Adriaan Andriaansz, mathématicien connu sous le nom d'Adriaan Métius, sa famille étant originaire de Metz (Bierens de Haan, David, « Notice sur quelques quadrateurs… », *art. cit.*, p. 107.)
[244] Bierens de Haan, David, « Notice sur quelques quadrateurs… », *art. cit.*, p. 121-127.
[245] Van Roomen, Adriaan, *In Archimedes circuli dimensionem Expositio & Analysis. Apologia pro Archimede ad Clariss. virum Josephum Scaligerum. Exercitationes Cyclicae contra Josephum Scaligerum, Orontium Finaeum & Raymarum Ursum, in decem dialogos distinctae*. Würzburg, s.n. (Fleischmann), 1597.
[246] Cf. par exemple un historique, plutôt axé sur le XIX^e^ siècle, dans Dudley, Underwood, *Mathematical cranks*, The Mathematical Association of America, série « Spectrum », 1992, p. 279-309.

Joseph Juste Scaliger (1540-1609), surnommé « le Prince des érudits », jouissait d'une réputation considérable en tant que philologue et inventeur de la chronologie moderne. Son incontestable supériorité littéraire était accompagnée d'une vanité et d'une morgue[247] qui lui causèrent de profondes inimitiés, comme nous allons le constater dans la controverse qui nous intéresse. Il avait une première fois essuyé les critiques du milieu scientifique pour son édition des *Astronomica* du poète latin Manilius en 1579, mais son travail rigoureux sur cette œuvre avant tout littéraire lui permit de remporter la victoire sur ses contradicteurs. En 1583, il publie un ouvrage retentissant sur la chronologie, s'opposant ainsi pour la première fois à Clavius qui venait de mener à terme la réforme du calendrier grégorien. Sollicité par les États de Hollande pour remplacer Juste Lipse à l'université de Leyde en 1591, il finit par accepter cette proposition en 1593 après plusieurs interventions d'Henri IV qui souhaitait probablement éloigner cet orgueilleux fauteur de troubles de sa cour[248]. Les relations entre le savant et le roi étaient exécrables, ce dernier ayant marqué publiquement son mépris pour le premier et probablement encouragé son proche conseiller François Viète dans la polémique qui naissait avec Scaliger autour de sa prétendue résolution de la quadrature du cercle.

Nous n'avons pas pu déterminer précisément quand et comment est née la controverse, les historiens restant assez évasifs sur ce sujet[249]. Montucla avance la date de 1592 pour la publication par Scaliger d'une *Nova cyclometria*, dont nous n'avons trouvé aucune trace. Comme il ne mentionne pas la *Cyclometrie* de 1594, nous supposons une simple confusion, d'autant que la bibliographie de Bernays[250] ne fait état d'aucune publication entre 1586 et 1594. En fait, les principaux enjeux de la dispute, ainsi que le détail de ses modalités (surtout après la publication de la *Cyclometrie* en 1594), se trouvent dans la correspondance de Scaliger. Nous en avons donc examiné les principales sources, imprimées[251] ou

---

[247] Nisard, Charles, *Le triumvirat littéraire au XVIe siècle. Juste Lipse, Joseph Scaliger, Isaac Casaubon*. Paris, Amyot, 1852, p. 154 *sq*.
[248] *Ibid*., p. 221-228.
[249] Charles Nisard (*Le triumvirat littéraire*…, *op. cit.*, p. 203) évoque des opuscules mathématiques publiés après le *Manilius* ; Jacques Borowczyk (« Viète et les quadrateurs », op. cit., p. 140) des épigrammes latines publiées dans les années 1580.
[250] Bernays, Jacob, *Joseph Justus Scaliger*. Berlin, Wilhelm Hertz, 1855, p. 269-307 : *Verzeichnis der Schriften Scaligers*.
[251] Reves, Jacques de, *Epistres françoises des Personnages Illustres & Doctes, à Mons^r^. Joseph Juste de la Scala. Mises en lumiere par Jacques de Reves*. Harderwyck, chez la Vesve de Thomas Henry, pour Henry Laurens libraire à Amsterdam, 1624 ; Tamizey de Laroque, *Lettres françaises inédites de Joseph Scaliger, publiées et annotées par Philippe Tamizey de Larroque, correspondant de l'Institut*. Agen, Michel et Médan ; Paris, Picard, 1879/1881.

manuscrites[252], afin de pouvoir déterminer quels sont ces enjeux et le retentissement de cette affaire, et surtout le rôle qu'y a joué Jean Errard. Notre recours aux manuscrits s'est trouvé indispensable après la constatation des nombreuses lacunes de l'édition de Tamizey de Laroque, qui censure presque systématiquement les contenus mathématiques. Au moment de cette recherche, nous n'avions pas connaissance du gigantesque travail d'édition de la correspondance de Scaliger entrepris par Anthony Grafton au Warburg Institute de Londres, et publié en 8 volumes en 2012[253]. Nous estimons pourtant que notre propre travail n'a pas été inutile dans la mesure où l'équipe londonienne ne comprenait pas d'historien des sciences et que les commentaires attachent peu d'importance à l'enjeu mathématique de la controverse[254]. La publication de l'intégralité des 1669 lettres de la correspondance de Scaliger ne rentre pas dans une analyse approfondie du contenu et des arguments qu'elle contient ; en outre, elle donne un caractère anecdotique à notre controverse au regard de l'œuvre colossale du philologue. Par ailleurs, les éditeurs reconnaissent ne pas avoir pu identifier la personne désignée sous le nom d'*Herart* par Scaliger[255], ce qui nous a encouragé à reprendre la sélection et la transcription des sources avec notre propre regard, en relation avec notre connaissance d'Errard et de ses travaux. Nous avons pu profiter de la grande érudition de l'équipe londonienne pour corriger les extraits de cette correspondance que nous avons utilisés, extraits que nous donnons dans l'Annexe A2.1.

Il est certain que bien avant son installation à Leyde[256], Scaliger avait déjà évoqué, en public ou en privé, sa résolution de la quadrature du cercle[257]. Il s'en ouvre dès l'automne 1592 à son ami Jacques-Auguste de Thou[258], dans une lettre où transparaît le mépris qu'il éprouve envers François Viète, « ce glorieux ignorant », qui avait eu l'outrecuidance de prétendre composer des vers contre ses recherches mathématiques. Des propos haineux

---

[252] Scaliger, Joseph Juste, *Recueil de lettres et d'opuscules latins de Joseph SCALIGER*. Bibliothèque nationale de France, Ms Dupuy 395, II ; Scaliger, Joseph Juste, *Recueil de lettres françaises, la plupart autographes, de Joseph della Scala (1575-1607)*. Bibliothèque nationale de France, Ms Dupuy 496.
[253] Botley, Paul & van Miert, Dirk, *The Correspondence of Joseph Justus Scaliger. Supervisory editors Anthony Grafton, Henk Jan de Jonge and Jill Kraye. Volume II. January 1587 to December 1596*. Genève, Librairie Droz, « Travaux d'Humanisme et Renaissance » n°507, 2012.
[254] Ce qui donne lieu à quelques divergences de transcription des manuscrits, que nous signalons dans l'Annexe A2.1 (par exemple, le mot *Decagone*, transcrit *daiagone*)
[255] Botley, Paul & van Miert, Dirk, *The Correspondence…*, *op. cit.*, p. 464, note 1.
[256] En août 1593, cf. sa lettre du 6 septembre 1593 à Claude Dupuy.
[257] Cf. la lettre de François Vertunien du 25 septembre 1594.
[258] Lettre de Scaliger à Monsieur d'Emery (de Thou) du 17 novembre 1592.

promettent à Viète une pendaison[259] symbolique après sa lecture des *Tetragonismon* et *Mesolabion*, qui correspondent à ce qui sera publié à Leyde. La polémique enfle entre les deux hommes. En 1593, Scaliger défie Viète, qui le ridiculise publiquement lors d'un dîner qu'il donne en mai à Tours[260]. Le philologue part pour Leyde, où il prépare l'impression de son ouvrage, qu'il promet à ses amis dès son arrivée[261]. Elle n'aura pourtant lieu qu'en juin 1594[262], pour une raison que nous ignorons : problèmes de santé, comme il l'affirme[263], ou doutes liés à la polémique ? D'une part, Viète a en effet anticipé la publication de l'ouvrage dans ses *Réponses variées*[264] (préface de Pierre Daniel datée du 1er mai 1593), dont plusieurs chapitres abordent le problème de la mesure du cercle, sans désigner Scaliger nommément[265], mais dans lesquels il cite abondamment (et en grec) les géomètres antiques, en particulier Archimède. D'autre part, c'est aussi en 1593 que paraît la *Méthode des polygones* d'Adriaan van Roomen[266], qui se préoccupe également de la recherche d'une meilleure approximation de π, en utilisant la méthode d'inscription et circonscription de polygones dans le cercle proposée par Archimède. Cet ouvrage peut représenter un *casus belli* pour un Scaliger qui ambitionne de figurer parmi les mathématiciens importants de son siècle. Or, il n'est pas dans la liste que van Roomen a dressée en tête de son ouvrage, citant les meilleurs mathématiciens du monde, auxquels il adresse son célèbre problème, une équation de degré 45 que résoudra Viète. Il s'y trouve Jan Cornets de Groot (Grotius), curateur de l'université de Leyde et traducteur d'Archimède, Simon Stevin et Ludolph van Ceulen qui seront des collègues de Scaliger à Leyde, Michel Coignet, mathématicien des Archiducs Albert et Isabelle à Anvers, l'astronome Tycho Brahé, le jésuite Clavius, qui est déjà l'ennemi de Scaliger pour sa réforme

---

[259] Barnabé Brisson, cousin de Viète avait été pendu en novembre 1591, suite à des intrigues politico-religieuses. Scaliger témoigne avoir rencontré Viète chez Brisson, donc avant cette date.

[260] Correspondance avec Baudius, des 7 et 8 mai 1593, citée par Borowczyk, Jacques, « Viète et les quadrateurs », *op. cit.*, p. 141 ; récit et commentaires de Pierre Daniel, cités par Guichard, Jean-Paul, « Viète, un portrait en quatre facettes », *in* Barbin, Evelyne, & Boyé, Anne (dir.), *François Viète, un mathématicien sous la Renaissance*, Vuibert, 2005, p. 24-26.

[261] Lettres à Dupuy et à Pithou du 6 septembre 1593.

[262] La dédicace de la *Cyclometrie* aux États de Hollande, Frise et Zélande est datée du 1er juin 1594.

[263] *Idem*, 5 mai 1594.

[264] Viète, François, *Francisci Vietæ Variorum de Rebus Mathematicis Responsorum, Liber VIII. Cuius præcipua capita sunt, De duplicatione Cubi & Quadratione Circuli. Quæ claudit πρόχειρον, seu Ad usum Mathematici canonis Methodica*. Tours, Jamet Mettayer, 1593.,

[265] Cf Borowczyk, Jacques, « Viète et les quadrateurs », *op. cit.*, p. 142-143.

[266] Van Roomen, Adriaan, *Ideæ Mathematicæ pars prima, sive Methodus Polygonorum, qua Laterum, perimetrorum & arearum cujuscumque polygoni investigandorum ratio exactissima & certissima, unà cum circuli quadratura continentur. Authore Adriano Romano Lovaniensi, Medico & Mathematico*. Anvers, Johannes Keerbergius, 1593.

du calendrier et d'autres personnes d'envergure. Tout un aréopage de grands esprits, excellents connaisseurs des auteurs classiques, dont ils prolongent les travaux en créant une nouvelle science[267]. Seul face à eux, Scaliger se rêve en restaurateur des vraies mathématiques antiques dans toute leur pureté[268], il lui faudra un coup de semonce pour perdre de sa superbe, mais cette attaque ne viendra pas des grands esprits mentionnés par van Roomen.

3.3. LES ENJEUX DE LA CONTROVERSE

Scaliger a adressé son *Cyclometricon* à de nombreux correspondants dont il sollicite l'avis. Ses recherches sont maintenant connues des scientifiques de valeur, qui s'inquiètent. La renommée du philologue donne un grand poids à son travail, ce qui représente un certain danger pour l'avancée de la nouvelle science, non pas auprès des authentiques savants, mais pour des gens insuffisamment au fait des mathématiques, comme le sont la plupart des jeunes nobles de la fin du XVI^e^ siècle. Van Roomen résumera parfaitement cette crainte dans la préface de son *Apologia*[269] : « le livre d'Archimède, ou plutôt son libelle, est si petit qu'il ne contient que trois propositions, tandis que ceux d'Oronce et de Scaliger sont de gros volumes magnifiquement imprimés ; ceux qui ne comprennent pas la force des démonstrations pourraient préférer Oronce et Scaliger à Archimède ». L'astronome Johannes Præetorius n'utilise pas d'autre argument lorsqu'il supplie Henry Savile, professeur de mathématiques à Oxford, d'intervenir : « cela devrait être compté parmi les pires calamités de notre temps, qui sont nombreuses, que les démonstrations mathématiques claires soient non seulement mises en doute, mais qu'elles soient rejetées comme nulles et que soient jugées vraies leurs opposées, et ceci sous le vernis d'une remarquable connaissance de mathématiques tirées des mêmes principes[270]. »

---

[267] Voir Barbin, Evelyne, *La révolution mathématique au XVII^e^ siècle*. Paris, Ellipses, 2006 ; Elkhadem, Hossam & Bracke, Wouter (dir.), *Simon Stevin, 1548-1620. L'émergence de la nouvelle science*. Turnhout, Brepols, 2004.

[268] Lettre à Monantheuil du 20 juillet 1594. Scaliger affirme que ceux qui le liront, s'ils ne sont pas rompus à la lecture des auteurs anciens, pourront croire qu'il a inventé « une nouvelle Geometrie », alors qu'il ne transcrit que la « pure methode des Grecs ».

[269] Van Roomen, Adriaan, *In Archimedes circuli dimensionem Expositio & Analysis*…, *op. cit.*, préface non paginée, cité par Goulding, Robert, « Polemic in the margin… », *op. cit.*, p. 244.

[270] Lettre du 15 mars 1595, ms Savile 108, Bodleian Library, Oxford, citée par Goulding, Robert, « Polemic in the margin… », *op. cit.*, p. 245.

Comme le raconte van Roomen dans la suite de l'*Apologia*[271], Ludolph van Ceulen est le premier à intervenir, quelques jours après la publication de la *Cyclometrie*. Mais il le fait à titre privé, rendant visite plusieurs fois à Scaliger en voisin pour lui montrer ses erreurs, ce dont ce dernier se moque bien car il n'accepte pas les remontrances d'un « boxeur[272] ». Scaliger semble pourtant atteint par ce premier coup de fleuret, même moucheté : il s'excuse de ses fautes après de ses correspondants et demande discrètement son aide à Henri de Monantheuil, professeur de mathématiques au Collège royal à Paris[273]. Il a probablement été conseillé par de Thou, qui avait suivi l'enseignement d'arithmétique et de géométrie de ce dernier au Collège de Bourgogne et en avait gardé une grande estime pour lui[274]. Mais Monantheuil ne répond pas, ou du moins ne reste-t-il trace que d'une courte lettre envoyée cinq ans après l'affaire[275], et dans laquelle la quadrature n'est pas mentionnée. Il est sans doute dans une situation délicate à Paris, alors que les professeurs royaux sont en pleine négociation pour le paiement de leurs gages[276]. Lors de sa prestation de serment envers Henri IV au mois de mai, il a prononcé un long discours[277] devant toutes les autorités parisiennes, encourageant publiquement le roi à tenir ses engagements de renouvellement de l'université[278]. C'est un homme prudent, qui a œuvré à la reconnaissance du nouveau pouvoir en organisant des réunions secrètes du parti des politiques[279]. Son silence face à Scaliger trahit son désir de ne pas déplaire au roi, que le philologue agace au plus haut point[280], et

---

[271] Van Roomen, Adriaan, *In Archimedes circuli dimensionem Expositio & Analysis*…, *op. cit.*, p. 55, « Exercitationes cyclicae », préface « Lectori philomati », citée par Bierens de Haan, « Notice sur quelques quadrateurs… », *art. cit.*, p. 132-133.

[272] *Pugil*. Van Ceulen était à cette époque professeur d'escrime.

[273] Lettres du 20 juillet à Pithou et Monantheuil. Sur ce dernier, cf. Goujet, Jean, *Memoire historique & littéraire sur le College Royal de France. Seconde partie, contenant la notice historique des Lecteurs & Professeurs Royaux en Mathématiques, en Philosophie Grecque & Latine, & en Eloquence Latine, depuis la Fondation du Collège Royal jusqu'à aujourd'hui*. Paris, Lottin l'aîné, 1768, p. 29-33.

[274] Thou, Jacques-Auguste de, *Memoires de (sa) vie*, *op. cit.*, p. 4-5.

[275] Lettre du 29 novembre 1599. Scaliger écrit cependant le 17 décembre 1595 à Monantheuil qu'il vient de recevoir sa lettre.

[276] Goujet, Jean, *Memoire historique…*, *op. cit.*, Première partie, p. 62.

[277] Monantheuil, Henri de, *Panegyric de Henri IIII. Roy de France et de Navarre, Tres-Chrestien, tres-invincible, Tres-clement. Traduit en François du Latin prononcé le 17. May. 1594. par H de Monanthueil Docteur en Medecine & Professeur de sa Maiesté és Mathematiques*. Paris, Federic Morel, 1594.

[278] *Ibid*., p. 49-51.

[279] Goujet, Jean, *Memoire historique…*, *op. cit.*, Seconde partie, p. 32. Constitué après la Saint Barthélémy, le parti des politiques rassemblait protestants et catholiques soucieux de la paix civile. Nous avons rencontré plusieurs figures de ce parti : La Noue, Pithou, Bodin, etc.

[280] Bernays, Jacob, *Joseph Justus Scaliger*, *op. cit*., p. 26-27 ; Nisard, Charles, *Le triumvirat littéraire*…, *op. cit*., p. 223-226.

correspond bien à ce nous avons supposé de la rénovation du Collège royal : une nouvelle garde attend son heure.

C'est dans ce contexte qu'apparaît la *Refutation*[281] de Jean Errard, qui est le premier texte imprimé en réponse à la *Cyclometrie*. Cette affirmation demande justification, puisque le *Munimen*[282] de Viète, écrit dans le même but, est également daté de 1594, mais notre analyse de la correspondance nous permet de donner la priorité à Errard. Scaliger a envoyé un exemplaire de son livre à Viète en août par l'intermédiaire de Pithou[283], il pense que son adversaire a « baissé la garde[284] ». C'est en octobre que les choses vont changer : coup sur coup, Scaliger reçoit une lettre polie de van Roomen[285], puis de Pierre Pithou qui l'informe qu'un contradicteur s'avance, en des termes qu'il nous paraît utile de reproduire ici[286] :

> *(…) il ne s'est encor trouvé qu'un enfant perdu & mal armé qui semble avoir voulu attacher l'escarmouche de son particulier mouvement, ou employé soubs main et sans adveu apparent d'autre. On menace bien de plus grand effort, mais nous n'avons encor rien vu à descouvert. Mons^r^ Monanthueil y employe tousjours quelques heures de ce qui lui reste de sa vacation ordinaire. Et m'a promis sitost qu'il aura achevé de vous en escrire au long.*

Le ton dédaigneux de la lettre montre que le contradicteur n'est pas pris au sérieux. Le vocabulaire militaire utilisé[287] confirme qu'il s'agit bien de Jean Errard, soupçonné cependant d'œuvrer *en sous-main* pour un adversaire plus dangereux. Dans l'esprit de Pithou, il appartient donc au camp des partisans de Viète, nous lirions presque dans son écrit le soupçon d'une conspiration de l'entourage du roi lui-même, ce qui correspondrait assez bien à

---

[281] Errard, Jean, *Refutation de quelques propositions du livre de Monsieur de L'escale…*, *op. cit.*, 1594.
[282] Viète, François, *Munimen adversus nova Cyclometrica nova, seu Αντιπελεκυς. Ex geometricis Schediasmatis Francisci Vietæ*. Paris, Jamet Mettayer, 1594.
[283] Lettre à Pithou, d'août 1594 (jour manquant, début du mois probable, cf. Botley, Paul & van Miert, Dirk, *The Correspondence…*, *op. cit.*, p. 416.)
[284] Lettre à Nansel du 13 septembre 1594.
[285] Lettre du 4 octobre 1594.
[286] Lettre du 5 octobre 1594.
[287] L'expression *enfants perdus* désigne un groupe de soldats envoyés aux avant-postes, souvent coupés de leurs arrières et donc destinés à la mort ou la capture. Une escarmouche est un combat entre tirailleurs n'impliquant pas les armées entières ; *attacher l'escarmouche*, c'est entamer les hostilités.

l'atmosphère tendue du Paris de l'après-couronnement[288]. Le seul atout sérieux de l'autre camp est Monantheuil, comme le confirme de Thou à la fin du même mois[289] :

> *Monsieur Monanthueil, personage candide & intelligent en ces sciences, a examiné le tout fort diligemment, en un mot estime l'œuvre digne non d'une mais de plusieurs statues. Je ne scay s'il aura loisir de vous en escrire amplement comme il se propose, car il estime que la quadrature du cercle est bien demonstrée, & desire 1'esclaircir davantage pour les plus jeunes & moins promeus, afin qu'il n'y ait plus de doubte.*

Faut-il prendre à la lettre ces flatteries ? Les termes peuvent être compris à plusieurs niveaux, nous pouvons y déceler les précautions que prend Monantheuil, qui se retranche derrière la transposition didactique du texte pour éviter de se prononcer directement. C'est au début du mois de novembre que Scaliger reçoit la *Refutation* d'Errard, envoyée par Pithou, et il reconnaît alors immédiatement ses erreurs. La correspondance prend alors un tour plus pathétique, Scaliger ayant visiblement des difficultés à argumenter sur le strict plan mathématique, qui est pourtant le terrain sur lequel Errard l'affronte.

3.4. L'INTERVENTION D'ERRARD

L'ouvrage de Scaliger a été superbement fabriqué, à la manière des classiques, avec des titres imprimés en rouge, de nombreuses citations grecques et des figures en rouge également. Il présente tous les aspects du sérieux et de la respectabilité. Mais manifestement, l'auteur ne possédait pas certaines des connaissances élémentaires indispensables aux matières traitées. Les historiens ont relevé ses nombreuses erreurs, comme la confusion entre la volute ionique de Vitruve et la spirale d'Archimède, l'incompréhension de la quadrature des lunules d'Hippocrate, la méconnaissance de la quadratrice de Dinostrate, etc.[290] Mais ce qu'il rejetait par-dessus tout, c'est l'héritage archimédien, et en particulier l'utilisation des nombres en géométrie et la démonstration par l'absurde[291]. La diatribe anti-Archimède est annoncée dès la préface et constitue une provocation pour tous les authentiques mathématiciens.

---

[288] Cf. Pannier, Jacques, *L'Église réformée de Paris sous Henri iv*. Paris, Librairie Champion, 1911, p. 45, *passim*.
[289] Lettre du 27 octobre 1594.
[290] Bierens de Haan, David, « Notice sur quelques quadrateurs… », *art. cit.*, p. 130-131.
[291] Goulding, Robert, « Polemic in the margin… », *op. cit.*, p. 250.

Dans la *Refutation* qu'il écrit très rapidement (l'ouvrage est daté de septembre 1594), Errard réagit sans céder à la polémique, mais au contraire en usant d'un ton poli à l'égard de Scaliger, qu'il décrit « vertueux & plein d'humanité », assuré « qu'il ne prendra point en mauvaise part cest escrit[292] ». Errard se contente de relever deux erreurs fondamentales, en analysant les propositions V et VI du premier livre de la *Cyclometrie*. Il montre les conséquences absurdes des propositions, sans s'aventurer dans les détails des calculs, mais en restant fidèle au principe des encadrements numériques des quantités, hérité d'Archimède. Il reste donc neutre à l'égard du problème proprement dit de la quadrature du cercle, pour lequel nous verrons qu'il est un « approximateur », et, ne se prononçant pas sur le fond des constructions proposées, il soulève juste les contradictions portées par les calculs effectués. Montrons la simplicité et l'incontestabilité de ses arguments.

Critique de la proposition V

Scaliger affirme dans la proposition v du premier livre de la *Cyclometrie*[293] que le carré de la longueur du dodécagone inscrit dans le cercle est supérieur à celui de la longueur du cercle, et que ce carré augmente avec le nombre de côtés du polygone. Cela est contraire à la fois au bon sens et au premier postulat du traité *De la Sphère et du cylindre* d'Archimède, selon lequel la ligne droite est la plus courte des lignes qui ont les mêmes extrémités[294].

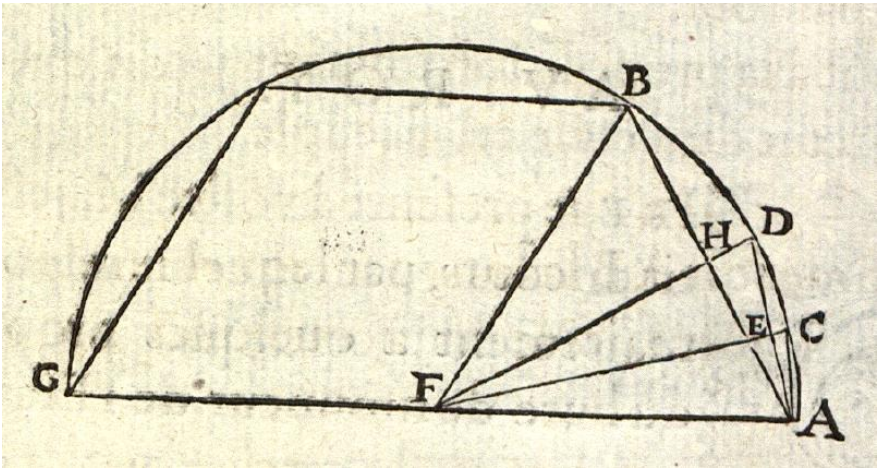


Figure 3.38

[292] Errard, Jean, *Refutation de quelques propositions du livre de Monsieur de L'escale…*, *op. cit.*, fol. Aij.
[293] Scaliger, Joseph Juste, *Cyclometrica elementa duo…*, *op. cit.*, p. 28.
[294] Ver Eecke, Paul, *Les Œuvres complètes d'Archimède*, *op. cit.*, p. 5. Archimède précise même après son 5e postulat : « Ces choses étant posées, si un polygone est inscrit dans un cercle, il est clair que le périmètre du polygone est plus petit que la circonférence du cercle. » (*Ibid*., p. 6).

Errard suit la démonstration de Scaliger : dans le cercle de diamètre (AG) (Figure 3.38) sont inscrits l'hexagone de côté (AB) et le dodécagone de côté (AD). L'application de la proposition I-47 des *Éléments* d'Euclide (théorème de Pythagore) permet d'écrire l'égalité : $AD^2 = AH^2 + DH^2$. Il en déduit que le carré de la longueur du dodécagone inscrit surpasse le carré de la longueur de l'hexagone inscrit d'une quantité égale à l'aire d'un carré dont le côté est douze fois DH ; autrement dit, en notations modernes : $(12AD)^2 = (12AH)^2 + (12DH)^2$, ce qui peut s'écrire $(12AD)^2 = (6AB)^2 + (12DH)^2$. Pas d'erreur jusque-là, mais Errard dénonce ce que Scaliger en déduit, qui se traduit par : 12AD = 6AB + 12DH. Nous dirions de nos jours que l'erreur équivaut à la confusion entre $\sqrt{a^2+b^2}$ et $a + b$ (qui est égal à $\sqrt{a^2}+\sqrt{b^2}$), mais Errard signale seulement que ce qui est obtenu en ajoutant « sans raison » la quantité 12DH à la longueur de l'hexagone inscrit est une « longueur composée », supérieure à celle du dodécagone, et même à celle du cercle. Nous ne doutons pas que Jean Errard est en possession d'estimations numériques suffisantes pour affirmer cela, mais il n'en écrit rien, terminant simplement par « je luy nie la conclusion ». Il conteste ensuite la valeur calculée par Scaliger pour EA, $2+\frac{7}{13}$, d'une manière simple et logique, sans donner lui-même son estimation de EA, mais en pointant une contradiction : DA, double de EA, serait supérieur à 5, et par conséquent DH supérieur à 3 (par le théorème de Pythagore), alors qu'il est posé égal à $1+\frac{1}{13}$. Il est intéressant de noter qu'à aucun moment, Errard n'oppose à Scaliger des valeurs numériques meilleures que les siennes, mais se situe sur le terrain de la logique. C'est le sens du mot *geometrique* dans la phrase très révélatrice que nous lisons dans la suite du texte : « Je nye aussi qu'aucune supputation d'arithmetique puisse destruire une demo(n)stration Geometrique[295]. »

Critique de la proposition VI

La proposition VI du premier livre de la *Cyclometrie*[296] vise à établir l'égalité que nous écririons : $\pi = \sqrt{10}$, qu'il affirmait avoir trouvée le premier.[297]

---

[295] Errard, Jean, *Refutation de quelques propositions du livre de Monsieur de L'escale…*, *op. cit.*, fol. Aiij.
[296] Scaliger, Joseph Juste, *Cyclometrica elementa duo…*, *op. cit.*, p. 31.
[297] Michel Chasles indique « on connaissait depuis longtemps en Europe cette expression, qu'on savait n'être qu'approchée » (*Aperçu historique sur l'origine et le développement des méthodes en géométrie, particulièrement celles qui se rapportent à la géométrie moderne*, Bruxelles, Hayez, 1837, note XII « Sur la géométrie des Indiens, des Arabes, des Latins et des Occidentaux au moyen âge », p. 446).

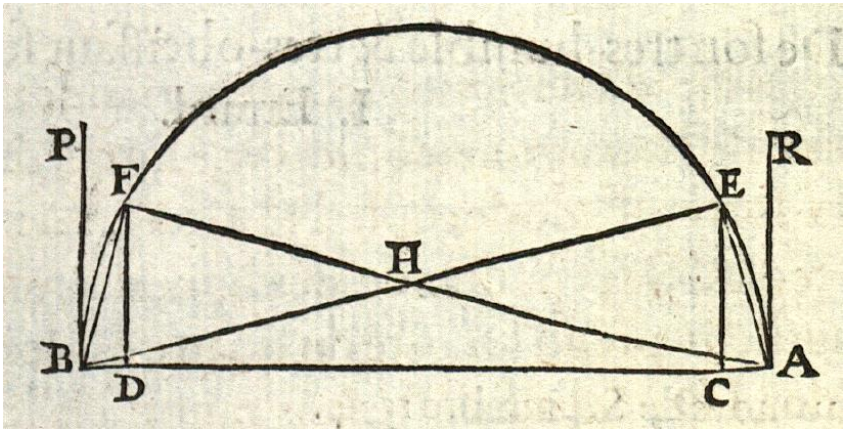


Figure 3.39

Scaliger considère le segment (AB) (Figure 3.39), dont la longueur est égale à celle d'un cercle donné (que nous noterons $2\pi r$). Il construit le demi-cercle supérieur dont le diamètre est ce segment, puis y place E, tel que BE soit égal à $6r$. Le point D est placé sur (AB) au dixième de la distance AB en partant de B. Les segments (FD) et (EC) sont tracés perpendiculairement à (AB), ce qui définit les points C et F. Pour prouver son théorème, Scaliger se sert de l'isométrie des triangles AFD et BEC, qu'il fonde sur l'égalité des angles EBC et FAB. Mais quoique vraisemblable visuellement, cette égalité n'est pas vraie. Diplomate, Errard ne dénonce pas l'erreur, mais seulement une lacune dans la démonstration (« mais il ne le pouve point »). Cette lacune lui permet d'écrire que « ceste quadrature de cercle demeurera pendüe au croc, ensemble tout ce que est basty sur ce fondement, attendant la preuve necessaire[298] ».

Dans les deux cas, Errard est resté délibérément en-dehors de la polémique, s'attachant à démontrer de manière indiscutable que les arguments de Scaliger ne sont pas fondés. Il prétend attendre les preuves manquantes, mais il ne fait aucun doute qu'il sait pertinemment que tout cela ne vaut rien, qu'il s'agit de supputations basées sur des conjectures hasardeuses, non démontrées rigoureusement. Il pointe dans les deux cas la faille dans l'argumentation, le manque de rigueur et de solidité des démonstrations de Scaliger. Soulignons la simplicité de sa réfutation et d'un discours qui ne cherche pas les effets de style. C'est tout simplement la rigueur et la logique géométriques qu'Errard oppose aux erreurs du philologue.

[298] Errard, Jean, *Refutation de quelques propositions du livre de Monsieur de L'escale…*, *op. cit.*, fol. Aiij, v°.

3.5. RÉACTION DE SCALIGER ET FIN DE LA CONTROVERSE

Scaliger comprend la vacuité de ses constructions, mais il tient à son *tétragonisme*. Il prétend que les deux propositions incriminées ne comptent pour rien et écrit d'Errard : « il est mieux versé es fortifications, qu'es livres des anciens mathématiciens[299] », ce qui nous en dit long sur la réputation qu'a déjà notre fortificateur dès cette époque. Il n'a pas encore eu connaissance[300] du *Munimen*[301] de François Viète, qui contient des attaques bien moins polies que celles d'Errard. Ceci s'explique par le fait que Viète faisait imprimer ses livres à compte d'auteur (il était assez riche pour cela) et en gardait tous les exemplaires, qu'il distribuait à ses amis selon son bon vouloir[302]. La *Refutation* d'Errard avait fait impression sur Scaliger[303], qui se remit au travail et fit imprimer dans le mois suivant un appendice à sa *Cyclometrie*[304], publié dans l'urgence et beaucoup moins bien réalisé que le premier ouvrage. Mais ce qui va marquer plus profondément son désaccord avec la communauté des algébristes, c'est sa réfutation d'Archimède (nommée en grec *Elenchus* et en latin *Diatriba*), restée manuscrite[305] (cf. *infra*, Figure 3.40) et envoyée aux mathématiciens qu'il suppose être ses partisans dans la controverse, du moins des scientifiques qui lui apporteraient leur soutien public[306].

Van Roomen est destinataire de cette diatribe, mais n'est pas complaisant pour les élucubrations de Scaliger et ce que ce dernier qualifie ironiquement de « crime de lèse-majesté[307] ». Il ne lui était pas possible de laisser le philologue publier sa prétendue preuve de l'erreur d'Archimède, pour les mêmes raisons que celles que nous avons évoquées plus haut : Scaliger a toute l'apparence du sérieux et pourrait tromper la jeunesse de manière durable. Van Roomen fait donc paraître son *Apologia pro Archimede* en 1597[308], dans laquelle il

---

[299] Lettre à Pithou du 9 novembre 1594.
[300] cf. la lettre à Monantheuil du 4 mars 1595 et celle du 26 mars à Pierre Pithou.
[301] Viète, François, *Munimen adversus nova Cyclometrica nova, seu Αντιπελεκυς. Ex geometricis Schediasmatis Francisci Vietæ*. Paris, Jamet Mettayer, 1594.
[302] Cf. Thou, Jacques-Auguste de, *Histoire universelle…*, *op. cit.*, p. 163.
[303] Selon ce qu'en témoigne Adriaan van Roomen, dans son Apologia (*op. cit.*, p. 57), cité par Bierens de Haan, David, « Notice sur quelques quadrateurs… », *art. cit.*, p. 134.
[304] Scaliger, Joseph Juste, *Appendix ad cyclometrica sua, in qua asseritur quadratio circuli, contra oblatrationes quorundam, & castigantur quaedam errata in demonstrationibus cyclometricis*. Leyde, Plantin/Raphelengius, 1594.
[305] L'exemplaire envoyé à Monantheuil (ou sa copie) se trouve aux fol. 109-111v du manuscrit Dupuy 395 de la Bibliothèque nationale de France, et une seconde version aux fol. 116-118.
[306] Voir l'insistance de Scaliger dans ses lettres à Monantheuil des 4 mars, 26 mars et 17 décembre 1595.
[307] Lettre de Scaliger à van Roomen du 31 mars 1595.
[308] Van Roomen, Adriaan, *In Archimedes circuli dimensionem Expositio & Analysis…*, *op. cit.*

retrace les épisodes hollandais de la controverse, allant même jusqu'à insérer les lettres de Scaliger, ridiculisant définitivement celui-ci. L'auteur consacre une longue partie de l'ouvrage à la réédition commentée de la *Mesure du cercle* d'Archimède, ainsi qu'à une défense de l'utilisation des nombres en géométrie, dont il démontre qu'elle a déjà été pratiquée par Euclide lui-même[309]. Mais ce qui nous intéresse le plus dans l'ouvrage, c'est que van Roomen y insère l'intégralité de la *Refutation* d'Errard, pour sa concision et son efficacité, ou comme le traduit Bosmans, par une « argumentation aussi lumineuse que serrée[310] ». Nous ne saurions trouver une meilleure indication de la reconnaissance de notre fortificateur comme membre de la communauté des mathématiciens.

Il existe un autre indice de son appartenance au cercle des gardiens du temple archimédien, c'est la provenance matérielle des ouvrages écrits sur ce sujet. Errard a fait publier son libelle par le libraire parisien Guillaume Auvray, qui l'a fait imprimer par David Le Clerc, autre réformé parisien[311]. C'est également chez Auvray que sera édité l'*Euclide* d'Errard et à Le Clerc qu'a été confié l'impression de la *Geometrie* du même auteur. En outre, Le Clerc imprimera en 1600 les *Zetetiques*[312], l'*Apollonius Gallus*[313] et le *De numerosa potestatum*[314] de Viète, ainsi que le libelle[315] que l'ingénieur Jacques Alleaume écrira en réponse à la seule contribution de Monantheuil[316] à la controverse que nous venons d'étudier. Remarquons que tous ces ouvrages, y compris ceux de Scaliger, se trouvent dans la riche bibliothèque du diplomate Jacques Bongars[317], représentant de Henri IV auprès des puissances allemandes.

---

[309] *Ibid*., p. 19-23.
[310] *Ibid*., p. 56-57. L'expression du p. Henri Bosmans est dans sa notice biograpique « Adrien Romain », dans la *Biographie nationale de Belgique*, tome 19, 1907, col. 868.
[311] Renouard, Philippe, *Imprimeurs et Libraires parisiens du XVI^e siècle. Ouvrage publié d'après les manuscrits de Philippe Renouard par le Service des travaux historiques de la ville de Paris avec le concours de la Bibliothèque nationale, tome premier Abada – Avril*. Paris, 1964, p. 236 et n°628, p. 250 pour le livre d'Errard.
[312] Viète, François, *Francisci Vietae Zeteticorum liber primus (-Quintus)*, Paris, s. n. (David Le Clerc), 1600.
[313] Viète, François, *Francisci Vietae Apollonius Gallus, Seu, Exsuscitata Apollonii Pergæi Περὶ Επαφωη Geometriæ. Ad V. C. Adrianum Romanum Belgam*. Paris, David Le Clerc, 1600.
[314] Viète, François, *De numerosâ potestatum ad exegesim resolutione. Ex opere restitutae mathematicae analyseos, seu, Algebra novâ Francisci Vietae*. Paris, David Le Clerc, 1600.
[315] Alleaume, Jacques, *Ja. Alealmi Aurelii Confutatio problematis ab Henrico Monantholio Mathematicarum Artium Professore Regio propositi…* Paris, David Le Clerc, 1600.
[316] Monantheuil, Henri de, *Problematis omnium quæ a mille et ducentis annis inventa sunt nobilissimi demonstratio...* Paris, Jeremie Perier, 1600.
[317] Conservée dans le fond Bongars de la Bibliothèque centrale de l'université de Berne.

Bongars était un intime du roi[318] et sa possession des livres cités nous confirme dans l'idée d'une « nouvelle garde » scientifique à la cour de France.

4. CONCLUSION DE CE CHAPITRE

Alleaume, Le Clerc, Errard et Viète font partie de cette « nouvelle garde », fidèle à Henri IV et qui permettra au royaume de tenir son rang dans le réseau scientifique, littéraire et intellectuel des nations. Cela implique qu'ils défendent leurs points de vue nouveaux, leurs inventions dirions-nous, qu'elles soient de méthodes et notations algébriques, d'instruments de géométrie, de mode d'exposition. Mais cela suppose également une séparation d'avec une « ancienne garde » dont les pratiques mathématiques seraient révolues. Certes, l'algèbre jouera un rôle déterminant dans la révolution mathématique du XVII[e] siècle, avec l'introduction d'une « géométrie calculante » par Descartes[319], mais du point de vue de notre étude, la séparation se joue sur un autre terrain. Scaliger symbolise un certain type d'ancienne garde, pour laquelle la fidélité au texte passe avant son contenu mathématique et même l'évidence logique. Il s'adonne aux mathématiques en amateur et en professeur de langues anciennes, mais certainement pas en expert. Sa critique d'Archimède est le signe de son incompétence mathématique. Voilà une des lignes de démarcation : l'argutie pédante d'un philologue se heurte aux démonstrations implacables de ceux qui savent de quoi ils parlent. D'un côté, des arguments d'autorité ayant l'apparence extérieure de mathématiques rigoureuses, mais non validés par d'autres mathématiciens sérieux. De l'autre côté, la communauté de ces mathématiciens, pas forcément des professeurs, mais certainement des chercheurs. La défense de la vérité se situe alors au niveau des contenus mathématiques mêmes et non des postures de chacun.

Nous avons pu constater, en examinant l'évolution des écrits de Jean Errard, qu'il s'en remet toujours aux mathématiques comme seules garantes de cette vérité. Par le mot de mathématiques, il entend prioritairement la géométrie, le domaine par excellence de la démonstration et de la logique. Dès son livre de machines, les seuls arguments qu'il acceptait

---

[318] Son exemplaire de la *Fortification* de Jean Errard est relié aux armes de Henri IV, ce qui montre qu'il s'agit d'un cadeau royal. Nous remercions le Dr Sabine Schlüter, de l'université de Berne, pour ces renseignements.
[319] Descartes, René, *Discours de la methode pour bien conduire sa raison & chercher la vérité dans les sciences. Plus la dioptrique, les meteores et la geometrie qui sont des essais de cete methode*. Leyde, Jan Maire, 1637.

pour renoncer à la paternité des inventions sont de cet ordre, c'est-à-dire respectant les règles communes et modes d'exposition codifiés de la géométrie.

Revenons sur l'extrait déjà cité qui met clairement en lumière la conception errardienne des mathématiques : « Je nye aussi qu'aucune supputation d'arithmetique puisse destruire une demonstration Geometricque[320]. » On pourrait y voir une opposition entre les domaines numérique et géométrique, mais Errard oppose surtout des *supputations* à des *démonstrations*. Pour lui, le calcul est affaire de technique et ne porte pas de vérité intrinsèque, qui appartient au domaine de la logique. Nous avions déjà lu chez Jacques Besson une conception similaire d'une certaine pureté géométrique lorsqu'il affirmait avoir trouvé un moyen de mesurer toutes les distances « par une seule demonstration & sans aucun empeschement de nombres[321] ».

Les controverses sur la quadrature du cercle manifestent l'opposition entre ces deux visions de la démonstration. Elles ne s'arrêteront pas avec Errard, comme nous l'avons vu, mais pour la sauvegarde de ses propres travaux, il se devait de stopper les prétentions de Scaliger. Il s'en explique lui-même dans la *Refutation* : « je repo(n)ds sommairement à quelques propositions du liure de monsieur de l'Escale (…) pour deffendre le traité de Geometrie que i'ay depuis naguaire dedié à vostre Maiesté, dans lequel il y a quelques demonstrations d'Archimede, qui seroyent pour la pluspart tres-fausses, si les propositions du Sieur de l'Escale estoient certaines[322]. »

Nous allons donc maintenant examiner l'ouvrage dont il est question et le suivant (les *Éléments* d'Euclide), dont nous voulons démontrer qu'ils forment un tout cohérent avec la *Fortification*, tant en ce qui concerne les objectifs que les modes d'exposition et d'argumentation.

---

[320] Errard, Jean *Réfutation…*, *op. cit.*, feuillet signé Aiij.
[321] Besson, Jacques, *Le Cosmolabe ou Instrument Universel…. op. cit.*, , feuillet *Biiii*, non signé.
[322] Errard, Jean, *Refutation de quelques propositions du livre de Monsieur de L'escale…*, *op. cit.*, fol. Aij.

ELENCHVS PRIMÆ PROPOSITIONIS
ARCHIMEDIS περὶ κύκλου μέτρησις

Quilibet Circulus æqualis est Triangulo rectangulo, cuius quidem semidiametrus unum laterum, quod circa rectum angulum sunt, ambitus vero basi eius est æqualis

Esto circulus ABCD, cuius centrum N semidiametrus NM. Item esto Triangulum rectangulum E, cuius altitudo sit æqualis semidiametro NM, basis autem peripheriæ circuli ABCD. Rursus esto Triangulum rectangulum Q cuius altitudo item sit æqualis semidiametro NM, basis vero maior peripheria ABCD. Itaq; Triangulum Q erit maius Triangulo E per primam Sexti. primum igitur ex hypothesi aduersarij Triangulum E minus circulo ABCD. Inscripto quadrato, et peripheriis bifariam sectis, abscindantur portiones de circulo, ita ut tandem minores relinquantur excessu quo circulus excedit Triangulum E. Polygonum inscriptum erit maius Triangulo E. Atqui altitudo eius NX est minor altitudine trianguli E (est enim minor ipsa NM) ambitus autem minor peripheria circumscribente ABCD. Est ergo idem Polygonum maius et minus eodem Triangulo E. Quod est absurdum. et multo absurdius, si idem Polygonum dicatur maius Triangulo Q, quod est maius Triangulo E: cum E sit demonstratum maius Polygono. Neq; igitur Triangulum E, neq; Triangulum Q sunt minora circulo ABCD.

Esto rursus ex hypothesi aduersarij Triangulum E maius circulo ABCD. Circumscripto quadrato et peripheriis bifariam sectis, per puncta ducantur lineæ contingentes, ut est in figura. Deinde demonstrato Triangulo ROP maiore, quam sit dimidium figuræ curuæ OFAM, et demonstratur ab Archimede ablatas esse, [illegible] quod est [illegible] et [illegible] et [illegible] et

CHAPITRE 4

LES OUVRAGES DE GÉOMÉTRIE : 1594-1600

Nous avons maintenant établi qu'en 1594, Jean Errard est reconnu comme fortificateur par l'entourage du roi Henri IV, et comme mathématicien par les créateurs de la science nouvelle, celle dans laquelle il n'y a pas de frontière infranchissable entre le domaine numérique et celui des formes géométriques. Nous avons également fait l'hypothèse de sa participation à un grand projet de restauration des sciences en France, projet que nous supposons approuvé, sinon porté, par le roi et dont la manifestation première est sa décision, pourtant sans cesse reportée, de construire des bâtiments pour le Collège royal.

Nous étudierons donc dans ce chapitre les deux ouvrages de géométrie que Jean Errard va publier avant 1600, en basant notre examen sur la problématique suivante : ces ouvrages ont-ils été écrits dans un même but, en réponse à un besoin existant ? Quelle place y tiennent les mathématiques et comment y sont-elles utilisées ou présentées ? Quelle sont les fonctions dévolues aux images en général, qu'il s'agisse de figures géométriques, de croquis illustratifs ou de véritables mises en scène ? Tout d'abord, nous reprendrons les données biographiques fiables de la période étudiée, en suivant le fil directeur que nous avons défini au chapitre 3.

1. REPÈRES BIOGRAPHIQUES, 1594-1600.

À partir de 1595, la guerre franco-espagnole se joue en Picardie, dans l'Artois et la Flandre. Les places de ces provinces sont fortifiées à la manière moderne, ce qui rend nécessaire une meilleure connaissance des conceptions italiennes. La France avait déjà découvert une certaine forme de fortification moderne lors du siège de Rouen en 1591, car Maurice de Nassau avait envoyé à Henri IV deux mille hommes qui avaient l'habitude de se retrancher en construisant des levées de terre à la manière de leur pays[1]. La nomination au gouvernement des Pays-Bas méridionaux de l'archiduc Albert d'Autriche en 1595 va rendre urgente la nécessité d'une réelle maîtrise des nouvelles méthodes de fortification par les Français. En effet, l'Archiduc se lance dans une campagne de reconquête et s'empare de

[1] Lallemend, Marcel, Boinette, Alfred, *Jean Errard de Bar-le-Duc…*, *op. cit.*, p. 100, citant le témoignage de Claude Groulart, Président du Parlement de Normandie.

Calais en avril 1597, puis Ham, Guise et Ardres, mais le fait le plus marquant pour les Français est la prise d'Amiens en mars, focalisant encore plus la guerre sur les frontières nord de la France. Les difficultés financières dues à l'effort de guerre auront raison de l'expansionnisme de l'archiduc qui signera la paix de Vervins avec la France en mai 1598. Mais son mariage quelques jours plus tard avec sa cousine, l'infante Isabelle d'Espagne, lui permet d'accéder à la souveraineté des Pays-Bas. Pour consolider leur pouvoir, les archiducs Albert et Isabelle relancent l'offensive, contre les Provinces-unies et leurs alliés anglais cette fois-ci. L'épisode le plus marquant en sera le siège d'Ostende, que nous étudierons plus loin puisque sa formidable médiatisation a donné une importance sans précédent aux questions stratégiques liées à la fortification. La France n'est pas à l'écart du conflit : alliée aux insurgés des Provinces-Unies, elle se trouve ainsi mêlée aux affaires de la guerre de quatre-vingts ans avant sa trêve de 1609.

Errard devient indispensable au royaume, ce qui se manifeste par les nombreuses sollicitations du roi envers son « cher et bien aymé » pour la réparation d'enceintes fortifiées ou la création de citadelles : Laon (1594), Calais (1595), Amiens (lettres du 26 octobre 1595, puis du 10 janvier 1596)[2], La Fère (1596), etc.[3] Ces travaux de construction et de remaniement d'enceintes fortifiées sont attestés par quelques plans de la main d'Errard conservés à la British Library dans un portefeuille ayant appartenu à Sully[4] et sur lesquels on distingue nettement, en rouge, les propositions de transformation de l'auteur (Annexe B2, Figure 4.1). Citons également le plan par lequel Errard indiquait les modifications à apporter à l'enceinte de la ville d'Amiens en 1596[5] (Annexe B2, Figure 4.2). La désastreuse reprise de cette ville par les Espagnols en mars 1597 fait croire à une déroute définitive de la France, de par la position stratégique de la cité qui constituait une protection de Paris contre les invasions venues du nord. Henri se lance à la reconquête d'Amiens en mai 1597, avec cette commande

---

[2] *Ibid.*, p. 126-127. Le roi demande dans sa lettre du 10 janvier 1596 qu'Errard se rende « promptement en [s]a ville d'Amyens et autres de la frontiere de Picardie pour dessigner et faire travailler a ce qui est necessaire pour la fortification desdites villes ».

[3] *Ibid.*, p. 122-127, *passim*. Lallemend et Boinette ont eu accès aux archives de la famille de Benoist, qui contenaient nombre de lettres alors inédites d'Henri IV à Errard et d'autres documents relatifs à la carrière de l'ingénieur.

[4] *Maps, plans and views, of towns and fortresses in France; executed for Maximilien de Béthune, 1st Duke of Sully, Grand Master of the Artillery, whose arms occur on the first map*... Londres, British Library, Western Manuscripts, Add MS 21117.

[5] Errard, Jean, *C'est le plan de la ville d'Amiens comme elle est au mois de may 1596, durant le siège des Espagnols devant Ardres... / Fait par moy soubsigné ingénieur du Roy, le XXII^e^ may 1596*. Bibliothèque nationale de France, département Cartes et plans, GE C-5129 (RES).

à Sully « Envoyez moi aussi Errard, mes gardes et mon écurie[6] », ce qui montre encore la place essentielle de l'ingénieur aux côtés du roi. Ce dernier lui confiera d'ailleurs en partie la conduite du siège d'Amiens, comme l'atteste le manuscrit d'un marchand amiénois[7], qui décrit en détail les opérations de circonvallation et la chute de la ville. Errard sera ensuite chargé de l'édification d'une citadelle pour la défense d'Amiens, citadelle entièrement construite sur ses plans à partir de 1598. Cette année est aussi celle de la première parution de l'édition errardienne des *Éléments* d'Euclide. Même si Errard s'en tient au texte euclidien, le travail de traduction depuis le latin[8] est de longue haleine, il a donc dû être mené en parallèle avec les autres travaux depuis de nombreuses années.

Le plus important témoignage de l'estime que lui accorde Henri IV est sans doute le titre d'anoblissement qu'il reçoit le 28 mai 1599 et dont nous extrayons ce passage remarquable :[9]

> […] *sçavoir faisons que nous ayant nostre cher et bien aimé Jean Errard, natif de Bar-le-Duc, ingénieur de nos fortiffications de nos provinces de Picardie et Isle de France, fait paroistre la singulière affection qu'il porte au bien de cet Estat dont il nous a rendu preuves par les bons, agréables et signalez services qu'il nous a cy-devant fait en plusieurs et diverses occasions qui se sont présentées ; mesme au siège de nostre ville d'Amyens auquel il s'est courageusement employez sans y avoir espargné sa propre personne dont nous avons esté düement informé et pouvons nous mesme rendre certains tesmoignages ; voulons à ceste occasion honorer le dict Errard de récompenses dignes de ses mérittes et luy faire resantir combien il nous donne contentement du bon service qu'il a rendu en toutes les occasions qui se sont présentées ; affin qu'il puisse servir comme de lumière à sa postérité, luy donner subject de suyvre le chemin et le rendre par quelque marque et degré plus illustre et recommandable.*

Le roi avait besoin de renouveler ses cadres et d'instiller dans la Noblesse un peu de cette élite protestante qui pouvait accéder à de hautes fonctions après la publication de l'Édit de

---

[6] Lettre de Henri IV à Sully du 13 mai 1597, citée dans, Lallemend, Marcel, Boinette, Alfred, *Jean Errard de Bar-le-Duc…*, *op. cit*., p. 133.

[7] Pagès, Jean, *Recueil de plusieurs remarques extraites de diférens auteurs, par Jean Pagès, marchand à Amiens, 1700*. Ms 839-840, Bibliothèque Louis Aragon, Amiens. Repris dans : Douchet, Louis, *Manuscrits de Pagès marchand d'Amiens*… Amiens, Caron, 1856.

[8] Errard, Jean, *Les six premiers Livres des Elemens d'Euclide*... Paris, Guillaume Auvray, 1598, « Advertissement », verso du frontispice, non paginé.

[9] *Archives de Benoist*, cité par Lallemend et Boinette, *Jean Errard…*, *op. cit.*, p. 149-150.

Nantes. L'éclatante reprise d'Amiens légitimait l'entrée d'Errard dans le cercle restreint du pouvoir royal. Nous entendons bien qu'il s'agit autant de récompenser l'ingénieur pour ses services et sa fidélité envers l'État (*i.e.* le roi) que de lui permettre de se positionner au cœur de la noblesse française, afin d'y promouvoir un nouveau modèle de combattant, savant davantage que soldat. Cela est fort bien formulé dans le prologue aux accents pascaliens[10] du titre d'anoblissement cité[11] :

> *Comme l'origine et commencement de noblesse procedde de la vertu, aussy nous estimons qu'il est convenable que ceulx qui en sont décorez et qui, généreusement, s'employent à la deffense et conservation de cet Estat et Couronne, s'aquittent dignement de leur devoir, soient eslevez à quelque degré d'honneur par-dessus les autres, tant pour les obliger à continuer leurs fidèles services que pour servir d'exemple à leurs postérités, affin que par iceluy elle soit stimulée à imiter leur vertu.*

Comme nous l'avons indiqué au chapitre 3, nous pensons que les traités qu'Errard publie en 1594 et 1598 répondent à cette attente royale. Nous étudierons donc de ce point de vue les deux ouvrages mathématiques qui servent d'introduction à la *Fortification,* à la *Géométrie* et aux *Éléments d'Euclide*.

2. LA *GEOMETRIE ET PRACTICQUE GENERALLE D'ICELLE* DE 1594

Lorsque paraît ce qu'Errard appelle lui-même son « traité de Geometrie », il n'est plus publié de géométrie pratique en France depuis dix ans, et la plupart de leurs auteurs étaient liés à l'université : Oronce Fine, Pierre Forcadel et Jean de Merliers ont été lecteurs au Collège royal, Jacques Peletier ambitionnait d'y succéder à Ramus[12] ; Jacques Chauvet enseignait à l'université de Paris, Elie Vinet au collège de Guyenne à Bordeaux. Ces professeurs connaissaient tous très bien les *Éléments* d'Euclide, auxquels ils se réfèrent systématiquement dans leurs propres ouvrages, mais ils restaient très académiques dans leur approche, même lorsqu'il s'agit d'arpentage ou de mesure de lignes inaccessibles. A la même

---

[10] « Mais si vous étiez duc sans être honnête homme, je vous ferais encore justice : car en vous rendant les devoirs extérieurs que l'ordre des hommes a attachés à votre naissance, je ne manquerais pas d'avoir pour vous le mépris intérieur que mériterait la bassesse de votre esprit. » Pascal, Blaise, *Œuvres complètes, présentation et notes de Louis lafuma*. Paris, Éditions du Seuil, 1963, « Trois discours sur la condition des grands », p. 367.
[11] Lallemend, Marcel et Boinette, Alfred, *Jean Errard…*, *op. cit*, p. 149.
[12] Goujet, Jean, *Memoire historique…*, *op. cit.*, Seconde partie, p. 37-38.

époque, des livres beaucoup moins verbeux, comme ceux de Jakob Köbel (cf. *supra*, ch. 1, 2.1) en Allemagne ou de Valentin Mennher[13] à Anvers, ont un grand succès dans l'Europe du Nord. Il s'agit alors de transmettre des méthodes efficaces pour mesurer sur le terrain les longueurs, les aires, les volumes, ou, comme dans le cas de Mennher, de montrer comment utiliser des procédures numériques pour résoudre des problèmes originaux de mesure d'objets géométriques. Quarante ans avant les anathèmes de Scaliger, un algébriste polymathe comme Mennher utilisait les nombres (y compris les irrationnels) dans le contexte de la résolution de problèmes géométriques, ce qui était également courant chez des auteurs allemands comme Stiffel[14]. C'est ce qu'il manque en France, et que la *Geometrie* d'Errard viendra combler, annonçant une série d'autres ouvrages rédigés par des ingénieurs (Flamand et Danfrie en 1597, Bachot en 1598). Selon certains historiens[15] et au vu de ses nombreuses rééditions, l'ouvrage d'Errard servira longtemps de référence.

Le privilège royal a été accordé à l'auteur lui-même, qui s'est adressé à David Le Clerc pour l'impression, ce que nous avons déjà souligné comme un signe d'appartenance d'Errard au milieu des mathématiciens de l'entourage royal. Ce petit in-octavo d'un peu moins de cent pages est imprimé avec grand soin, il contient de nombreuses gravures sur bois dans le texte. L'esthétique, dans la première partie, y est différente de celle du *Premier livre des instruments* (cf. *supra*, chap. 3, 2.2) tant pour les personnages que pour les décors (des paysages moins élaborés, mais des ciels détaillés). Pour les deux autres parties, les figures géométriques ressemblent en tous points à celles de la Géométrie d'Oronce Fine[16], avec les cotations numériques le long de lignes ou au centre des objets qu'elles mesurent. Errard a donc vraisemblablement fait appel à un graveur extérieur, sans doute par l'intermédiaire de Le Clerc.

Une seconde édition, légèrement corrigée mais non augmentée, verra le jour en 1602 chez le libraire Guillaume Auvray, auquel l'auteur cèdera son privilège. Il en existe au moins deux

---

[13] Cf. par exemple, Mennher, Valentin, *Arithmetique seconde. Avec grace & privilege de l'Empereur pour quatre ans*. Anvers, J. Loë, 1556, troisième partie, 110 pages du fol signé R au fol. (non signé) Zviii.

[14] Voir Stifel, Michael, *Die Coss Christoffs Rudolffs, mit schoenen Exempeln der Coss, durch Michael Stifel Gebessert und sehr gemehrt*. Königsberg, Alexander Behm von Luthomysl, 1553, fol. 197v-201, 204v-206, *passim*.

[15] Pour Marcel Lallemend et Alfred Boinette (*Jean Errard de Bar-le-Duc…*, *op. cit.*, p. 110), elle fut longtemps la géométrie classique. Albert France-Lanord (Introduction à la reproduction en fac-similé du *Premier livre…*, *op. cit.*, p. X) affirme qu'elle servira longtemps de modèle à tous les manuels scolaires.

[16] Pierre Forcadel, *La Practique de la geometrie d'Oronce…*, *op. cit.*, Paris, Gilles Gourbin, 1570.

émissions, car des différences entre divers exemplaires sont décelables[17]. Nous avons là une indication de la bonne diffusion de l'ouvrage dès sa parution. Une édition posthume très augmentée par Didier Henrion sera publiée par le libraire parisien Michel Daniel (ou d'autres) au moins trois fois entre 1619 et 1621[18]. Le succès de l'ouvrage tient d'abord au projet de l'auteur, qui contrairement à Flamand ou Bachot, ne s'adressait pas à ses pairs mais souhaitait élargir considérablement son audience.

2.1. Le projet de l'ouvrage

L'adresse au roi, déjà citée, rappelait au monarque l'attente d'une résurrection des sciences dans le royaume, nous devons indiquer dans quel but. Il s'agit en fait prioritairement pour Errard de permettre aux gentilshommes français de pouvoir étudier dans leur pays. L'auteur souhaite apporter aux jeunes nobles un manuel suffisamment facile à lire en espérant qu'il « incitera par sa facilité & briefveté, la Noblesse à recercher les Mathématiques, vrayes & seules sciences, qui ne proffitent pas seullement durant la paix, mais produisent leurs plus beaux effects en temps de Guerre[19]. » Nous avons déjà rencontré ce lieu commun chez Besson et chez Flamand, mais Errard qualifie les mathématiques de « vraies et seules sciences », affirmant ainsi qu'il n'y a pas de science sans elles. L'élite future du pays est donc invitée à se former par les mathématiques. Il précise dans la préface « Aux lecteurs[20] » qu'il destine son ouvrage tant aux « rudes & moins versez és Mathématiques » qu'aux « doctes ». C'est pour les premiers qu'il donne en tête de l'ouvrage les définitions des « mots & termes de l'art », en espérant que les seconds ne les trouveront pas mauvais. Nous constatons qu'il s'adresse explicitement aux débutants et pas seulement aux bons connaisseurs de la géométrie.

Errard justifie ensuite l'ordre des matières qu'il indique avoir choisi dans le même but, c'est-à-dire pour faciliter la compréhension du contenu (ce qu'il appelle « le soulagement des rudes ») et la clarté de l'ensemble. Les précisions qui viennent ensuite peuvent paraître

---

[17] Dans l'une des émissions, la page de titre mentionne « Seconde ediction » et la deuxième définition indique « La ligne, est une longueur sans seulement largeur » (BSB Münich Math.p. 130 m, BCU Lausanne 1L 1638) ; dans l'autre, « Seconde edition » et « sans largeur seulement » (Méd. Troyes, Fonds ancien s.12.2489).

[18] Errard, Jean, *La Geometrie et practique generalle d'icelle… Reveuë, corrigée & grandement augmentée, par D.H.P.E.M.* [Didier Henrion]. Paris, Michel Daniel, 1619. Michel Daniel s'était fait une spécialité de la réédition et de la diffusion d'ouvrages plus anciens (Guybert, Chauvet, Hues, Gramont, etc.), activité qu'il pourrait avoir exercée à la limite de l'honnêteté, ainsi que le sous-entend Henrion dans sa *Collection mathématique* (1621) qui contient également sa version du livre d'Errard (cf. *infra*, chap. 8, §1).

[19] Errard, Jean, *La Geometrie et practique generalle d'icelle*, *op. cit*, fol. signé *aij*.

[20] *Ibid.*, fol. signé *aij*, verso.

contradictoires : il signale qu'il a inséré quelques démonstrations empruntées aux *Éléments* d'Euclide dans un but didactique, mais aussi celle de la duplication du cube, en précisant « combien que la pratique en soit mechanique ». Nous remarquons que c'est le même mot *démonstration* qui est employé dans les deux cas, mais dans la seconde, l'auteur annonce y présenter seulement une technique de construction de figures, la plus exacte possible[21].

La dédicace au roi (en tête de la première partie) nous permet de comprendre que l'objectif général de l'ouvrage est lié à une volonté d'éducation de la jeune élite du royaume. Les dédicaces des deux autres parties ne nous apportent pas d'autre information, puisqu'il s'agit surtout pour l'auteur de remercier deux personnages importants pour lui et pour la transformation politique du royaume : le Duc de Bouillon est son employeur à Sedan, où réside sa famille ; François d'Ô, Surintendant des finances, a été, à partir de 1593, l'artisan principal de la conversion du roi. Rien dans ces dédicaces convenues n'annonce le caractère innovant de l'ouvrage.

2.2. UNE STRUCTURE CLASSIQUE POUR DES CONTENUS NOUVEAUX

Le traité d'Errard est consacré à des questions de mesure, ce qui peut être le sens de l'expression « practique generalle ». Il ne s'y trouve aucun des exercices classiques de construction[22] qui constituaient l'essentiel d'un ouvrage comme *L'Usage de Geometrie* de Peletier[23]. De même, du point de vue théorique, nous ne trouvons énoncé aucun théorème des *Eléments* d'Euclide, auquel se réfère pourtant souvent l'auteur. Seule la première des citations mentionne le nom d'Euclide (*Comme il est monstré tant en la 2 que 4 du 6 d'Euclide*)[24], les suivantes étant abrégées (*par la 2 du 6*), selon l'usage de l'époque qui nous rappelle que les théorèmes euclidiens étaient bien connus.

L'ouvrage se distingue également de la plupart de ses équivalents disponibles à cette époque, essentiellement par l'absence de construction des figures classiques (les polygones réguliers, les patrons des solides réguliers…) et de résolution de problèmes ayant des

---

[21] Nous noterons cependant que cette construction ne figure pas dans le traité.

[22] Par exemple celui de la perpendiculaire à un segment donné passant par un point donné, qui est au fondement de nombre d'ouvrages de géométrie de construction de problèmes.

[23] Peletier, Jacques, *De l'usage de Geometrie, par Jaques Peletier, Medecin et Mathematicien. A Tresillustre Seigneur Messire Albert de Gondy, Comte de Rets*. Paris, Gilles Gourbin, 1573.

[24] Errard, Jean, *La Geometrie…*, *op. cit*, p. 4. Les deuxième et quatrième propositions du 6^{e} livre des *Éléments* d'Euclide correspondent à notre « théorème de Thalès » et à la similitude des triangles.

applications concrètes, comme le partage d'un champ en parcelles égales toutes attenantes à une même source. Certes, l'auteur aborde la question de la division de figures planes en parties dont les aires sont dans certaines proportions[25], mais il s'agit surtout de montrer que les parties des figures mesurées sont aussi mesurables. Par ailleurs, la courte digression sur la génération de triangles rectangles dont les mesures des côtés sont des entiers[26], équivalente à la recherche de triplets pythagoriciens, disparaît complétement de la seconde édition.

Cette suppression ultérieure confirme que l'ouvrage est exclusivement centré sur la mesure des objets géométriques à une, deux ou trois dimensions. La nouveauté réside dans l'attention portée aux objets non rectilignes, dont le mesurage n'était pas abordé dans les *Éléments* d'Euclide, mais dans les traités d'Archimède (disque, spirales, cônes, cylindres, conoïdes et sphéroïdes), et dont l'étude demande une bonne aptitude au calcul et une bonne connaissance des méthodes archimédiennes. Nous dirions que la *Geometrie* d'Errard se rapproche par sa structure et sa présentation de celle d'Oronce Fine[27], car elle est divisée en trois livres consacrés respectivement aux lignes, aux surfaces et aux solides. Mais dans la nature des objets étudiés, elle se rapproche davantage de l'*Underweysung der Messung*[28] de Dürer. Errard étend cependant son champ d'étude par l'application des méthodes de mesures des objets à d'autres objets qui en dépendent. Il explore systématiquement des parties d'objets géométriques (segments et secteurs de cercles, calottes sphériques, etc.) dans des corollaires d'exploration dont nous allons donner quelques exemples.

2.2.1. LES DÉFINITIONS : UN AIDE-MÉMOIRE POUR LES « RUDES »

Contrairement au reste de l'ouvrage, la première partie, consacrée aux définitions, n'est pas paginée. Remarquons d'ailleurs que dans la présentation de la seconde édition (en 1602), l'auteur remplace l'expression « au commencement de ce traicté » par « au devant de ce traicté », c'est-à-dire avant le traité lui-même, ce qui montre qu'il ne considère pas les définitions comme indispensables, mais comme une simple aide aux débutants auxquels il

[25] C'est le cas des triangles (p. 30), du disque (p. 35), des pyramides et des cônes (p. 65), de la sphère (p. 71).
[26] Second livre, chapitre 3 (*Comment sont mesurés les triangles rectangles*), corollaire 4 : *De la est manifeste que de tout triangle dicible qui sera en raison simple, l'un des costez estant donné, lequel on voudra, se pourront auβi trouuer les autres & par consequent le contenu d'icelluy* (Errard, Jean, *La Geometrie…*, *op. cit.*, p. 16).
[27] Pierre Forcadel, *La Practique de la geometrie d'Oronce…*, *op. cit.*, 1570.
[28] Dürer, Albrecht, *Underweysung der Messung mit dem Zirckel und Richtscheyt…*, *op. cit.*, 1525.

s'adresse. Nous noterons encore qu'aucune définition n'est accompagnée de figures, celles-ci venant « chacune en son lieu » comme l'écrira l'auteur dans sa *Fortification*[29].

L'organisation des définitions n'est pas totalement conforme à celle des *Éléments* d'Euclide car elle suit un ordre dicté par la nature des objets. Le point et les lignes (droites, courbes) viennent en premier avec les angles (rectilignes, curvilignes, mixtilignes) en tant qu'ils ne renferment pas de surface ; ce premier groupe de définitions se clôt sur le parallélisme[30].

Le deuxième groupe présente les superficies « fermées », à commencer par les triangles (dans toutes leurs configurations). Vient ensuite la litanie de tous les quadrilatères particuliers, avec la définition des diagonales et celle du gnomon d'un parallélogramme. Errard ne considère pas, le gnomon comme la somme de trois surfaces (un parallélogramme et deux compléments), mais le présente comme différence de deux parallélogrammes.

À propos des quadrilatères sans propriété particulière (côtés non parallèles, angles non égaux) qu'il appelle trapézoïdes ou tablettes, l'auteur précise : « Et d'icelles ne se peuve[n]t do[n]ner certains preceptes no[n] plus q[ue] des autres qui ont plusieurs angles.[31] » Cela dépasse les simples définitions de mots qui étaient fournies jusque-là. L'auteur se justifie ainsi de la présence de ces objets sans particularités, montrant bien que ce ne sont pas leurs propriétés qui l'intéressent, mais que c'est leur place dans son discours qui nécessite de les nommer. Dans le même ordre d'idées, il précise qu'il nommera *base* « la ligne que nous presuposons estre le fondement d'un triangle, d'un parallélogramme ou de quelque autre figure, quand on a seulement egard aux deux costez[32] ».

Les figures curvilignes sont le cercle, l'ovale et la spirale d'Archimède, dont le premier seulement appartient aux *Éléments* d'Euclide. Mais chez Errard, le cercle est défini mécaniquement comme « une superficie descripte de l'extremité d'une ligne droicte qui a l'autre extremité immobile, & menee jusques à tant qu'elle soit retournee à l'endroit d'où elle est premierement partie[33] », et non comme lieu des points équidistants d'un même centre. De même, la spirale est engendrée, conformément au livre *Des Spirales* d'Archimède[34], par un

---

[29] Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstree…*, *op. cit.*, 1600, p. 3.
[30] Définition qui est la dernière dans le Livre I des Éléments d'Euclide.
[31] Errard, Jean, *La Geometrie…*, *op. cit*, fol. *ãiiij* non paginé.
[32] *Ibid*., fol. *ãiiij*v non paginé.
[33] *Ibid*., *loc. cit.*
[34] Ver Eecke, Paul, *Les Œuvres complètes d'Archimède*, *op. cit*., p. 237-289, et les définitions, p. 261.

point parcourant à vitesse uniforme un segment qui fait un tour complet autour d'une de ses extrémités fixe, « iceluy point coulant au long de toute la ligne (en mesmes temps que le cercle se faict)[35] ». La troisième superficie curviligne étudiée est l'ovale, pour la définition de laquelle l'auteur ne trouve pas de formulation satisfaisante : « figure longue, comprise d'une figure non circulaire, ains [mais] courbe reguliere, ainsi appelé à cause de sa forme[36] ». Cette définition ambiguë fait sans doute implicitement référence à des axes de symétrie, mais elle renferme une pétition de principe langagière. Errard renvoie le lecteur au chapitre 10 de son second livre, dans lequel un ovale est tracé comme section du cylindre par un plan oblique par rapport à sa base (cf. *infra* §2.2.5 et Figure 4.21). Nous mesurons ici toute la difficulté engendrée par l'absence d'illustrations dans les définitions. S'agit-il de contraintes matérielles liées au coût de fabrication ? Ce choix semble en tout cas contraire à la volonté de clarté affirmée par l'auteur, qui avait fait dans le *Premier livre* la preuve de ses capacités de dessinateur. De manière analogue, l'aspect systématique qu'il donne à ses corollaires d'exploration l'entraîne dans des problèmes difficiles qu'il ne résoudra que partiellement, comme nous le verrons.

Le troisième groupe de définitions concerne les corps, dont l'exposition suit un ordre qui tient plus d'une approche par la vue et le toucher que par celle du mesurage, puisque leur classification dépend de la forme de leurs surfaces extérieures. Il n'y est pas question de parallélisme ou des propriétés d'incidence, les descriptions ne s'appuyant pas sur elles. Remarquons cependant que le livre III de la *Geometrie*,[37] traitant de la question des volumes, commence bien par l'affirmation de la primauté du cube comme unité de mesure universelle des solides, analogue à celle du carré pour les surfaces : « Tout ainsi qu'en la mesure des superficies planes, nous avons commencé par le quarré, aussi en la mesure des solides convient commencer par le cube comme par le plus simple de tous les solides rectangles[38] ». Signalons également que, hormis la place des polyèdres réguliers, les définitions de ce troisième groupe suivent globalement le plan de celles du livre XI des *Éléments* d'Euclide, qu'elles complètent par celles des cylindres et cônes à base ovale ou spirale et des ellipsoïdes (appelées sphéroïdes suivant Archimède).

---

[35] Errard, Jean, *La Geometrie…*, *op. cit*, fol. *ãv* non paginé et non signé.
[36] *Ibid*., *loc. cit*.
[37] *Ibid*., p. 45-80, « Le Troisieme Livre. De la mesure des solides. Et premier des rectangles ».
[38] *Ibid*., p. 45.

Errard invite d'abord son lecteur à considérer les pyramides, comme issues de polygones qu'un sommet extérieur au plan de base étend dans une troisième dimension : « La pyramide, est un corps ayant une figure plane rectiligne comme base, lequel corps finit en un poinct au-dessus de la base[39]. » Ces pyramides engendrent par composition trois polyèdres réguliers, octaèdre, dodécaèdre et icosaèdre. Puis les « solides rectangles » sont distingués par l'égalité de leurs faces : le cube a six faces carrées ; le « solide rectangle long d'un côté » est un prisme droit à base carrée, il a donc deux faces carrées et deux faces rectangulaires identiques ; le « solide rectangle long de deux côtés » est un pavé droit, dont toutes les faces sont des rectangles identiques deux à deux. Il n'y a que le « solide parallelipipede » (prisme quelconque à base quadrilatère) qui soit défini par le parallélisme de six quadrilatères deux à deux. Les autres prismes sont aussi nommés colonnes.

Les corps ronds (ou pour Errard : « corps compris de superficies circulaires ») sont les cylindres, les cônes, la sphère. La sphère est définie comme le solide compris « d'une seule superficie » et définie par le mouvement d'un « demy-cercle tournant un tour sur son dyametre immobile[40] », conformément à la définition euclidienne, si ce n'est l'utilisation du concept de tour. Les sphéroïdes (ellipsoïdes) sont définis de manière analogue par « un demy ovale qui faict un tour sur son diametre immobile[41] ».

Après la mention rapide des pyramides et cônes à base spirale, Errard conclut cette partie en abordant la question de la mesure des grandeurs : « Mesurer une grandeur est c[h]ercher combien de fois quelque mesure commune est trouvée en icelle.[42] » Quelles sont ces mesures communes ? Le vocabulaire euclidien ne doit pas nous tromper, les exemples donnés correspondent à des unités de mesure concrètes et non à des segments théoriques : pied, pas, aune, brasse, toise…, « mesures fameuses, esquelles toutes les autres de mesme genre se rapportent ». Ces mesures linéaires auront leurs exacts pendants carrés et cubes pour les surfaces et les solides.

Que conclure des choix d'Errard en ce qui concerne les définitions retenues ? Dans leur expression, ces définitions sont concises mais parfois ambiguës. L'auteur semble effectivement les considérer davantage comme un aide-mémoire pour ceux qui les auraient

[39] *Ibid*., *loc*. *cit*.
[40] *Ibid*., fol. *ãvii* non paginé et non signé.
[41] *Ibid*., fol. *ãvii*v non paginé et non signé.
[42] *Ibid*., fol. *ãviii* non paginé et non signé.

oubliées que comme de véritables définitions à destination des débutants. Il ne les accompagne pas de figures, comme c'est pourtant le cas dans la plupart des ouvrages de géométrie de l'époque. Il se distingue encore des autres ouvrages par la prise en considération de solides comme les sphéroïdes ou les cônes à base spirale, objets peu courants à cette époque. Pourtant, l'utilisation d'unités de mesure concrètes, et non mesures idéales, renvoie à des problèmes de la réalité. Cela se voit particulièrement dans le livre I[43] traitant de la mesure des longueurs et que nous étudions maintenant.

2.2.2. MESURE DES LIGNES INACCESSIBLES : L'USAGE DE L'INSTRUMENT

Errard explique que la mesure des lignes droites est le fondement de celle de tous les autres objets géométriques et qu'il va pour cela présenter un instrument de mesure par visée des lignes droites inaccessibles. Il s'excuse de l'aspect prosaïque de cette présentation, son instrument n'étant pas particulièrement perfectionné, mais il affirme qu'il s'agit d'une bonne introduction aux raisonnements qui viendront ensuite. Il fait appel pour cela au vocabulaire de l'expérience sensible, souhaitant favoriser la compréhension de son lecteur : « cecy servira seullement au Lecteur (en attendant mieux) pour veoir à l'œil, et toucher les raisons sur lesquelles les demonstrations suyvantes seront fondées[44]. » L'instrument lui-même n'est pas original (Annexe B2, Figure 4.3), car il peut être rapproché de celui qui a été longuement décrit par Jacques Peletier dans l'*Usage de Geometrie*[45] (Annexe B2, Figure 4.4), mis à part l'ajout d'un pied surmonté d'une rotule, qui nous fait retrouver le Jean Errard ingénieur du *Premier Livre.*

Nous le retrouvons encore dans sa manière d'exposer les « raisons » de la mesure par visée d'objets inaccessibles. Il propose en effet deux illustrations de la procédure. La première (Figure 4.5) montre les triangles que l'opérateur peut utiliser, avec le commentaire : « on peut par le ray de la veüe imaginer une ligne droicte tendente à l'autre bout de la proposee comme DB, ou CB ou EB, & par ce moyen former & figurer un triangle, duquel l'un des costez estant

[43] *Ibid.*, « Le premier livre de geometrie de J. Errard de Bar-le-Duc ? De la mesure des lignes droites. Et premier de la composition de l'instrument », p. 1-11.
[44] Errard, Jean, *La Geometrie…*, *op. cit*, p. 1.
[45] Peletier, Jacques, *De l'usage de Geometrie...*, *op. cit.*, p. 47-57.

connu, avec la quantité des angles, on peut facilement parvenir à la cognoisance des autres costez[46]. »

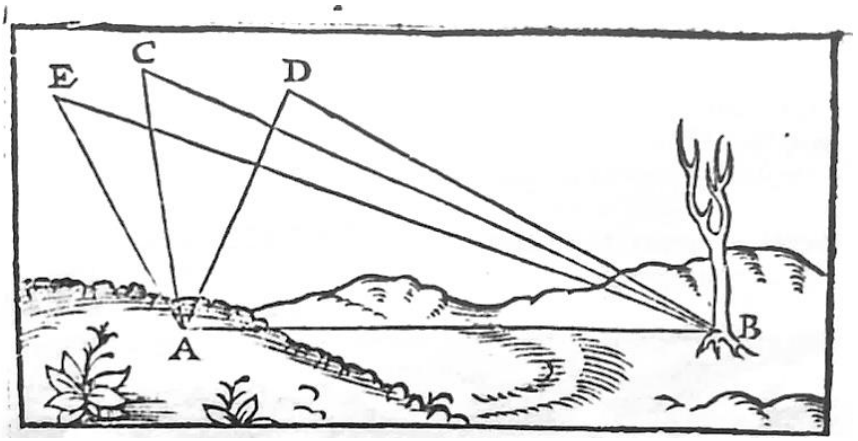


Figure 4.5

Le paysage de cette figure est dépouillé avec son arbre mort et son ciel vide, mais lorsqu'il s'agit de montrer l'opérateur en action, l'image est conçue avec quantité de détails (nuages, oiseaux, canards, arbre en feuilles…), comme si la présence humaine nécessitait une réelle mise en scène (Figure 4.6).

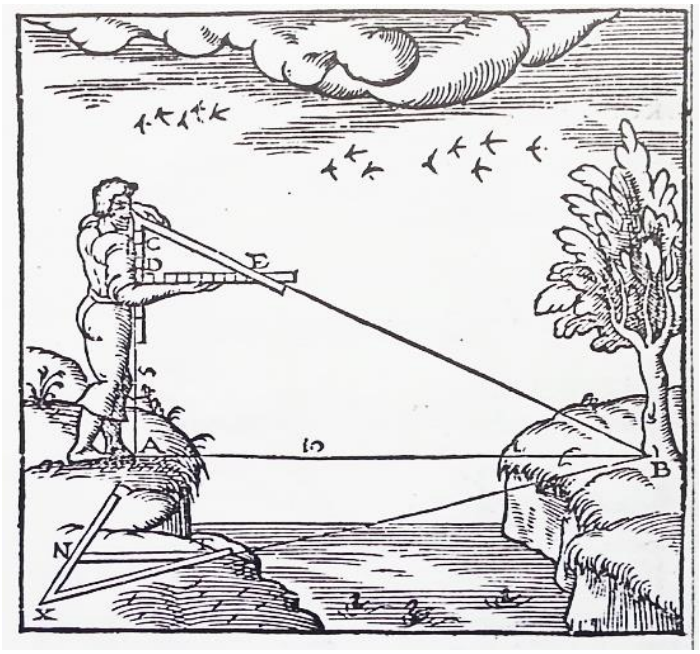


Figure 4.6

Cette présence humaine disparaîtra totalement des deux parties suivantes, qui ne décrivent aucune manipulation, mais font appel à des notions mathématiques bien plus difficiles que le

[46] Errard, Jean, *La Geometrie…*, *op. cit*, p. 3.

simple « théorème de Thalès ». Signalons cependant que la proportionnalité des longueurs dans les figures semblables, est parfaitement intégrée par l'auteur dans l'utilisation de son instrument.

Errard préconise en effet les rapports d'entiers, comme nous l'avons déjà remarqué à propos du *Premier livre*. Il indique ici qu'il faut régler la distance CD en fonction des données du terrain. Puisque AC vaut 5 pieds, l'utilisateur prendra 5 « petites mesures » entre C et D. Ainsi, s'il lit sur la règle horizontale une longueur DE égale à 10 petites mesures, il saura immédiatement que la largeur de la rivière vaut 10 pieds. Cette astuce est reprise dans les explications suivantes pour la mesure de la hauteur d'une tour ou de la profondeur d'un puits, et d'une certaine façon pour la mesure des aires, comme nous allons le voir.

2.2.3. MESURE DES AIRES : LES COROLLAIRES D'EXPLORATION ET LEURS DIFFICULTÉS

Errard donne les règles de calcul des aires des figures planes : rectangles, triangles rectangles, triangles obtusangles, acutangles, scalènes (formule de Héron), losanges, parallélogrammes et trapèzes, polygones réguliers et cercle, ellipses, et enfin, spirales. Hormis ces deux derniers cas, il examine systématiquement les conséquences qu'il peut tirer des règles qu'il vient d'énoncer. Cela se traduit par des corollaires dans lesquels il recherche les mesures des parties de l'objet (les hauteurs et les côtés des figures rectilignes, les segments et sections du cercle). Donnons l'exemple des triangles obtusangles.

Le chapitre 3 de la seconde partie traite de ce qu'Errard appelle suivant la terminologie de son époque les triangles ambligones[47]. Dans la première proposition, l'aire du triangle est posée égale au produit de la base (étant le côté sous-tendant l'angle obtus) par la moitié de la hauteur, ce que Forcadel en 1564 considérait comme un corollaire de la 41^{e} proposition des Eléments d'Euclide[48]. Puisque sa démonstration s'appuie sur la décomposition en deux triangles rectangles, Errard a choisi ces figures avec des côtés entiers, c'est-à-dire dont les mesures sont les triplets pythagoriciens 6-8-10 et 8-15-17 (Figure 4.7).

Le corollaire 1 donne la façon de trouver la longueur des segments [*GK*] et [*KH*] découpés par la hauteur [*FK*] sur la base [*GH*], en supposant connues seulement les longueurs *FG*, *GH*

---

[47] Errard, Jean, *La Geometrie…*, *op. cit*, Livre second, chapitre 3 « Comment sont mesurez les triangles ambligones », p. 17-20.
[48] Forcadel, Pierre, *Les six premiers livres des Elements d'Euclide*... Paris, Hierosme de Marnef & Guillaume Cavellat, 1564, p. 35.

et *FH* des côtés du triangle. Elle s'appuie sur la 13e proposition du Livre II des *Éléments* d'Euclide[49] : « Dans les triangles acutangles, le carré sur le côté sous-tendant l'angle aigu est plus petit que les carrés sur les côtés contenant l'angle aigu de deux fois le rectangle contenu par celui des côtés de l'angle aigu sur lequel tombe la perpendiculaire et par la droite découpée à l'intérieur par la perpendiculaire en-deçà de l'angle aigu »

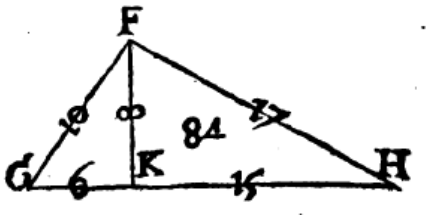


Figure 4.7

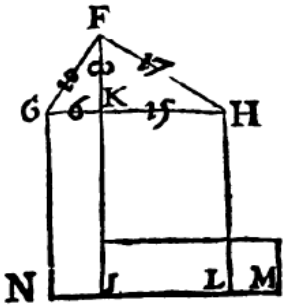


Figure 4.8

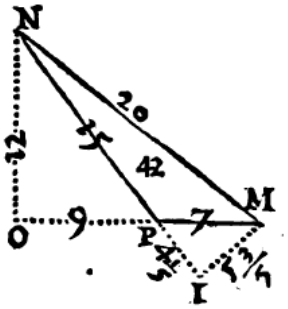


Figure 4.9

Errard considère ici *FGH* comme un triangle acutangle en *G* et de base [*FH*]. Il transcrit intégralement la démonstration de la proposition d'Euclide, comme il l'avait annoncé dans sa préface « Aux Lecteurs ». Si l'on excepte les mesures des longueurs indiquées sur les segments, la figure tracée est équivalente à celle des *Éléments* d'Euclide (Figure 4.8).

Le corollaire 2 montre comment la hauteur [*FK*] est calculée lorsque la longueur des segments découpés sur la base est connue. Errard applique le théorème de Pythagore (47e proposition du livre I des *Éléments* d'Euclide) au triangle *FGH*.

Le corollaire 3 est plus ambitieux puisque, connaissant les longueurs des trois côtés, il s'agit de mesurer la hauteur issue d'un des angles aigus du triangle (hauteur qui est donc extérieure à ce triangle, comme [*NO*] sur la Figure 4.9). Visiblement, la figure a été construite de manière à ce que les mesures des côtés du triangle ainsi que la hauteur *NO* et la distance *OP* soient des entiers. Errard a choisi le triangle *NOP* en lui donnant comme mesures des côtés le triplet pythagoricien 9-12-15 (triple de 3-4-5), puis tracé le second triangle rectangle *NOM*, partageant le même angle droit en *O*, en se servant du triplet 12-16-20 (quadruple de 3-4-5). Il fait appel à la 12e proposition du Livre II des *Éléments*[50], qui exprime le carré du côté

[49] Euclide, *Les Éléments, traduits du texte de Heiberg. Traduction et commentaire de Bernard Vitrac*. Paris, Presses Universitaires de France, coll. « Bibliothèque d'histoire des sciences », Vol. 1, Livres I à IV, 1990, p. 359.

[50] Que les enseignants appellent de nos jours « Théorème d'Al Kashi » ou « Théorème de Pythagore généralisé ». Euclide / Vitrac, *Les Éléments…*, *op. cit.*, p. 358.

sous-tendant l'angle obtus en fonction des autres côtés (et de ce qui revient au cosinus de l'angle obtus), que nous traduisons en termes modernes par l'égalité :

$$NM^2 = MP^2 + PN^2 + 2\times PM\times PO,$$

et par conséquent : $OP = \dfrac{NM^2 - PM^2 - PN^2}{2MP} = 9$, donc *OM* vaut 16.

Le théorème de Pythagore permet de calculer ensuite *NO*, qui vaut 12. Rappelons qu'Errard n'a pas l'usage de notre formalisme et qu'il n'écrit jamais un quotient de quantités désignées par des lettres, comme nous le faisons, ni *a fortiori* de racines de telles quantités. Cependant, dans sa rédaction, il ne fait pas de différence entre les nombres et les objets géométriques qu'ils mesurent. Citons par exemple la conclusion de ce paragraphe[51] :

> *Si donc le quarré OM (c'est-à-dire 256) est soustraict du quarré de NM, il restera 144 pour le contenu du quarré de NO, duquel nombre la racine quarrée 12 sera la longueur de la perpendiculaire NO. Quant donc on multipliera icelle perpendiculaire par la moictié du costé, qui aura esté prolongé, ou la moicite d'icelle perpendiculaire par le mesme costé, il en prouiendra l'aire du triangle ambligone.*

Nous constatons une équivalence, au moins de désignation, entre les figures géométriques, les grandeurs qui les caractérisent et les mesures de ces grandeurs.

Le corollaire 4 franchit une étape supplémentaire dans l'exploration, car il y est affirmé la possibilité de trouver la longueur d'un côté connaissant celle des deux autres et l'aire du triangle. Cette recherche s'illustre par le même schéma géométrique (figure 4.9), et reprend les calculs du corollaire 3, mais, pour justifier son assertion, Errard doit envisager tous les cas possibles et par conséquent sortir du contexte dans lequel les mesures étaient entières. En effet, si ce sont les côtés *MN* et *NP* qui sont connus, la construction du corollaire 3 implique de projeter *M* orthogonalement sur le côté [*NP*] prolongé. Le point *I* étant le projeté de *M*, les mesures de *PI* et *MI* ne sont plus entières et les calculs s'en trouvent compliqués, sans grande difficulté cependant puisque ces mesures restent rationnelles ($4\frac{1}{5}$ et $5\frac{3}{5}$).

Après le corollaire 4, Jean Errard envisage le calcul de l'aire du triangle dans le cas où les côtés sont de mesures irrationnelles, ou, dans ses propres termes « incommensurables, ne se pouvans exprimer par aucun nombre precis pour faire toutes les operations devant dictes ». Il

[51] Errard, Jean, *La Geometrie…*, *op. cit*, p. 19.

emploie aussi le terme *indicible*, mais jamais *irrationnels* ou *sourds*. Stevin s'était élevé, dans son *Arithmetique* contre l'utilisation de ces termes qui interdit de concevoir un ensemble unifié de nombres[52]. Nous pensons qu'Errard était un lecteur de Stevin, car bien qu'il n'utilise pas la *Disme* (mais qui l'utilisera ?) ou les notations algébriques stéviniennes, ces deux ingénieurs ont beaucoup en commun, comme nous aurons l'occasion de le vérifier.

Le calcul de l'aire du triangle dans le cas indiqué pose problème. La figure considérée par l'auteur (Figure 4.10) présente les mesures des côtés du triangle : 6 pour *AB*, $\sqrt{206}$ pour *AC* et $\sqrt{110}$ pour *BC*. Mais la valeur calculée de *BD* sera égalé à 5, donc *AD* vaut 11. Nous pourrions nous attendre à des valeurs choisies de manière à simplifier les calculs, comme c'était le cas pour le corollaire 3 (cf. *supra*, Figure 4.7), mais les résultats ne coïncident pas.

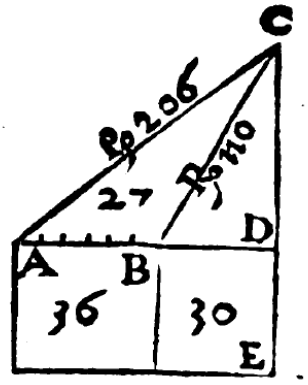


Figure 4.10

La valeur de l'aire indiquée sur le schéma est 27, ce qui impliquerait une hauteur *CD* égale à 9, mais nous obtiendrions alors $\sqrt{202}$ pour *AC* et $\sqrt{102}$ pour *BC*. Finalement, Errard obtient pour DC^2 une valeur de 80, au lieu de 85 obtenue en soustrayant 25 de 110 comme annoncé, ce qui semble une erreur de calcul. La méthode de calcul, basée sur la proposition 12 du Livre II des *Éléments*[53], est complexe, et visiblement Errard s'est égaré, ce qui souligne un des inconvénients de l'exploration par corollaires. Les calculs sont si nombreux et parfois si complexes qu'il est difficile de les mener correctement à leur terme. La fin du paragraphe est confuse, elle sera modifiée dans l'édition de 1602, probablement par Errard lui-même. La

---

[52] Stevin, Simon, *L'Arithmetique de Simon Stevin de Bruges : contenant les computations des nombres Arithmetiques ou vulgaires. Auβi l'Algebre, avec les equations de cinc quantitez…* Leyde, Christophle Plantin, 1585, p. 33-37 : « Qu'il n'y a aucuns nombres absurdes, irrationnels, irreguliers, inexplicables ou sourds »

[53] « Dans les triangles obtusangles, le carré sur le côté sous-tendant l'angle obtus est plus grand que les carrés sur les côtés contenant l'angle obtus de deux fois le rectangle contenu par celui des côtés de l'angle obtus sur lequel tombe la perpendiculaire et par la droite découpée à l'extérieur par la perpendiculaire au-delà de l'angle obtus » (Euclide / Vitrac, *Les Éléments…*, *op. cit.*, p. 358).

figure indiquera alors 25 au lieu de 27 pour l'aire du triangle, ce qui n'est pas plus correct (Annexe B2, Figure 4.11). C'est dans l'édition d'Henrion en 1619 que les calculs seront définitivement corrigés. Le schéma (Annexe B2, Figure 4.12) indiquera cette fois-ci une aire de $27\frac{2}{3}$.

2.2.4. LA MÉTHODE ARCHIMÉDIENNE REVISITÉE : LA *MESURE DU CERCLE*

Errard se présente dans la *Refutation* (cf. *supra*, chap. 3) comme le défenseur des conceptions d'Archimède, mais il les reprend à sa manière. Il va en tirer le meilleur, c'est-à-dire les principes et les méthodes, mais les faire évoluer en fonction des connaissances de son époque. C'est que contrairement à Scaliger, il en comprend le sens, à défaut de pouvoir le traduire à la lettre. Nous donnons d'abord un exemple qui nous paraît très significatif, celui du calcul approché de l'aire du disque.

Le texte de la *Mesure du Cercle* d'Archimède est bien connu à l'époque d'Errard, puisqu'il a été édité plusieurs fois (1544 par Venatorius, 1558 par Commandin), repris par Buteon dans sa réfutation (cf. *supra*, chap. 3, §3.1), mais aussi par Tartaglia dans son édition de 1543[54]. L'auteur procède en trois propositions : 1° L'aire du disque est égale à celle d'un triangle rectangle dont l'un des côtés de l'angle droit vaut la circonférence du cercle et l'autre son rayon, ce qui est démontré par double réduction à l'absurde ; 2° Le rapport du cercle au carré de son diamètre est celui de 11 à 14, résultat démontré en utilisant celui de la proposition suivante[55] ; 3° Le périmètre du disque vaut le triple de son diamètre augmenté d'une partie inférieure au septième de ce diamètre, mais supérieur à ses dix soixante-et-onzièmes. La démonstration de cette dernière proposition se base sur l'inscription et la circonscription de polygones dont le nombre de côtés double à chaque étape, depuis trois jusqu'à quatre-vingt-seize. Nous y reviendrons en détail plus loin lorsque nous analyserons celle de la *Geometrie*.

La reconsidération du texte d'Archimède

La première différence fondamentale entre le texte d'Errard et celui d'Archimède est la mise en perspective par le premier de la méthode qu'il utilise. Il insère en effet son chapitre[56]

---

[54] Archimède, *Opera Archimedis Syracusani Philosophie et Mathematici ingeniosissimi per Nicolaum Tartaleam Brixianum*… Venise, Venturirus Ruffinellus, 1543, fol. 29v-31.

[55] Ce qui pose problème quant à la logique de l'ensemble et fit penser aux éditeurs modernes (Heiberg, Heath…) qu'il pouvait s'agir d'une erreur ou d'une interpolation (cf. Ver Eecke, Paul, *Les Œuvres complètes d'Archimède*, *op. cit.*, p. 129).

[56] Errard, Jean, *La Geometrie…*, *op. cit*, Chapitre 9 « De la Mesure du Cercle », p. 30-38.

dans une progression qui va des triangles aux spirales, le cercle venant après les polygones réguliers. C'est à ces derniers qu'il relie d'abord la mesure du cercle[57] :

> *Mesurer l'aire d'un cercle, & celle d'un polygone, est une mesme chose. Et comme nous avons cy devant monstré, qu'il faut prendre une ligne droite egale au circuit du polygone, & la multiplier par la moitié de la perpendiculaire tirée du centre sur chacun costé, pour avoir le contenu du polygone, ainsi, Pour obtenir le contenu d'un cercle, il convient multiplier sa circonference, par la moitié de la perpendiculaire, c'est à dire, par la moitié du demidiametre dudit cercle, & le produit sera le contenu dudit cercle.*

Voici donc le théorème I d'Archimède introduit comme une extension de la technique de mesure de l'aire des polygones réguliers. Errard ne se prononce pas sur la nature des objets géométriques eux-mêmes, mais seulement sur l'analogie entre les façons de les mesurer, car la présentation du cercle comme limite de polygones impliquerait un recours à l'infini qu'il évite systématiquement dans tout son ouvrage. Précisons cependant que l'infini se trouve implicitement envisagé dans la seule « notion commune » (i.e. axiome) de l'ouvrage, présentée à la suite des définitions : « Entre deux grandeurs inegalles peut estre considerée un[e] autre grandeur plus grande que la plus petite & plus petite que la plus grande.[58] » En effet, il est possible d'itérer indéfiniment l'insertion de grandeurs, puisque celle qui est considérée est strictement comprise entre les deux premières, créant avec elles deux nouvelles paires de grandeurs inégales. D'ailleurs, faisant un peu plus loin référence à cet axiome, Errard le reformule en ces termes : « Entre deux grandeurs inegalles peuvent estre infinies grandeurs inegalles[59]. » Cette formulation explicite d'un « axiome de densité », de l'existence d'un infini en acte, dépasse celle des propositions III à VI du traité *De la Sphère et du Cylindre* d'Archimède[60], dans lesquelles l'axiome errardien semble puiser son expression. Le recours à cet axiome permet à l'auteur d'abréger la démonstration de la première proposition en évitant de rentrer dans les mêmes détails qu'Archimède, mais en affirmant l'existence d'une figure rectiligne (de forme non précisée) dont la longueur est comprise entre celle du cercle et celle du triangle de la première proposition. En substance, sa démonstration est équivalente à celle d'Archimède.

---

[57] *Ibid.*, p. 30.
[58] *Ibid.*, p. 30.
[59] *Ibid.*, p. 30.
[60] Ver Eecke, Paul, *Les Œuvres complètes d'Archimède*, *op. cit.*, p. 8-14.

Au moment de passer à la suite de son exposé, il devient encore plus visible qu'Errard a écrit sa *Mesure du cercle*, non pas en réitérant le texte d'Archimède, mais en le reconsidérant complètement, ne gardant que ce qui convient à la mesure effective de l'aire du disque. C'est ainsi qu'il écarte la proposition II du traité d'Archimède, qui n'est pas indispensable à la recherche. Le petit texte de transition entre la proposition I que nous avons citée et la reformulation de la proposition III d'Archimède placent définitivement ce chapitre sous le patronage du savant syracusain, à ceci près qu'encore une fois le texte n'est pas respecté à la lettre, ni même au nombre, car l'encadrement d'Errard est constitué de fractions plus simples que celui d'Archimède, à savoir deux inverses d'entiers consécutifs ($\frac{1}{8}$ et $\frac{1}{7}$)[61] :

> *Mais dautant que jusques à present, la juste longueur de la circonference du cercle n'a point esté trouvee : on a accoustumé d'user de l'invention d'*Archimedes*, laquelle est plus prompte, & plus approchante de la juste mesure que nulle autre. Ceste invention est que : La circonference du cercle, contient trois fois le diametre, & peu moins d'une septiesme partie d'iceluy diametre, & plus de la huictiesme partie du mesme diametre.*

Il aurait donc été possible d'utiliser pour l'équivalent de π l'un ou l'autre des rapports $\frac{22}{7}$ et $\frac{25}{8}$. Errard tranche en faveur du premier, en comparant les valeurs numériques qu'il a trouvées. Il précise : « on a accoustumé pour approcher plus pres de la chose mesme, donner à la conference (sic)[62] du cercle trois fois le diametre & une septiesme partie. » Le choix de cette valeur de vingt-deux septièmes est dicté par la commodité, les mathématiciens savent bien que ce n'est pas une valeur exacte. Archimède n'avait d'ailleurs pas cherché à calculer un nombre, mais à encadrer le rapport de la circonférence au diamètre, étant ainsi le premier des approximateurs, et non un quadrateur. Errard justifie ainsi sa modification de l'encadrement : « Ceste demonstration est d'Archimedes, & non le nombre que nous prenons (qui est plus petit) pour la facilité[63]. » Nous retrouvons dans ces deux citations la distinction déjà soulevée entre la rigueur logique de la géométrie et les applications numériques. Errard s'autorise à modifier la borne inférieure, puisqu'il ne s'agit que de valeurs numériques

---

[61] Errard, Jean, *La Geometrie…*, *op. cit*, p. 31.
[62] Cette coquille n'est pas corrigée dans la seconde édition de 1602, mais le sera par Henrion en 1619. En revanche, une coquille de 1594 (*OBS* au lieu de *OBA*, p. 38) est corrigée en 1602 mais pas en 1619.
[63] *Ibid*., p. 35.

approchées. Plus que les valeurs obtenues, c'est la démarche d'Archimède qui l'inspire et dont il tirera sa propre démonstration. Examinons cette démonstration, en suivant les explications de notre auteur, mais avec nos notations et mesures d'angles modernes.

Démonstration de la proposition fondamentale (1) : majoration du rapport

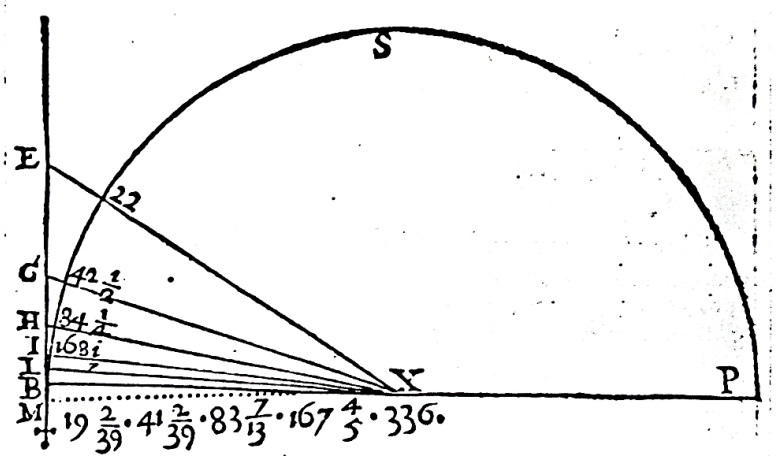


Figure 4.13

Dans la première partie de la démonstration, il s'agit de trouver la borne supérieure de l'encadrement recherché en calculant une valeur approchée par défaut du périmètre d'un polygone à 96 côtés circonscrit à un cercle.

Soit le cercle de diamètre [*PB*] et de centre *X* (Figure 4.13). Sur sa tangente en *B*, (*TE*), on place successivement les points *E*, *G*, *H*, *I* et *L* tels que les angles *EXB*, *GXB*, etc. soient respectivement le tiers d'un angle droit (soit 30°), puis la moitié de ce tiers, puis encore la moitié, et ainsi de suite jusqu'à *LXB*, qui sera un quarante-huitième d'un angle droit (soit 1,875°). Si *M* est le symétrique de *L* par rapport au diamètre [*PB*], le segment [*LM*] représentera donc le côté du polygone à 96 côtés circonscrit au cercle. Toute la difficulté réside dans les calculs successifs des valeurs approchées par défaut des côtés [*EB*], [*GB*], etc.

Archimède était extrêmement concis mais ne donnait ni citation des théorèmes utilisés, ni détail des calculs effectués. Nous n'en avons pas non plus trouvé dans les éditions de Tartaglia et de Commandin. Seul Buteon à cette époque reproduit les commentaires d'Eutocius d'Ascalon et y ajoute les siens, qui ne vont guère plus loin que le détail des calculs. Dans l'état actuel de nos recherches, nous pouvons donc affirmer que Jean Errard a été le premier à expliquer de façon éclairante la méthode d'Archimède d'un point de vue géométrique. Cela passe par la citation des théorèmes euclidiens utilisés et l'explicitation des valeurs numériques intermédiaires, qui peuvent être lues sur les segments mêmes qu'elles mesurent (Figure 4.13). Mais ces valeurs nous posent problème : pourquoi croissent-elles de haut en bas, alors que les longueurs des segments vont diminuant ? De même, pourquoi la

valeur du rayon *XB* varie-t-elle de $19\frac{2}{39}$ à $167\frac{4}{5}$? Nous allons découvrir, en suivant le texte de la *Geometrie* d'Errard, qu'il s'agit là d'une des spécificités de l'auteur.

Puisque [*XG*) est la bissectrice de l'angle *EXB*, nous pouvons affirmer, d'après la proposition 3 du livre VI des Éléments d'Euclide (en notation abrégée, la proposition VI-3[64]) que le rapport des segments [*EG*] et [*GB*] découpés sur la base est égal à celui des côtés correspondants du triangle : $\frac{EX}{XB}=\frac{EG}{GB}$. D'après, la proposition V-18[65], cette proportion devient : $\frac{EX+XB}{XB}=\frac{EG+GB}{GB}=\frac{EB}{GB}$, d'où $\frac{EX+XB}{EB}=\frac{XB}{GB}$ (proposition V-16[66]). Errard généralise ce premier résultat : « & ainsi de tous les autres triangles suivans les deux costez ensemble auront mesme raison à la base, que le plus petit costé à la plus petite partie de la base divisée comme dit a esté, par la ligne qui coupe langle en deux également[67]. »

Il trouve successivement : $\frac{GX+XB}{GB}=\frac{XB}{HB}$, $\frac{HX+XB}{HB}=\frac{XB}{IB}$ et $\frac{IX+XB}{IB}=\frac{XB}{LB}$, ce qui lui permettra d'obtenir en cascade les valeurs cherchées. Voilà pour la partie géométrique de démonstration.

Lorsqu'il passe aux applications numériques, Errard ne reste pas sur le chemin tracé par Archimède, pour lequel la valeur du rayon du cercle était fixée une fois pour toutes. Au contraire, il use d'un procédé dans lequel il est tentant de reconnaître l'analogue du changement d'échelle dont il se servira dans la *Fortification* : *EX* étant posé égal à 22, et par conséquent *EB* égal à 11, le théorème de Pythagore donne $XB=\sqrt{343}>\approx 19\frac{2}{39}$, donc $\frac{XB}{EB}>\approx\frac{19\frac{2}{39}}{11}$ et $\frac{XB}{BG}=\frac{XB+EX}{EB}>\approx\frac{41\frac{2}{39}}{11}$. Mais Errard choisit alors de poser $XB=41\frac{2}{39}$ et *BG* = 11, d'où il tire $XG\approx 42\frac{1}{2}$, ce qui explique les longueurs indiquées sur la figure. En effet, Archimède ne modifiait aucune des longueurs calculées, conservant systématiquement comme dénominateur des rapports le nombre 153 choisi au départ pour la longueur *EB* (que

---

[64] « Si l'angle d'un triangle est coupé en deux [parties égales] et que la droite coupant l'angle coupe aussi la base, les segments de la base auront le même rapport que les côtés restants du triangle […] » (Euclide / Vitrac, *Les Éléments…*, *op. cit.*, vol. 2, p. 161).

[65] « Si des grandeurs sont en proportion par séparation, elles seront aussi en proportion par composition » (*Ibid.*, p. 107).

[66] « Si quatre grandeurs sont en proportion, elles seront aussi en proportion de manière alterne » (*Ibid.*, p. 99).

[67] Errard, Jean, *La Geometrie…*, *op. cit*, p. 32.

nous appellerions le sinus de l'angle *EXB*). Pour Errard, le dénominateur reste aussi constant, égal à 11, mais il représente maintenant successivement la longueur des côtés verticaux *EB, GB, HB,* etc. Chacun de ces triangles est considéré comme ayant un côté vertical de mesure 11, c'est la raison de la progression croissante des valeurs numériques sur la Figure 4.13. L'auteur agit sur cette figure comme s'il en agrandissait les détails à chaque étape. La figure devient donc elle aussi un outil, en ce qu'il est possible d'en adapter les dimensions en fonction du problème posé pour la commodité des opérations et la conservation des proportions calculées auparavant.

Se limitant au même polygone de 96 côtés qu'Archimède, Errard obtient comme dernier rapport celui de *XB* à *BL*, ou de *IX* + *XB* à *BI*, soit le rapport de $167\frac{4}{5} + 168\frac{1}{7}$ à 11, c'est-à-dire un peu moins de celui de 336 à 11. Les valeurs numériques mises à part, l'auteur conclut dans les mêmes termes qu'Archimède[68] :

> *Or LM est le costé d'un polygone de 96 costez, tellement que 96 multipliez par 11 font 1056 pour le circuit dudict polygone & le diametre estant posé de 336 & soustraict 3 fois de 1056, restera 48, qu'est la septiesme partie de 336. Or le diametre du cercle & du polygone est une mesme chose par la construction, & la circonference du cercle moindre que celle du polygone : dont sensuyvra finallement que la circonference du cercle est moindre que trois fois, & une septiesme partie de son diametre.*

Errard a présenté cette première partie de la démonstration sous une forme algorithmique en mettant en valeur la permanence de la validité des trois théorèmes euclidiens cités. Là où Archimède s'appuyait sur les dimensions fixes de la figure (côté vertical du premier triangle, diamètre du disque), il modifie au contraire la mesure du côté qu'il utilise comme une sorte de pivot. Nous ne considérons pas cette modification de la méthode archimédienne comme une simple astuce technique, mais comme la manifestation du rôle fonctionnel que peut représenter la figure, dont la taille peut être choisie selon les besoins de la démonstration. L'aspect itératif de la méthode ancienne est privilégié au détriment de la fixité de la figure. Le deuxième versant de la démonstration fait appel à un procédé analogue.

---

[68] *Ibid*., p. 33.

Démonstration de la proposition fondamentale (2) : minoration du rapport

Le cercle de cette deuxième partie a pour diamètre [*BD*] et son centre n'est pas précisé (Figure 4.14). Les points *C*, *E*, *G*, *I* et *M* sont placés successivement sur la circonférence de telle sorte que les angles *BCD*, *BED*, etc. valent, comme dans la première partie, de 30° à 1,875°, le dernier côté [*MD*] étant celui du polygone inscrit à 96 côtés.

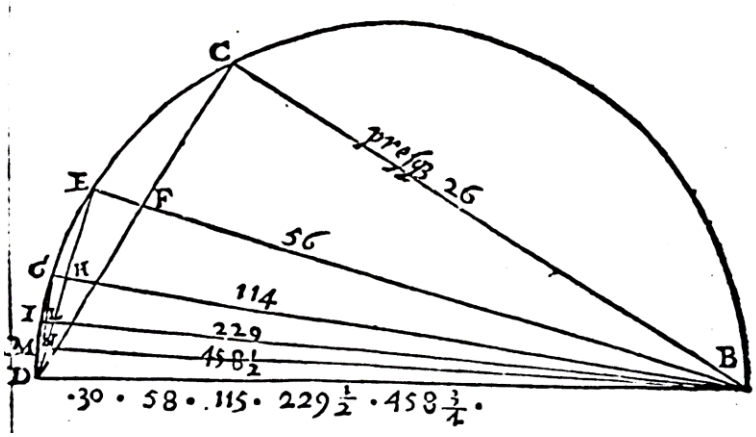


Figure 4.14

Du fait de l'utilisation des bissectrices et de l'inscription des angles dans le demi-cercle, la figure présente de nombreux triangles semblables, que les deux auteurs vont utiliser pour établir leurs rapports, mais, ici aussi, Errard se distingue par la mise en œuvre itérative de principes applicables à toutes les étapes. Prenons l'exemple de la première de ces étapes.

Archimède, sans choisir formellement de valeur pour les longueurs des côtés de *BCD*, majore le rapport de *BC* à *CD* par celui de 1351 à 780, sans justification mais il est possible de vérifier la finesse de l'approximation. En effet, *DC*, côté de l'hexagone inscrit dans le cercle, est la moitié du diamètre *DB*. Le théorème de Pythagore appliqué au triangle *DBC* donne : $BC^2 = 3CD^2$, d'où un rapport égal à $\sqrt{3}$. Nous ne savons pas comment Archimède a obtenu le couple 1351/780[69], mais il se trouve qu'effectivement : $1531^2 = 3 \times 780^2 + 1$, et la valeur approchée est la meilleure possible avec un dénominateur à moins de quatre chiffres[70]. Les couples de tels entiers (a, b) vérifiant $b^2 = 3a^2 + 1$ étant assez rares[71], devons-nous être

[69] Pour un rappel des hypothèses de Heath et autres historiens, ainsi qu'un point sur les plausibles méthodes utilisées par Archimède, voir Davies, E. Brian, *Archimede's calculation of square roots*, online publication, Department of Mathematics, King's college, London, 2011.

[70] De même pour les valeurs retenues dans la première partie de la démonstration, 265 et 153, il s'avère que $3 \times 153^2 = 265^2 + 2$ (Cf. Ver Eecke, Paul, *Les Œuvres complètes d'Archimède*, *op. cit.*, p. 130, note 1 & p. 132, note 2).

[71] (4 ; 7), (15 ; 26), (56 ; 97), (209 ; 362) et (780 ; 1351).

surpris qu'Errard choisisse l'un d'entre eux pour ses propres mesures ? Il pose en effet le diamètre *BD* égal à 30 et par conséquent *DC* égal à 15, qui vérifie : $3 \times 15^2 + 1 = 26^2$, et nous lisons sur la Figure 4.14 « presq[ue] 26 » comme mesure du segment *BC*. Ce n'est certainement pas un hasard, nous y voyons au contraire un indice supplémentaire d'une compréhension parfaite du texte et de la démarche de la *Mesure du cercle*. Il s'agit d'une réappropriation de la méthode, usant des valeurs les plus simples donnant une majoration suffisamment fine (l'écart avec $\sqrt{3}$ étant inférieur à un millième). Dans la suite de la démonstration, une autre différence apparaît entre les deux auteurs, c'est le choix des triangles qui font l'objet de calculs.

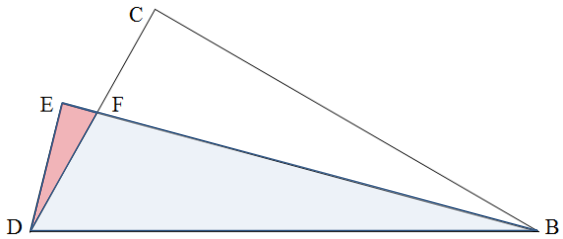


Figure 4.15

Archimède se réfère aux mêmes théorèmes que dans la première partie, appliqués à une série de triangles emboîtés. Il se base sur le triangle *BED* et considère sa similitude avec *FED* (Figure 4.15), restant implicitement au niveau de la première construction, c'est-à-dire « à l'intérieur » de *BED*. Dans les étapes successives de ses calculs, il prendra toujours comme référence (qui équivaut au dénominateur des fractions) le diamètre *BD*, posé de 780, d'où la raison du choix de cette grande valeur initiale.

Errard, lui, se base sur la similitude des triangles *BCF* et *BED* (Figure 4.16), établissant ainsi une relation de proportionnalité entre le triangle de départ et le premier triangle construit, relation de récurrence qu'il pourra ensuite transférer successivement à tous les autres triangles. De ce fait, il modifiera à chaque étape les dimensions des côtés des triangles, fixant le petit côté de l'angle droit à 15. Par exemple à la première étape, le calcul donne un rapport de *BE* à *ED* inférieur et presque égal à celui de 56 à 15. Le côté *BE* est donc posé égal à 56 et *ED* à 15 ; *BD* sera alors inférieur et presque égal à 58. Comme pour la première partie de la démonstration, la valeur numérique 15 sert de pivot à l'itération et la valeur de *BD* est recalculée à chaque étape. Le dernier rapport évalué est

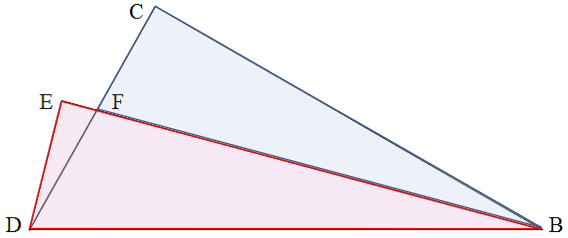


Figure 4.16

celui de *MD* à *BD* (Figure 4.14), ou de *BI* + *BD* à *ID*, inférieur à celui de $229 + 229\frac{1}{2}$ (soit $458\frac{1}{2}$) à 15. Prenant alors *BD* = $458\frac{3}{4}$ et *MD* = 15, Errard conclut[72] :

> *Il est donc évident que* MD *est le costé d'un polygone de 96 faces, qui aura de circuit 1440 : dans lequel nombre se trouve trois fois 458 & 3 quarts & restent 63 & 3 quarts : mais ce nombre est plus de la huictiesme partie de 458 & 3 quarts (car la huictiesme partie est 57 & 11 trente deuziesmes seullement) Il sensuit donc que le cercle (qui est plus grand que le polygone) contient trois fois le diamètre BD, & plus d'une huictiesme partie d'icelluy diametre.*

Ce résultat établi, l'auteur donne la règle, courante à cette époque[73], selon laquelle un cercle de rayon 7 pieds a pour circonférence 44 [pieds] et pour aire 154 pieds [carrés], valeurs obtenues en utilisant le rapport choisi de $\frac{22}{7}$. La démonstration rigoureuse qui vient d'être lue ne l'empêche pas de conclure par cette règle simple. L'illustration donnée permet aux lecteurs « rudes » une mémorisation aisée (Figure 4.17).

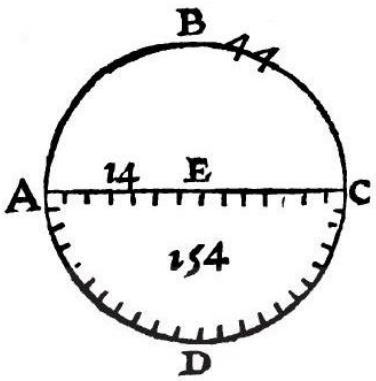


Figure 4.17

Les corollaires d'exploration du cercle

Ce chapitre du livre II de la *Geometrie* contient pas moins de sept corollaires ayant trait à la mesure de parties du cercle ou à son découpage en deux parties de mesures proportionnelles à des quantités données. Le premier[74] affirme la « facille » mesurabilité de toutes les parties du cercle, c'est-à-dire en fait ses secteurs (comme *BFCA*, surligné en bleu sur la Figure 4.18) et ses segments ou sections (comme *BFCE*, surligné en rouge sur la même figure). Le cercle choisi pour l'illustration est

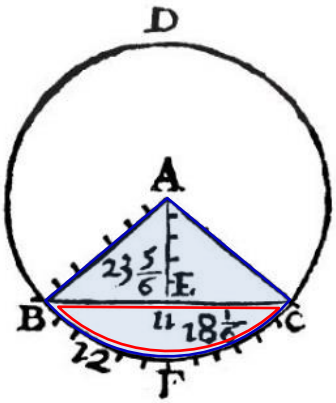


Figure 4.18

[72] Errard, Jean, *La Geometrie…*, *op. cit*, p. 35.
[73] Cf. par exemple La Roche, Estienne de, *Larismethique novellement composee par maistre Estienne de la roche, dict Villefra[n]che natif de Lyon sus le Rosne*…, Lyon, Constantin Fradin, 1520, fol. 220v : « Et on doit scauoir que 7 de diametre donnent 22 de circonference […] Et encores usent les modernes par deffault de meillieurs regles. Pource que la quadrature du cercle est science qui nest pas encores trouuee. »
[74] Errard, Jean, *La Geometrie…*, *op. cit*, p. 35, « Corollaire 1 : *Toutes les parties du cercle seront auβi facillement mesurees.* »

identique au précédent, cela se lit sur le rayon *AB* qui porte 7 graduations. Pour l'aire du secteur, la longueur de l'arc *BC*, posée de 12 pieds, est multipliée par le rayon $3\frac{1}{2}$, pour un résultat de 42 (sans unité de mesure). Pour celle de la section, la base *BC* du triangle *ABC*, posée de 11, est multipliée par la moitié de sa hauteur *AE*, posée de $4\frac{1}{3}$, donne l'aire du triangle égale à $23\frac{5}{6}$, qui est soustrait de 42, pour un résultat de $18\frac{1}{6}$. Les valeurs numériques posées ont dû être déterminées d'une manière analogue à celle des valeurs 15, 30 et « presque 26 » du théorème précédent, dans une recherche de triplets quasi-pythagoriciens adaptés au triangle *AEB* dont l'hypoténuse *AB* mesure 7 pieds. En effet, les côtés de ce triangle, $4\frac{1}{3}$, $5\frac{1}{2}$ et 7, sont les sixièmes de 26, 33 et 42 qui vérifient : $42^2 = 33^2 + 26^2 + 1$. L'arc *BC* mesure alors $7 \times 2\text{Arcsin}\left(\frac{4\frac{1}{3}}{7}\right)$, soit une valeur supérieure à 12,6 pieds, au lieu de 12, ce qui confirme l'idée selon laquelle la figure a été bâtie sur le triangle *AEB* et que la longueur d'arc a été évaluée de manière approximative, ce qui n'importait pas pour les calculs.

Le second corollaire explique comment est calculée l'aire de la surface d'une lunule découpée dans un disque par un autre disque[75], calcul qui n'est plus qualifié de « facille » (Figure 4.19). Effectivement, le lecteur est confronté à des difficultés de compréhension d'un texte un peu obscur. Errard a tracé deux cercles sécants dont il a choisi les diamètres égaux à 14 et 21 pieds, ce qui donne des circonférences entières de 44 et 66 pieds. Son but est de trouver la valeur de l'aire de la lunule *ACDB* et de la lentille *ACDE*. Pour la première, il utilise naturellement le corollaire précédent pour calculer l'aire du segment *ABDO* du cercle de centre *F*, dont il soustrait le segment *ACDO* du cercle de centre *M*. Et la seconde s'obtient en soustrayant le résultat de l'aire du disque *AEDB*.

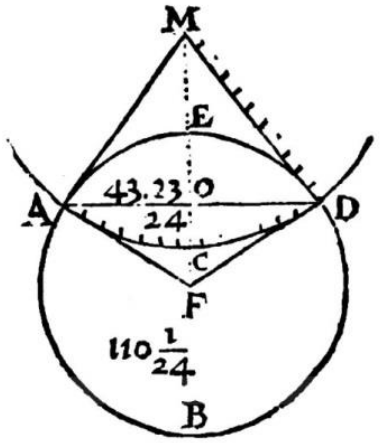


Figure 4.19

Lorsqu'il s'agit de préciser les données de la figure tracée, Errard n'est pas très clair. Nous découvrons vers la fin du texte que l'arc *AED* est le tiers de la circonférence, mais il est posé de 14 pieds au lieu de $14\frac{2}{3}$, ce qui n'empêche pas l'auteur d'affirmer qu'il est le tiers de 44.

[75] *Ibid*., p. 36, « Corollaire 2 : *Il s'ensuyura auβi que la section d'un cercle par un autre cercle pourra estre mesuree.* »

En tenant compte des valeurs choisies, il indique pour la mesure de la longueur *AD* « environ 12 », ce qui est acceptable ($14\sin 60° \approx 12{,}12$), mais pour celle de la longueur de l'arc *ACD*, il pose $12\frac{1}{2}$, ce qui est loin de la valeur théorique $\left(10\frac{1}{2}\times 2\sin^{-1}\left[\frac{7\sin 60°}{MD}\right]\approx 12{,}92\right)$. Il nous semble donc qu'Errard ne se préoccupe guère de la précision de ses valeurs pour les longueurs d'arc, à une époque où des calculateurs comme Ludolph van Ceulen (cf. *supra*, chap. 3, §3) utilisent les lignes trigonométriques et les racines *n*-ièmes pour établir un algorithme de calcul. Chez van Ceulen, le contexte géométrique laisse la place à une recherche algébrique des décimales de π.[76] Nous reviendrons plus loin sur cette question de la place accordée aux nombres dans la *Geometrie*.

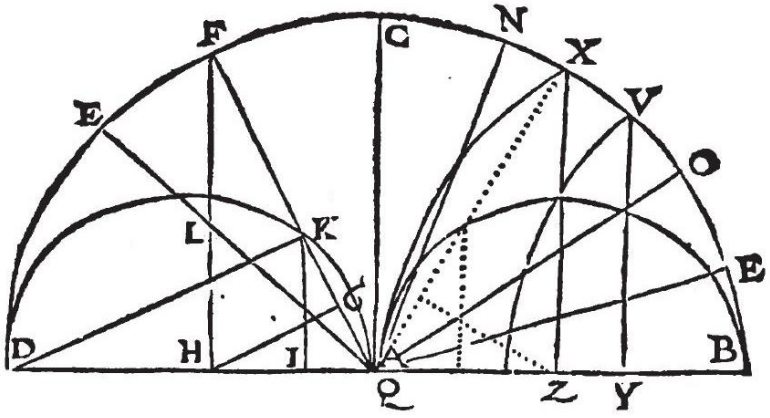


Figure 4.20

Avec les corollaires 3 et 4[77], Errard pousse plus loin son exploration. Il affirme dans un premier temps qu'il peut diviser un disque en deux sections de rapport quelconque, ou un demi-disque en demi-sections comme *DFH* et *BFH* sur la Figure 4.20, qui sont dans le rapport de *DE* à *BE* (il s'agit du point *E* situé sur la gauche). Remarquons que le demi-cercle de la Figure 4.20 est coupé en deux quarts de cercle égaux par la verticale [*CA*], pour servir d'illustration au corollaire 3 à gauche et au corollaire 4 à droite. Cela rend difficile l'intelligibilité de la figure entière, d'autant que les deux parties sont strictement indépendantes et que le lien entre elles n'est nécessaire nulle part. En outre, la partie droite présente des tracés inutiles (demi-cercle de diamètre [*BA*], lignes en pointillés) dont il n'est

[76] Van Ceulen, Ludolph, *Vanden Circkel …*, *op. cit.*, fol. 3-7.
[77] *Ibid.*, p. 37, « Corollaire 3 : *Les choses ainsi demonstrées, la superficie du cercle pourra estre divisee en sections qui auront telle proportion qu'on voudra »* et « Corollaire 4 : *Le cercle pourra auβi estre divise en telle proportion qu'on voudra, par un autre cercle*. »

pas question dans l'explication. La figure nous paraît donc avoir été composée après le texte et manquer ainsi de cohérence avec lui.

La construction du point *F* s'appuie sur l'égalité de l'arc *AF* et du segment *IK*, égalité justifiée par un procédé mécanique non indiqué, attribué à Archimède mais dont nous n'avons pas trouvé trace dans ses œuvres. Dans un second temps, le corollaire 4 affirme la possibilité d'effectuer la division par un autre cercle de même rayon (ce qui n'est pas précisé), dont on voit l'arc *XA* sur la partie droite de la figure (Figure 4.20). Sa démonstration s'appuie sur la précédente, mais elle fait référence au cercle entier et à des points qui ne sont donc pas visibles sur la figure. Pour les trois corollaires suivants, traitant généralement de la mesure d'aires mixtes, le problème ne se pose plus : il n'y a pas d'illustration et pas de démonstration des propositions, qui énoncent seulement un champ de formes géométriques qu'il devient possible de mesurer.

Notre étude de cet extrait de la *Geometrie* nous confirme donc qu'Errard connaît bien le texte d'Archimède, dont il conserve le principe d'itération en changeant les figures-clés sur lesquelles il s'appuyait. Mais il ne prolonge pas la recherche au-delà de la précision qu'avait donnée Archimède. Contrairement à van Ceulen et à Viète, il ne considère pas la question d'un point de vue numérique, mais reste dans sa problématique de mesure des aires.

2.2.5. Ellipse et spirale

L'ellipse

Le chapitre suivant concerne la mesure de l'ovale, c'est-à-dire de l'ellipse[78], définie comme section d'un cylindre par un plan non parallèle (et non perpendiculaire) à sa base. Il s'inspire en partie du traité d'Archimède *Des conoïdes et des sphéroïdes*[79], quoique les ellipses y soient plutôt vues comme sections de cône acutangle, même si Archimède fait le lien entre les deux conceptions dès la définition[80], ainsi que dans sa dernière proposition[81].

[78] *Ibid*., p. 38-41 « Chapitre 10 : *De la mesure de l'ovale*. »
[79] Ver Eecke, Paul, *Les Œuvres complètes d'Archimède*, *op. cit.*, « Des conoïdes et des sphéroïdes », propositions IV à IX, p. 152-168.
[80] *Ibid*., p. 140, prologue « À Dosithée » & p. 142, « Définitions ».
[81] *Ibid*., p. 163-168.

L'approche errardienne est également différente de celle de l'*Underweysung der Messung* de Dürer[82], dans lequel l'ellipse est tracée point par point (ou plutôt ligne par ligne) à partir du cône, en forme d'œuf et sans estimation d'aire. Errard représente l'ellipse en perspective cavalière (Figure 4.21) comme la face supérieure oblique d'un cylindre découpé par un plan. Nous pouvons vérifier sur la figure que tant l'ellipse *EFGH* que le cercle *ABCD* à la base du cylindre ont les formes elliptiques attendues dans cette représentation.

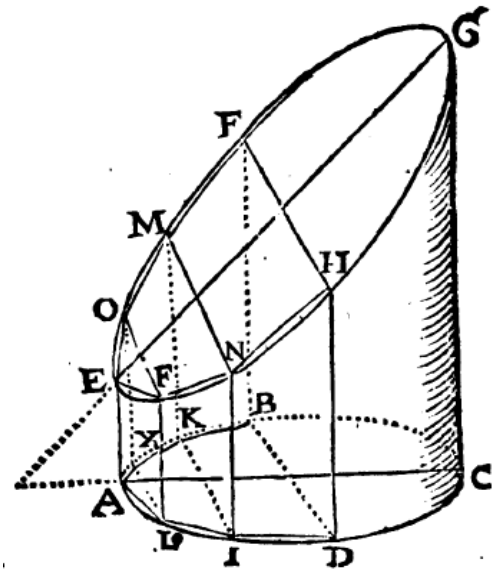


Figure 4.21

Montrons comment cette façon d'engendrer et de représenter l'ellipse permet à Errard d'éclairer la démonstration archimédienne, tout en s'en démarquant.

Dans la proposition IV du traité *Des conoïdes et des sphéroïdes*[83], Archimède obtenait l'aire de l'ellipse *ΑΒΓΔ* comme proportionnelle à celle du disque *ΑΕΓΖ* qui lui est circonscrit, dans un rapport égal à celui du diamètre *ΕΖ* au diamètre *ΒΔ*. La démonstration utilise un cercle *Ψ*, dont le diamètre est moyen proportionnel entre les diamètres de l'ellipse *EG* et *FH* (nous dirions aujourd'hui leur moyenne géométrique, i.e. la racine carré de leur produit).

[82] Dürer, Albrecht, *Underweysung der Messung mit dem Zirckel und Richtscheyt…*, *op. cit.*, fol. *Ciij*v et *Ciiij*. Voir aussi Peiffer, Jeanne, *Albrecht Dürer, Géométrie*, *op. cit.*, p. 174-175, et l'introduction, p. 72.
[83] Ver Eecke, Paul, *Les Œuvres complètes d'Archimède*, *op. cit.*, p. 152-154.

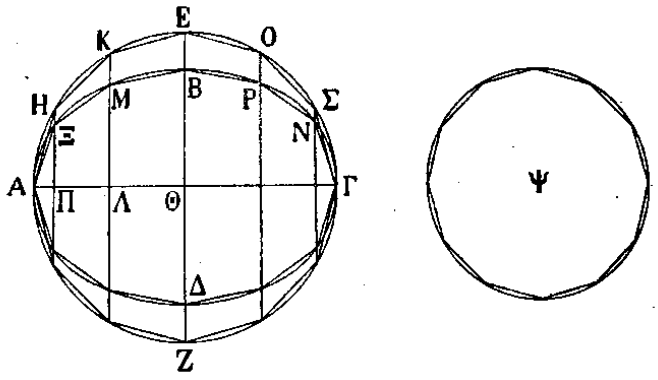


Figure 4.22

Archimède use du même procédé de double réduction à l'absurde que dans la *Mesure du cercle*, par inscription puis circonscription à *Ψ* de polygones dont l'aire est comprise entre celle de *Ψ* et celle de l'ellipse (Figure 4.22). Il construit en effet le polygone correspondant dans le grand disque et dans l'ellipse (par tracé de perpendiculaires à l'axe [*AΓ*]), et établit la proportionnalité de leurs aires en considérant les trapèzes de même hauteur comme *ΛMBΘ* et *ΛKEΘ*, ainsi que les triangles terminaux, comme *AHΠ* et *AΞΠ*. Remarquons qu'il prend en compte les trapèzes rectangles contenus dans le demi-disque supérieur plutôt que les trapèzes isocèles complets (comme celui dont le diamètre est [*MΔ*]).

Jean Errard change de perspective en inscrivant sa démonstration dans le contexte de la géométrie de l'espace, considérant le lien entre l'ellipse *AFGH* et le cercle de la base du cylindre *ABCD*. C'est dans ce dernier qu'il inscrit le polygone de sommets *A*, *X*, *K*, *B* etc., dont la superficie est composée des trapèzes *BDIK*, *KILX*, etc., et du triangle *AXL*. Il découpe ensuite le cylindre par les plans *BFHD*, *IKMN*, etc., perpendiculaires à sa base et par conséquent parallèles entre eux, ce qui lui permet d'engendrer les trapèzes *FHNM*, *MNP*[84]*O*, etc., et le triangle *EOP*, qui correspondent un à un à ceux de la base. La proposition XI-17 d'Euclide[85] (« théorème de Thalès dans l'espace ») lui permet d'affirmer la proportionnalité des trapèzes découpés par ces plans sur l'ellipse avec ceux qui sont inscrits dans le cercle *ABCD* (mêmes bases et hauteurs dans le rapport de *EG* à *AC*), ce qui reste valable pour le triangle *EOP*. Errard conclut par l'impossibilité d'inscrire dans le cercle de base une figure rectiligne (non qualifiée de polygone, tout comme chez Archimède) dont l'aire soit dans le

[84] Gravé par erreur F sur la figure.
[85] « Si deux droites sont coupées par des plans parallèles, elles seront coupées dans les mêmes rapports » (Euclide / Vitrac, *Les Éléments…*, *op. cit.*, vol. 4, p. 145).

même rapport à l'ellipse que *AC* à *EG*, puisque l'ellipse est plus grande que tous les polygones qui lui sont inscrits et qui, eux, sont dans ce rapport avec les polygones de la base. Il en va de même pour les figures circonscrites, et c'est par conséquent l'aire de l'ellipse qui est dans ce rapport avec l'aire du disque de base.

Les trois corollaires d'exploration de l'ellipse concernent la mesure de ses sections par des droites perpendiculaires au grand axe, puis par d'autres droites et enfin la mesure des aires résiduelles, différences entre l'ellipse et les figures qui lui sont circonscrites ou dans lesquelles elle est inscrite.

La spirale

Dans le chapitre suivant[86], Errard traite de la spirale d'Archimède. Il reprend d'ailleurs la proposition XXIV du traité *Des spirales*[87] de ce dernier, dont il suit globalement la démarche. Il doit donc donner au préalable l'énoncé d'un lemme du même traité, la proposition X[88], dont l'énoncé s'écrirait algébriquement de la manière suivante :

$$\text{pour tout } n,\ (n+1)n^2 + \sum_{i=1}^{n} i = 3 \times \left(\sum_{i=1}^{n} i^2 \right).$$

Ce lemme n'est pas démontré par Errard mais illustré de deux manières : d'une part, à l'aide d'une figure géométrique (Figure 4.23) séparant en deux parties celle d'Archimède ; d'autre part, par une vérification numérique dans lequel la ligne *T* vaut 1, *S* vaut 2, et ainsi de suite jusqu'à *F* qui vaut 8 (i.e. *n* dans la formule), tandis que les lignes *O*, *N*, *M*…, *G* valent toutes 8.

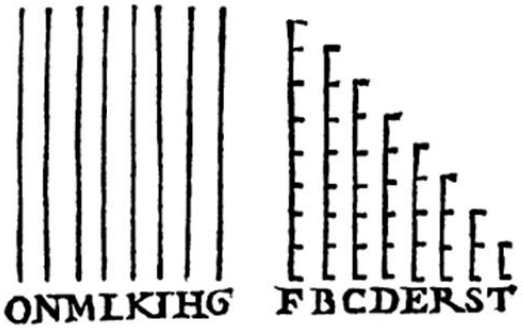


Figure 4.23

Cet exemple numérique est exactement adapté à la démonstration donnée ensuite, dans laquelle le cercle de première révolution est découpé en huit secteurs égaux à un huitième de cercle (Figure 4.24).

---

[86] Errard, Jean, *La Geometrie…*, *op. cit*, p. 41, « Chapitre 11 : *De la mesure de la superficie enclose dans une ligne spirale.* »
[87] Ver Eecke, Paul, *Les Œuvres complètes d'Archimède*, *op. cit.*, p. 282-285.
[88] *Ibid*., p. 253.

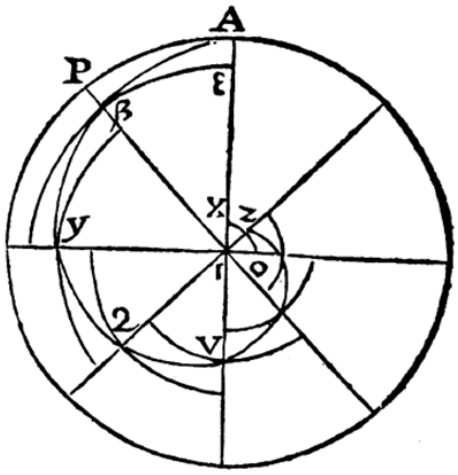


Figure 4.24

Dans chacun de ces secteurs, la superficie délimitée par la spirale est encadrée par celles de deux secteurs limités par des arcs de cercle. La progression régulière de la spirale permet de majorer ou minorer les aires de ces secteurs en utilisant le lemme cité, puisque ces aires sont également proportionnelles aux carrés des rayons.

Visiblement, Errard n'avait pas approfondi ses recherches sur les spirales au point de s'approprier les démonstrations archimédiennes comme pour le cercle ou l'ellipse, car ce chapitre ne contient pas de corollaire d'exploration. D'ailleurs, ses démonstrations ne sont guère détaillées et laissent de nombreuses parties inexpliquées, ce que soulignera Henrion dans son édition, renvoyant lui aussi les lecteurs aux sources archimédiennes mêmes[89]. Les propositions XXV et XXVII du traité *Des spirales*[90], qui concernent les volutes suivantes, sont citées sans démonstration et concluent le livre II de la *Geometrie*. L'auteur s'excuse de la conclusion abrupte de cette fin de partie, en rappelant encore l'intérêt pour des méthodes développées par Archimède[91] :

> *De cecy je ne bailleray autre raison que l'authorité d'*Archimedes, *qui en a amplement traité, ensemble des sections de telles superficies, lesquelles nous laissons à cause de briefveté, joinct aussi que le fondement a esté mechanique : & ce que nous avons traité de la premiere revolution, est d'autant qu'elle est plus simple, plus congnue & vulgaire, et que le mesme Archimedes s'en sert pour monstrer la longueur de la*

[89] Errard, Jean, *La Geometrie et practique generalle d'icelle… Reveuë, corrigée & grandement augmentée, par D.H.P.E.M. op. cit.*, p. 154-155.
[90] *Ibid.*, respectivement p. 285 et p. 293.
[91] Errard, Jean, *La Geometrie…*, *op. cit*, p. 43.

circonference du cercle, & aussi que telles demonstrations ne peuvent estre desagreables à ceux qui se delectent és subtilitez geometriques.

Nous comprenons ces phrases comme une incitation à l'étude des travaux d'Archimède sur ce sujet. Ces démonstrations virtuoses offertes pour la délectation des amateurs de géométrie vont culminer dans le livre III traitant des solides.

2.2.6. LA QUESTION DES VOLUMES

Le livre III de la *Geometrie* en représente la partie la plus importante (presque la moitié de l'ouvrage), ce qui correspond à la place majeure accordée aux solides dans les définitions préliminaires. Les quatre premiers chapitres traitent de la mesure des volumes des prismes, des pyramides (et troncs de pyramides) et des polyèdres d'une manière classique, en référence aux propositions des livres XI à XIV des *Éléments* d'Euclide qui constituent les seules justifications. Tout y est ramené à la mesure du volume du pavé droit : les prismes par la quadrature de leur base ou sa décomposition en triangles ; les pyramides en tant que tiers de prismes ; les polyèdres réguliers comme assemblages de pyramides de même hauteur.

Les cylindres sont mesurés de la même façon que les prismes, et les cônes en tant que tiers de cylindres. Les cônes font l'objet de nombreux corollaires d'exploration concernant en particulier les troncs de cône et des solides obtenus par soustraction d'un espace conique dans ces derniers. La mesure des volumes de la sphère et des ellipsoïdes de révolution est reprise des traités archimédiens, dont Errard reprend fidèlement les démonstrations difficiles[92]. Nous remarquerons que le troisième corollaire d'exploration de la sphère affirme la possibilité du report de toute figure plane sur la surface convexe de la sphère, « rapportant les angles plans aux angles spheriques & conversement[93] » (Figure 4.25)

Figure 4.25

[92] *De la Sphère et du cylindre*, propositions XXI et XXXIII (Ver Eecke, Paul, *Les Œuvres complètes d'Archimède*, *op. cit.*, p. 45-46 et 63-65 respectivement) ; *Des conoïdes et des sphéroïdes*, proposition XVII (Ibid., p. 211-217)
[93] Errard, Jean, *La Geometrie…*, *op. cit*, p. 67.

. Ce paragraphe est peu explicite quant aux procédés à utiliser, si ce n'est qu'un meilleur résultat sera obtenu en décomposant la figure tracée sur la sphère :

> *Or des circonferences & circuits de telle figure suscrite à la superficie de la sphere, on n'en peut donner aucun precepte, mais on approchera plus pres de la verité divisant la figure plane en plusieurs angles, au poinct B, car la mutitude d'iceux reduits sur la sphere, rendront la figure plus precise,* comme il est par nous plus amplement demonstré au traité de la mappemonde & planisphere[94].

Aucun exemplaire de ce traité, imprimé ou manuscrit, n'a été retrouvé jusqu'à présent, ce qui nous amène à penser que l'auteur n'a pas réalisé le projet annoncé. L'aspect intuitif des modes de constructions proposés nous conforte à propos de la plausibilité de cette hypothèse.

Le livre III de la Geometrie se conclut d'une part sur la question de la capacité des tonneaux (vus comme des portions d'ellipsoïdes de révolution) et d'autre part sur l'étude des solides irréguliers dont le volume n'est pas calculable par les méthodes géométriques usuelles. Errard fait ici appel à une autre invention d'Archimède, dont celui-ci se servit, d'après la légende, pour résoudre le problème de la couronne d'or du roi Hiéron, c'est-à-dire l'estimation du volume d'eau déplacée dans un vaisseau par le solide irrégulier immergé. La mention de cette méthode débouche sur un paragraphe plus général sur la pesée des objets, méthode déduite de la théorie du levier d'Archimède, en référence à la proposition VI de son traité *De l'équilibre des plans*[95]. L'ouvrage se termine par la présentation d'une invention revendiquée par l'auteur, et qui permet de comparer les masses des objets de même forme mais de matières différentes (Annexe B2, Figure 4.26), réponse nouvelle au problème de la couronne de Hiéron.

2.2.7. Les nombres en géométrie

Nous avions rappelé à propos de la controverse de la *Cyclométrie* (cf. *supra*, chap. 3) que Scaliger s'insurgeait contre l'utilisation des nombres en géométrie, ce qui ne l'empêchait d'ailleurs pas de pratiquer lui-même de nombreux calculs approchés. Nous avions également cité l'argument d'Errard selon lequel aucune supputation arithmétique ne pourra jamais

[94] En italiques dans le texte.
[95] Ver Eecke, Paul, *Les Œuvres complètes d'Archimède*, *op. cit.*, p. 307-309.

remplacer une démonstration géométrique. En un sens, il rejoignait la position de Scaliger, laissant à part les nombres, réservés aux seules applications numériques.

Nous avons pu constater à plusieurs reprises, dans notre étude de sa *Geometrie*, qu'Errard ne manipule pas les nombres en algébriste comme Viète ou Van Ceulen, même si ce dernier a probablement été inspiré par la version errardienne de la mesure du cercle[96]. Alors que Viète et van Ceulen manient les radicaux avec aisance[97], Errard se cantonne aux approximations rationnelles.

Donnons quelques exemples. Au chapitre 1 du livre II, deux extractions de racines carrées successives ne donnent pas lieu à des rédactions identiques. Le carré d'une certaine longueur valant 25, Errard indique que « la racine quarrée 5 sera la juste longueur de EF[98] », tandis qu'une quantité dont le carré vaut 39 sera seulement évaluée en ces termes : « il est certain que la racine de ce nombre sourd 39 (qui est 6 & 3 treziesmes) sera la longueur de la diagonale MI .»[99] Une certaine confusion se lit dans cette affirmation de certitude associée à une valeur approchée, d'autant que 39 n'est pas un nombre « sourd » (irrationnel) et que l'utilisation même de cette expression dénote un aveu d'impuissance (un nombre est « sourd » parce qu'on ne l'entend pas). Ce n'est pas 39, mais sa racine carrée qui est irrationnelle et proche de $6\frac{3}{13}$. Nous lisons ailleurs dans la *Geometrie* le qualificatif « dicible » pour les nombres rationnels.

Remarquons qu'Errard ne se sert pas du signe radical √ qui se trouvait alors dans les traités algébriques allemands et hollandais[100]. Il n'a d'ailleurs aucune notation particulière pour les racines carrées qu'il extrait. Dans ses calculs sur les aires des figures rectilignes, il en donne systématiquement des approximations rationnelles, voire entières. Nous pouvons par exemple lire l'estimation « presque 27 » pour la racine carrée de 720[101], ou « presque 67 » pour celle de 4475[102]. Ce sont des valeurs approchées par défaut qui s'obtiennent facilement par majoration de leurs carrés à l'aide d'une table. Mais nous lisons aussi « 30 multiplié par 12,

---

[96] Van Ceulen, Ludolph, *Vanden Circkel …*, *op. cit.*, fol. 1v et 2.
[97] Cf van Ceulen, Ludolph, *Vanden Circkel …*, *op. cit.*, fol. 10-11 ; Viète, François, *Francisci Vietæ Variorum de Rebus Mathematicis Responsorum…*, *op. cit.*, fol. 30v.
[98] Errard, Jean, *La Geometrie…*, *op. cit*, p. 15, corollaire 2.
[99] *Ibid.*, *loc. cit.*, corollaire 3.
[100] Cajori, Florian, *A History of Mathematical Notations…* London, 1928, vol. 1, p. 360-371.
[101] Errard, Jean, *La Geometrie…*, *op. cit*, p. 20
[102] *Ibid.*, p. 22.

provient 360 desquels la racine quarrée 19 […][103] » sans indication d'approximation. Comme le carré de 19 est 361, il est possible qu'Errard ne juge pas significative la différence entre 19 et la racine carrée de 360 car cette différence est inférieure à trois centièmes.

C'est dans la mesure du cercle que la manipulation des approximations est la plus délicate, puisque les majorations et minorations doivent y être très bien maîtrisées. Errard utilise alors fréquemment les expressions « peu plus de », « peu moins de », et « presque ». Il cherche aussi à approcher les rapports de longueurs par des rapports simples de nombres rationnels, quitte à enchaîner les approximations pour aboutir par exemple à un rapport « quasi de 12 à 11[104] ». Il choisit de même la valeur $8\frac{2}{3}$ pour la hauteur d'un triangle équilatéral de côté 10[105], bien que de meilleures approximations de $\sqrt{3}$ soient connues. Bien que lecteur de Viète, comme l'indique une citation de la *Fortification reduicte en art et demonstrée*[106], Errard limite sa pratique sa pratique des nombres à l'ensemble des rationnels ou s'y ramène systématiquement.

L'un des indices les plus significatifs de cette posture vis-à-vis du domaine numérique se trouve, non pas dans la *Geometrie*, mais dans l'édition des *Éléments* d'Euclide que nous allons étudier plus loin. La proposition XXXIII du livre VII affirme que les nombres composés (i.e. non-premiers) admettent au moins un diviseur premier. La démonstration euclidienne invoque l'impossibilité de fractionner indéfiniment les nombres entiers : dans l'édition de François de Candale (dont nous allons montrer qu'elle a servi de base à la traduction d'Errard), nous lisons en effet *Non enim infinita sit numerorum sectio*[107], ce qu'Errard traduit par « car les nombres en tant que nombres ne se divisent pas infiniement[108] ». Le texte latin limitait la possibilité de réitérer indéfiniment une opération, Errard, lui, insiste sur une propriété mathématique des nombres (sous-entendu : des entiers). Notons que quelques années avant Errard, Pierre Forcadel insistait sur la distinction entre les deux domaines de

[103] *Ibid.*, p. 28.
[104] *Ibid*., p. 52.
[105] *Ibid*., p. 29.
[106] Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstree…*, *op. cit.*, 1600, p. 32.
[107] « Car la division des nombres n'est pas infinie » (Candale, François de, *Euclidis Megarensis Mathematici Clarissimi Elementa*…, fol. 77).
[108] Errard, Jean, *Les neuf premiers livres des Elemens d'Euclide : traduits & commentez par I. Errard de Bar-le-Duc, Ingenieur du Tres-chrestien Roy de France & de Navarre. Dediez à sa Maiesté. Reveus & corrigez par l'Autheur*. Paris, Guillaume Auvray, 1605, p. 69.

l'arithmétique et de la géométrie dans son commentaire à la même proposition d'Euclide[109] : « la divisio[n] ou diminution du nombre est finie, tout ainsi que la grandeur se peut diviser, ou peut estre divisée en infinité ». Dans la *Geometrie* de 1594, les grandeurs sont ramenées à des mesures rationnelles, même si nous avons déjà rapporté la formulation d'un axiome affirmant la possibilité d'insérer entre deux grandeurs inégales une infinité de grandeurs de même nature (cf. *supra*, §2.2.4). Pour Errard, les nombres sont au service de la mesure approchée des grandeurs et non l'objet des explorations. Il évite donc systématiquement les problématiques du livre X des *Éléments*, à propos duquel Stevin défendait justement l'intérêt des interprétations numériques (« ce qu'en lignes ne sçavons faire, nous l'achevons par nombres facilement[110] »), en des termes qui sembleraient tout à fait destinés à Jean Errard[111] :

> *Faut sçavoir que ceste absurde opinion de nombres absurds, que ce ne seroient pas nombres, &c., a tellement obscurci la doctrine des incommensurables grandeurs, que la difficulté du dixiesme livre d'Euclide (qui traicte de ceste matiere) est à plusieurs devenu en horreur, voire jusques à l'appeler la croix des mathematiciens, matiere trop dure à digerer & en laquelle n'apperçoivent aucune utilité.*

Mais l'édition errardienne des *Éléments* d'Euclide n'atteindra pas le dixième livre, comme nous allons le voir en l'étudiant maintenant.

3. L'ÉDITION DES *ÉLÉMENTS* D'EUCLIDE

Nous traiterons brièvement de la publication en 1598 de cette traduction des six premiers livres des *Éléments* d'Euclide, qui sera suivie en 1605[112] d'une version complétée des trois livres arithmétiques (les VII, VIII et IX). Errard n'indiquant pas quelles ont été ses sources, nous les chercherons en comparant sa traduction aux différentes éditions dont il pouvait disposer. Nous nous intéresserons aux dédicataires de cette traduction pour mieux comprendre le projet d'Errard dans cette entreprise. Nous chercherons ensuite à caractériser cette édition

---

[109] Forcadel, Pierre, *Les septieme, huictieme et neufieme, livres des Elemens d'Euclide, comprenans toute la science des nombres, traduits & commentez par Pierre Forcadel de Beziés, Lecteur ordinaire du Roy és Mathematiques, en l'université de Paris*. Paris, Charles Perier, 1565, p. 52.
[110] Stevin, Simon, *L'Arithmetique*…, *op. cit.*, p. 36.
[111] *Ibid.*, p. 36-37.
[112] Lallemend et Boinette indiquent 1604, mais nous n'avons pas trouvé une telle édition. Cf. Lacoarret, Marie, « Les traductions françaises des œuvres d'Euclide », *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, tome 10, n°1, 1957, p. 44.

en relevant les quelques commentaires du traducteur et interventions directes sur le texte original, avant de nous intéresser à sa réception.

3.1. Les sources utilisées

Nous l'avons indiqué, la *Geometrie* de 1594 fait très souvent appel aux propositions des *Éléments* d'Euclide, dont Errard donne très précisément les références, à quelques erreurs (typographiques) de numérotation près. Les propositions utilisées appartenant en majorité aux livres I, II, et VI, ainsi qu'aux livres XI à XIV, l'auteur avait donc à sa disposition au moins une édition complète des *Éléments*. Ses biographes restent assez vagues sur les sources possibles. Marcel Lallemend et Alfred Boinette écrivent que la traduction a été effectuée sur le texte grec ou une version italienne[113], Albert France-Lanord penche pour celle de Tartaglia[114], mais aucun de ces historiens n'étaye son propos par des citations plus précises. Nous avons d'abord écarté l'éventualité d'une traduction depuis le grec exclusivement, puisque nous lisons sous la plume de l'auteur même : « [Je prie le lecteur de prendre en bonne part] certains mots (qui sont plus Latins que François) desquels j'ay esté contraint user, n'en trouvant point de plus brefs ne plus significatifs[115]. »

Nous avons cherché, dans toutes les éditions déjà mentionnées (cf. chap. 1, §2.1) et les autres éditions contemporaines[116], des traits caractéristiques nous donnant plus d'indices sur l'origine du texte traduit par Errard. Finalement, il nous a été possible de trancher en faveur de l'ouvrage qui nous en paraît le plus proche, l'édition latine en quinze livres par François de Foix-Candale, publiée à Paris en 1566, puis en 1578[117]. Nous avons déjà rencontré cette édition (cf. chap. 2, §4.1) qui a servi de base à la traduction d'Allain Constantinoys. Elle semble avoir été assez bien estimée à l'époque, puisqu'elle a été utilisée pour la première édition anglaise des *Éléments* en 1570[118] et republiée en allemand et hollandais au XVII^e^

---

[113] Lallemend, Marcel, Boinette, Alfred, *Jean Errard de Bar-le-Duc*, *op. cit.*, p. 13.
[114] France-Lanord, Albert, Introduction à la reproduction en fac-similé du *Premier livre…*, *op. cit.*, p. X.
[115] Errard, Jean, *Les six premiers Livres...*, *op. cit.*, verso du frontispice.
[116] D'abord celles qui se trouvaient à Heidelberg (Xylander 1562 ; Dasypodius 1566), à Nancy (édition gréco-latine de Marnef et Cavellat, 1573 ; Forcadel 1564-1565), Bar-le-Duc (Clavius 1589 ; Candale 1566), mais aussi celles de Campanus (1509), Zamberti (1537) et Commandin (1575).
[117] Candale, François de Foix de, *Euclidis Megarensis Mathematici Clarissimi Elementa, Libris XV...* Paris, Jean Royer & Jacques du Puys, 1566 ; seconde édition, Paris, Jacques du Puys, 1578.
[118] Billingsley, Henry, *The Elements of Geometrie of the most auncient Philosopher Euclide of Megara. Faithfully (now first) translated into the Englishe toung…* London, Johne Daye, 1570.

siècle[119]. Son succès et ses reprises sont en partie dus au travail de restauration des livres XIV et XV ainsi qu'à l'ajout d'un seizième livre sur les solides, puis de deux autres sur le même sujet dans la seconde édition en 1578.

Nous nous basons sur une spécificité de l'édition de François de Candale qui se retrouve dans celle d'Errard, le découpage du livre VI des *Éléments* en 39 propositions (au lieu de 33 dans les autres éditions). Par ailleurs, Errard fait appel dans sa *Geometrie* au corollaire de la proposition 1 du livre VI, et nous n'en trouvons formellement à cet endroit que dans l'édition de Candale[120]. Précisons cependant que Pierre Forcadel[121] ajoutait à cette même proposition un commentaire sur le cas des trapèzes, qui correspond lui aussi à la référence d'Errard. Nous trouvons encore une particularité commune aux trois ouvrages dans le corollaire de la proposition 17 du livre VI[122]. Notons toutefois une différence importante entre les éditions : Errard s'en tient au texte qu'il tient pour original, sans y apporter de commentaire, tandis que ses deux prédécesseurs y ajoutent de nombreuses explications.

Nous dirons pour conclure qu'Errard emprunte à Candale la structure logique des *Éléments* et la plupart des démonstrations, sans les commentaires et scholies modernes. Sa proximité avec Forcadel est d'une autre nature, elle se trouve davantage dans la présentation et les dédicaces que dans le texte même. En effet, Errard, comme Forcadel, publie d'abord la traduction des six premiers livres des *Éléments*, puis inclut les livres VII à IX[123]. Ensuite, chacun des six premiers livres porte une dédicace[124], ce qui est très peu fréquent à l'époque. Nous donnerons en détail la liste des dédicataires, en ce qu'elle nous permet de cerner davantage le projet d'Errard.

3.2. Les destinataires et le projet d'Errard

Les dédicataires de l'édition de Forcadel en 1564 étaient fortement marqués dans le camp protestant : Gaspard de Coligny, Amiral de France et première victime de la Saint

---

[119] Heath, T. L., *The thirteen books of Euclid's Elements*…, *op. cit.*, p. 104.
[120] Errard, Jean, *La Geometrie*…, *op. cit.*, p. 39 ; Candale, François de Foix de, *Euclidis Megarensis Mathematici Clarissimi Elementa*…, *op. cit.*, fol. 51v.
[121] Forcadel, Pierre, *Les six premiers livres des Elements d'Euclide...*, *op. cit.*, p. 157.
[122] Errard, Jean, *La Geometrie*…, *op. cit.*, p. 25 ; Candale, François de Foix de, *Euclidis Megarensis Mathematici Clarissimi Elementa*…, *op. cit.*, fol. 55 ; Forcadel, Pierre, *Les six premiers livres...*, *op. cit.*, p. 171.
[123] Pour Forcadel, le complément des livres VII à IX est publié à part (Paris, Charles Perier, 1565). Nous n'avons trouvé aucune page de titre réunissant les deux parties, malgré une référence à une édition complète de 1565 dans Brunet, Jacques-Charles, *Manuel du libraire et de l'amateur de livres*…, p. 1090.
[124] Hormis la dédicace générale au roi, elles disparaîtront de l'édition de 1605.

Barthélémy ; Charles de Téligny, gendre du précédent, autre victime du massacre du 24 août 1572 ; François de la Noue, dont nous avons déjà parlé pour ses liens probables avec Errard à Sedan ; Pierre de Montdoré[125], maître de la librairie du roi déchu de son poste pour soupçon de protestantisme ; Guétauld, médecin d'Orléans, l'un des chefs de l'insurrection calviniste[126]. La liste des dédicataires de Jean Errard ressemble à celle-ci, mais nous allons pourtant y voir une différence fondamentale : trente ans plus tard, il ne s'agit plus de chercher la protection des puissants, mais d'inciter la jeune noblesse française à étudier les sciences.

Contrairement à la *Geometrie*, le petit in-8° des *Six livres* a été publié par un libraire, le réformé Guillaume Auvray dont c'est la seule production pour 1598[127]. Il est naturellement dédié au roi Henri IV, qui a encouragé Errard dans ses publications scientifiques[128] :

> *Sire, le favorable accueil qu'il a pleu à vostre Majesté faire à mes premieres œuvres Mathematiques, m'oblige & asseure tout ensemble de luy presenter ce recent labeur, qui apportera peut estre quelque clarté à ces sciences, & quelque desir à vostre Noblesse d'aimer & honorer ce qu'elle void favorisé & chery de son souverain Prince.*

Nous lisons donc dès cette première phrase les objectifs principaux du traducteur : rendre clair le texte euclidien pour le mettre à la portée des jeunes nobles, promouvoir l'étude des mathématiques en profitant de l'extraordinaire visibilité qu'en donne la faveur du monarque. L'adresse au roi est datée d'août 1598, quelques mois après la promulgation de l'Édit de Nantes. En cette période où la guerre va enfin faire place à la paix, Errard cherche à attirer les jeunes officiers de haute naissance vers les mathématiques. Par cette publication, il veut leur fournir les moyens d'étudier la géométrie, en espérant que leurs efforts et leur persévérance serviront d'exemples à toute la noblesse de France. Cet objectif transparaît dans la liste des dédicataires des livres II à VI, est faite de noms de jeunes nobles, en majorité protestants. Examinons donc qui sont ces personnages et quelle est la teneur de ces dédicaces.

Henry de Rohan, né en 1579 (19 ans), est le fils de Catherine de Parthenay, et sans doute, comme elle, l'élève de François Viète. Compagnon d'armes d'Henri IV son cousin, il est un

---

[125] Balayé, Simone, *La Bibliothèque nationale des origines à 1800*, *op. cit.*, p. 44-45.
[126] Dupré-Lasale, Émile, « Les amis et les protégés de L'Hospital », *Bulletin du Bibliophile et du bibliothécaire*, Paris, Librairie Techener, 1896, p. 471. Forcadel changera sans doute de camp après avoir dû faire serment de catholicisme pour conserver son poste de professeur royal. Fait significatif, son édition de la *Géométrie* d'Oronce Fine en 1570 est dédiée au Duc de Guise.
[127] Renouard, Philippe, *Imprimeurs et Libraires parisiens du XVI^e siècle…*, *op. cit.*, n°637, p. 253.
[128] Errard, Jean, *Les six premiers Livres...*, *op. cit.*, dédicace générale « Au Roy », fol. non paginé, signé ã ij.

chef militaire prometteur qui a participé à la reprise d'Amiens aux Espagnols en 1597. Errard affirme son désir de faciliter son apprentissage des sciences, comme repos des épreuves endurées en temps de guerre[129] :

> *Puisque les armes commencent à faire place aux lettres, […] tels Seigneurs comme vous n'apporteront moins d'affection à celles-cy, qu'ordinairement ils acquierent de perfection en celles-là, afin de paroistre avec mesme ho[n]neur sur l'un & l'autre Theatre, & de n'avoir moins d'honnestes recreations pour l'esprit en temps de paix, qu'ils ont de penibles occupations pour le corps durant la guerre.*

Guy XX de Laval, né en mai 1585 (13 ans), est le petit-fils de François de Coligny d'Andelot, qui fut l'ami de Roch Guerini. Élevé à Sedan, il participera à la bataille de l'Écluse en 1604 aux côtés de Maurice de Nassau et mourra à Komàrom (Hongrie) dans la guerre contre les Turcs en 1605. Errard a probablement pris part à son éducation à Sedan, car il a pour lui le regard bienveillant d'un maître sur son disciple. Il ne cache pas l'importance des efforts à fournir, mais il promet également la récompense en des termes familiers dignes d'un bon père s'adressant à son fils[130] :

> *Ceste louable affection qui vous faict embrasser avec tant de soin les sciences mathematiques a servy d'aiguillon à la mienne pour m'efforcer à soulager vostre peine : comme je says qu'elle servira d'exemple à la Noblesse Françoise pour imiter vostre vertu, qui n'estime pas qu'en choses si excellentes, la grandeur de la difficulté doive esteindre ou refroidir l'amour de la beauté. Außi n'est-ce pas sans raison qu'un ancien accompare ceste science à l'amour : pour ce que tous deux donnent des tourments au commencement, mais il n'e[n] demeure ny en l'un ny en l'autre, quand apres l'amertume des racines, on vient à savourer la douceur des fruicts.*

Henri de Coligny-Châtillon, né vers 1583 (15 ans) est le petit-fils de Gaspard de Coligny auquel l'*Euclide* de Forcadel était dédié. Héritier très jeune de la charge d'Amiral de Guyenne, il mourra en 1601 au siège d'Ostende. Curieusement, Errard nomme dans sa dédicace le livre IV des *Éléments* « cette partie de mes exercices Mathematiques », ce qui

---

[129] *Ibid*., dédicace du livre II, « A Monseigneur Henry, Viconte de Rohan, Prince de Leon, Comte de Porroet, etc. », fol. 11.
[130] *Ibid*., dédicace du livre III, « A Monseigneur Guy Comte de Laval, Harcourt, Montfort & Quintin, Baron de Vitré, &c. », fol. 15v.

nous laisse supposer qu'il a pu effectivement en faire un objet d'étude pour le jeune homme, d'autant qu'il s'en déclare le « tres-humble & affectionné [au lieu de *obéissant*] serviteur[131] ».

Odet de la Noue, fils de François de la Noue et neveu de Charles de Téligny (tous deux dédicataires de l'*Euclide* de Forcadel), est né vers 1564-1565 (33 ans). Il s'est illustré dans les Flandres aux côtés de son père et comme lui est resté prisonnier plusieurs années. Ardent défenseur de la cause réformée, actif dans la préparation de l'Édit de Nantes[132], il combattra dans l'armée de Maurice de Nassau de 1599 à 1605. Il nous paraît certain qu'il a également été l'élève d'Errard, puisque ce dernier écrit[133] :

> *Si je n'estoye asseuré que vous cognoissez l'utilité & aimez la beauté des sciences Mathematiques, je m'efforceroye à vous representer l'un & à vous louër l'autre, mais voyant par la peine que vous y employez, qu'il n'est besoin de vous y encourager davantage, j'aime mieux vous en procurer l'acquisition par mon service, que de vous en recommander la perfection par mon langage. Et cest à quoy je vise par l'offre que je vous fay de cest escrit, ou à vous donner adresse en cest estude, ou à vous rendre tesmoignage de l'affection que j'ay à vous demeurer, Monsieur, Tres-humble & affectionné serviteur.*

René Potier de Tresmes, né en 1579 (19 ans), est Capitaine des gardes-du-corps du Roi, homme de confiance de Henri IV qui lui attribuera la place de Gouverneur de Valois vers 1600. La dédicace d'Errard fait état de son affection envers Potier, à qui il offre le sixième livre des *Éléments* pour lequel ils partagent un intérêt commun : « Recevez donc ce livret, si ce n'est pour son merite, au moins pour le sujet qu'il traite, dont vous n'estes moins curieux que je suis.[134] »

Il nous paraît donc clair qu'Errard a déjà tissé des liens profonds avec l'élite protestante de l'entourage du roi et qu'il a commencé à mettre en œuvre son projet de restauration des mathématiques auprès de la jeunesse. Ses témoignages d'affections à l'égard de ses dédicataires symbolisent son engagement à leurs côtés, ce que nous lisons aussi dans plusieurs

---

[131] *Ibid*., dédicace du livre IV, « A Monseigneur Henry Comte de Coligny, Baron de Chastillon, Admiral de Guyenne, &c. », fol. 26v.
[132] Cf. Pourtalès, Guy de, « Odet de la Noue », *Bulletin de la Société de l'histoire du protestantisme français*, LXVII[e] année, janvier-mars 1918, p. 81-111 & 280-305.
[133] *Ibid*., dédicace du livre V, « A Messire Odet de la Noüe, Gentilhomme ordinaire de la chambre du Roy, Capitaine de cinquante hommes d'armes de ses ordonnances, Gouverneur de Montelimart, &c. », fol. 31v.
[134] *Ibid*., dédicace du livre VI, « A Messire René Potier, Chevalier, Baron de Tresme, &c. », fol. 38.

extraits que nous avons cités, dans lesquels le maître se place au niveau de ses élèves en rappelant leur communauté d'intérêt pour les sciences. Son engagement en faveur de l'étude des mathématiques euclidienne sera-t-il suivi d'effet ?

3.3. Originalité et postérité de l'édition errardienne des Éléments

Les commentaires et mentions personnelles d'Errard sont très rares dans ses traductions des *Éléments* d'Euclide, nous n'en trouvons presque pas en 1598, si ce n'est pour justifier des choix dictés par une volonté de simplicité et de clarté. Nous lisons par exemple dans la présentation générale du livre V : « D'autant que les douze propositions suyvantes sont assez cogneuës d'elles mesmes, & qu'elles sont plustost principes & communes sentences que theoremes, j'ay pensé suffire de les interpreter, & non demonstrer, craignant que trop long discours n'y apportast de l'obscurité plustost que de la facillité[135]. » Effectivement, les douze premières propositions sont juste énoncées et illustrées par des schémas et ne font l'objet d'aucune démonstration. Nous ne trouvons pas d'autre commentaire de ce type dans le reste de l'ouvrage, il nous semble donc qu'Errard a scrupuleusement respecté le texte de l'édition de Candale, ce qui évite l'obscurité que dénoncera Dounot dans sa propre édition en 1610[136].

Cette clarté apportée au texte d'Euclide fait l'intérêt de l'ouvrage en tant que texte d'étude pour les débutants, mais pas seulement pour eux. Il sera par exemple utilisé par Jan Pieterszoon Dou pour la première version hollandaise des *Éléments*. Géomètre, arpenteur de la ville de Leyde, proche de Van Ceulen, Marolois et Stevin, Dou déclare en effet dans la préface de son édition qu'il avait commencé son travail de traduction à partir de la version allemande de Xylander, mais qu'ayant obtenu celle d'Errard, il s'en était plus largement inspiré pour les démonstrations qu'il jugeait bien meilleures[137]. La traduction de Dou sera de nombreuses fois rééditée, et servira longtemps de manuel[138].

---

[135] Errard, Jean, *Les six premiers Livres des Elemens d'Euclide..., op. cit.*, fol. 33.
[136] Dounot, Didier, *Les Elemens de la Geometrie d'Euclides Megarien, traduicts et restitués à leur ancienne breveté, selon l'ordre de Theon. Ausquels ont esté adioustez les quatorze & quinziesme d'Ipsicles Alexandrien. Le tout par Dounot de Bar-le-Duc, Docteur és Droicts & Professeur en la divine Mathematique aux Academies du Roy*. Paris, Jacques Le Roy, 1610, épître « L'Autheur au Lecteur », fol. Aij-Aiijv, non paginés.
[137] Dou, Jan Pieterszoon, *De ses eerste Boucken Euclidis, van de beginselen ende fondamente der Geometri. Waer by gevoecht sijn eenige nutticheden, uyt de selve Boecken ghetrocken…* Leyde, Ian Ianszoon Orlers, 1607, "Tot de conslievende Lesers", fol. A4 (non signé).
[138] Cf la notice de Cornelius de Waard dans Molhuysen, Philipp Christiaan & Blok, Petrus Johannes (dir.), *Nieuw Nederlandsch biografisch woordenboek*. Volume2. Leiden, Sijthoff, 1911, col. 407.

Dans la seconde édition qu'il publie en 1605, Errard insère quelques notes personnelles, mais elles restent exceptionnelles et n'interfèrent pas avec le contenu. Par exemple, au livre VIII, après la démonstration de la proposition 13, Errard s'autorise à ajouter « et ainsi infiniement » se justifiant immédiatement par un encart en italiques : *Cette dernière particule me semble convenir au sens de la proposition*[139]. Ou encore cet avertissement au lecteur sur le changement de lettres dans le schéma de la proposition 5 du même livre : « J'ay changé les caractères de ceste seconde demonstration, d'autant qu'en la premier E estoit posé mesurer K, & en celle-cy non[140]. »

Nous constatons qu'Errard débarrasse le texte des commentaires et scholies qui ne lui paraissent pas appartenir à l'original euclidien tel qu'il est traduit par Candale. Ses propres interventions ne visent qu'à mettre le texte à la portée des commençants, quitte à le simplifier parfois, mais sans en perdre l'esprit ni la lettre. Les jeunes nobles qu'il pourrait avoir la charge d'instruire disposent ainsi du texte fondamental des six premiers livres des *Éléments* d'Euclide, dont nous verrons

4. CONCLUSION DE CE CHAPITRE

Après avoir étudié les publications d'Errard sur la géométrie, nous pouvons comparer ses compétences en ce domaine à celles de l'inventeur de dispositifs techniques qu'il était au moment de la rédaction du *Premier livre des instrumens mathematiques mechaniques*. Dans les deux cas, il fait preuve d'une bonne connaissance des travaux de ses prédécesseurs, et s'appuyant sur eux, il les prolonge, les réinterprète et en améliore la clarté. Il ne se situe certes pas à la pointe de la recherche mathématique, représentée par Viète et Stevin, dont les objets d'étude associent géométrie et algèbre, mais il approfondit les questions de mesurage, dont il étend la portée à des objets jusque-là peu étudiés dans les ouvrages de géométrie pratique. Malgré les nombreuses opérations qu'il doit effectuer dans ce contexte, Errard ne mélange pas l'algèbre à la géométrie. Nous dirons même que sa vision du nombre reste celle d'un outil mathématique au service de la mesure quantitative des grandeurs.

Nous avions montré au chapitre précédent qu'il était reconnu par les mathématiciens de la fin du XVI^{e} siècle comme l'un des leurs. Ses apports à la géométrie de la mesure ne

[139] Errard, Jean, *Les neuf premiers livres*…, *op. cit.*, fol. 76.
[140] *Ibid*., fol. 73.

contrediront pas cette reconnaissance. Si nous en croyons les éloges de Dou et de van Roomen que nous avons cités (cf *supra*, §3.3, et chap. 3, §3.5), Errard est avant tout reconnu pour la rigueur de son argumentation, la clarté des idées qu'il expose, et pour la limpidité et la simplicité de son discours.

Notre étude de la *Geometrie et pratique generalle d'icelle* confirme l'aspect rigoureux de l'approche errardienne des problèmes de mesurage des longueurs, aires et volumes, ainsi que l'étendue des cas qu'il examine dans ses corollaires d'exploration. Elle a cependant soulevé quelques zones d'ombre qui peuvent traduire des limites que se serait fixées l'auteur. Errard , s'il est un virtuose des raisonnements géométriques, n'est pas un créateur de nouvelles mathématiques. Il est un transmetteur, qui reformule les conceptions et les méthodes de grands mathématiciens comme Archimède, dont il actualise les écrits pour les mettre à la portée de ses lecteurs. Aussi, il est amené à ne pas s'engager trop loin dans l'exploration du mesurage des solides, même s'il donne des pistes en renvoyant aux écrits d'Archimède. De même pour le texte des *Éléments* d'Euclide qu'il traduit, sa visée n'est pas d'ajouter maints corollaires à la manière de Clavius, mais d'offrir une version claire de la géométrie euclidienne.

Dans quel but Errard a-t-il rédigé ces traités ? Si nous considérons l'ensemble formé par la *Geometrie et pratique generalle d'icelle* et les *Six premiers livres des Éléments d'Euclide*, ne pourrions-nous pas y voir les connaissances géométriques théoriques et pratiques nécessaires à l'exercice éclairé du métier d'ingénieur militaire, ou bien à la formation d'un officier amené à conduire des sièges ? Notre examen des dédicaces de l'*Euclide* tend à montrer qu'ils ont été écrits à cet effet, puisque les destinataires sont de jeunes officiers (ou de futurs officiers) qu'Errard a probablement côtoyés, voire formés aux mathématiques. D'ailleurs, ces dédicaces disparaîtront de la seconde édition des *Éléments* en 1605, probablement parce que la plupart des dédicataires de 1598 reprendront le métier des armes et que certains mourront au combat.

Que les dédicataires soient en majorité protestants nous confirme dans notre hypothèse d'un projet partagé par le premier cercle du pouvoir royal. Rappelons que ce projet consisterait en une restauration des sciences dans le royaume, dans le but de former une nouvelle élite de jeunes nobles au service du roi. Nous remettrons cette hypothèse à l'épreuve de l'examen de la *Fortification* que nous allons étudier dans le chapitre 5.

CHAPITRE 5

LA *FORTIFICATION* : 1600-1610

Nous arrivons au point focal de cette étude, *La fortification reduicte en art et demonstree*[1], premier grand ouvrage d'architecture militaire en français qui a valu à Jean Errard la reconnaissance de paternité de la première école française de fortification[2]. C'est cette paternité que nous interrogeons, car si elle n'est pas remise en question par les contemporains de l'ingénieur, elle ne s'est pas traduite dans les faits de manière pérenne dans la construction des forteresses. Il nous faut donc chercher quel peut être l'apport original de l'ouvrage, écartant *a priori* l'hypothèse d'une nouvelle théorie architecturale de la forme des enceintes, puisque la *manière* errardienne répond aux principes de la fortification bastionnée italienne. La détermination de ce qui est novateur dans la *Fortification* implique une analyse comparée d'ouvrages semblables s'il en existe. Nous nous référerons d'une part aux ouvrages d'architecture militaire que nous avons décrits dans notre première partie, et d'autre part aux ouvrages similaires publiés à la toute fin du XVI^e^ siècle dans des pays en guerre. En effet, comme nous l'avions déjà noté avec la parution des ouvrages en français de Flamand, Bachot et Perret (cf. chap. 2, §3), une vague de publications se produit entre 1597 et 1599 en Italie et en Espagne, ce qui nous pose question à propos de la nécessité de ces nouvelles parutions. Pour répondre à cette interrogation, nous nous appuierons en particulier sur les études historiques actuelles qui ont pour objet le contexte militaire et politique lié à l'engagement de l'Espagne dans les guerres de Flandres.

Nous ne doutons pas que Jean Errard a eu connaissance de plusieurs de ces ouvrages, ce que nous chercherons à établir à la fois par des circonstances historiques et par l'examen de leurs contenus. Nous nous attacherons dans chaque cas à préciser autant que possible qui sont leurs auteurs et s'ils tiennent dans leur pays une position équivalente à celle d'Errard auprès du roi de France. En ce qui concerne les contenus, nous serons guidés par le questionnement général en trois points que nous suivrons également dans notre étude de la *Fortification* d'Errard : quelle organisation de la connaissance l'auteur a-t-il choisie pour l'exposé de ses

---

[1] Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstree par I. Errard de Bar-le-Duc, Ingénieur du trèschrestien Roy de France et de Navarre. Dediee à sa Maiesté.* Paris, s.n. [l'auteur], 1600.
[2] Lallemend, Marcel & Boinette Alfred, *Jean Errard*…, *op. cit.*, p. 310 ; Cockle, Maurice J. D., *A bibliography of English Military Books up to 1642 and of Contemporary Foreign Works*…, London, 1900, p xxii.

théories ? Quel est le rôle joué par les mathématiques dans la création des formes nécessaires à la fortification des enceintes, aussi bien que dans la justification ultérieure de leur adéquation aux objectifs de défense ? Finalement, quelle est la place de l'iconographie dans l'ouvrage et quels sont les choix de représentation de l'auteur ?

Nous donnerons d'abord quelques repères biographiques pour les années 1600 à 1610 qu'Errard consacre à la construction de forteresses et à la réécriture de son ouvrage de fortification, puis nous exposerons les contenus des nouveaux ouvrages auxquels nous le comparerons et terminerons ce chapitre par son analyse détaillée. Notre conclusion visera à répondre à la problématique de cette partie : peut-on parler d'une révolution errardienne ? Quelles en seraient les caractéristiques ?

1. REPÈRES BIOGRAPHIQUES, 1600-1610

Nous avons mis en évidence dans les chapitres précédents le parti-pris de Marcel Lallemend et Alfred Boinette, les biographes de Jean Errard, qui ont voulu le présenter contre toute évidence comme un poliorcète, dont l'implication active dans la guerre de siège aurait été minimisée par Sully[3]. Or, les divers documents que ces biographes ont eux-mêmes mis en lumière présentent avant tout Errard comme un architecte et non un combattant. Dans l'état actuel de nos connaissances, il n'existe même qu'une source mentionnant sa participation aux combats du siège d'Amiens, le manuscrit de Pagès[4] (cf. *supra*, chap. 4, §1) qui décrit en détail les circonstances et nomme les protagonistes du siège. Mais le nom d'Errard ne s'y trouve mentionné que deux fois, et de manière ambiguë : un *sieur d'Errard*, commandant l'un des trois fortins gardant la tranchée principale[5] et *Evrard*, dont une note précise qu'il est *le principal ingenieur de l'armée d'Henry IV*[e][6], chargé de convoyer dix-mille écus depuis Paris. Or cette somme lui avait été confiée pour des travaux de fortification de plusieurs autres villes picardes menacées par les Espagnols[7], et non pour le paiement des soldats et le creusement des tranchées de circonvallation d'Amiens. Il est difficile d'imaginer un ingénieur parcourant en urgence toute la Picardie, tout en assurant la conduite d'un siège de cette durée (de mars à

[3] Lallemend, Marcel & Boinette Alfred, *Jean Errard*…, *op. cit.*, p. 121, *passim.*
[4] Douchet, Louis, *Manuscrits de Pagès marchand d'Amiens*…, *op. cit.*, p. 158-233.
[5] *Ibid.*, p 183.
[6] *Ibid.*, p. 198.
[7] Lallemend, Marcel & Boinette Alfred, *Jean Errard*…, *op. cit.*, p. 135-136 (citant plusieurs lettres d'Henri IV, éditées ou inédites à l'époque).

septembre 1597) et de cette complexité. Le camp des français était en effet si bien organisé, comme une véritable ville, que le siège fut appelé « siège de velours ».

Les travaux d'architecture militaire

Après le siège d'Amiens, il n'est plus question de participation de notre fortificateur à quelque assaut que ce soit. L'essentiel des documents mentionnés par Lallemend et Boinette montrent qu'il est chargé d'inspecter les places stratégiques de Picardie, d'en lever le plan pour proposer leur mise en état de défense, d'engager les travaux et de superviser les chantiers. Sans entrer davantage dans le détail des travaux d'Errard dans les places de Picardie, nous en donnons une carte générale (Figure 5.1), en suivant la liste des plans contenus dans le portefeuille de la British Library que nous avons mentionné au chapitre 4.

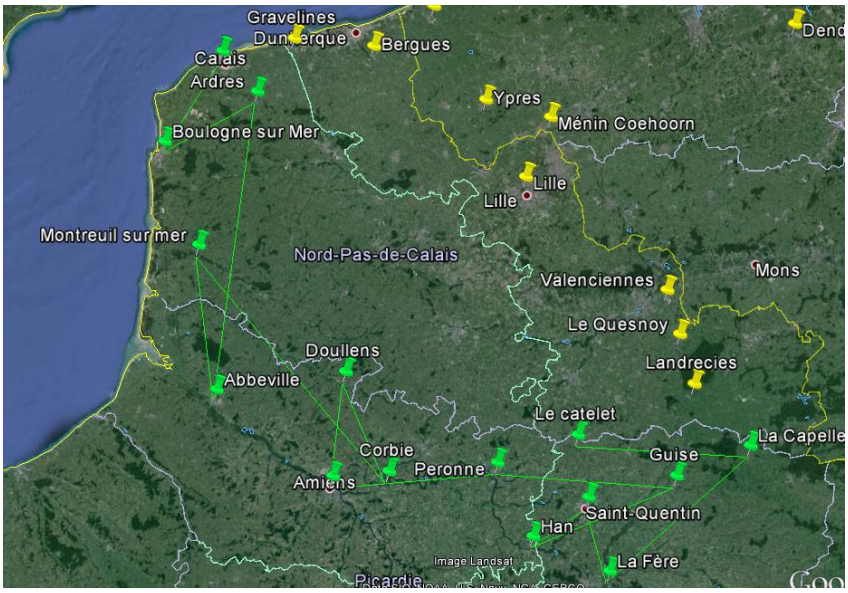


Figure 5.1 : Places dont le plan a été levé par Jean Errard (en vert) [Google Earth]

C'est en particulier à Calais qu'Errard se déplacera fréquemment, car cette ville occupe une position stratégique pour les liens du royaume avec les Provinces-Unies et l'Angleterre dans leur lutte commune contre les Impériaux[8]. Errard en lève un plan dès 1595[9], puis s'engage, après la restitution de la ville en 1598, dans des projets de rénovation des remparts et de la citadelle, dont les chantiers dureront jusqu'en 1609. Plusieurs lettres d'Henri IV, de Sully et du gouverneur, Dominique de Vic[10], attestent de sa présence fréquente sur place, à la

[8] *Ibid*., p. 278.
[9] *Ibid*., p. 125, lettre de Henri IV du 26 octobre 1595.
[10] Ibid., p. 156.

fois comme maître d'ouvrage et comme maître d'œuvre. De Vic le réclame en 1599, car en son absence les travaux sont stoppés[11], puis de nouveau en mars 1602 pour statuer sur une de ses propositions[12]. Comme il avait été gouverneur d'Amiens après sa reprise en 1597, les deux hommes ont déjà travaillé ensemble et se connaissent sans doute très bien.

Calais et Dominique de Vic, de nouveaux liens avec les Provinces-Unies

Nous insistons sur la présence d'Errard à Calais, car cette place forte est au centre des relations entre la France et les Provinces-Unies. Le roi Henri IV s'y rendra plusieurs fois pour visiter le chantier des fortifications, mais aussi pour observer de plus près le siège d'Ostende[13] qui le préoccupe fort, comme le prouvent les nombreuses mentions qu'il en fait dans sa correspondance[14]. Dominique de Vic y supervisera l'envoi de forces françaises à Ostende en 1603[15] et réciproquement, il favorisera l'accueil de familles protestantes des Flandres, attirées par les privilèges qu'accordait Henri iv aux nouveaux habitants[16]. Nous savons par ailleurs que de Vic a sollicité l'ingénieur Simon Stevin pour un nouveau projet de fossés et de fortification par écluses, comme ce dernier en témoigne dans son ouvrage paru en 1618 sur ce sujet[17]. Stevin a-t-il rencontré Errard ? Il est tentant de l'imaginer, mais il nous est difficile de l'affirmer sans savoir l'époque de la visite de Stevin à Calais. Lennel la place dès 1598[18], mais comme il attribue les projets à Hendrik Stevin, le fils de Simon, né en 1614, c'est impossible. La méprise de Lennel vient du fait que c'est Hendrik qui a publié la correspondance de son père avec le gouverneur de Vic, ainsi que le devis établi pour le creusement des fossés et l'installation des écluses[19]. Une description du projet se trouve dans l'ouvrage de Simon Stevin de 1618, mais pas dans l'édition de ses œuvres en 1608, car la

[11] *Ibid*., p. 155, lettre de Henri IV du 18 août 1599.
[12] *Ibid*., p. 278, lettre du Secrétaire d'État de la Guerre Nicolas de Neufville de Villeroy de mars 1602.
[13] *Ibid*., p. 278.
[14] Berger de Xivrey, Jules, *Recueil des lettres missives de Henri IV*, tome 5. Paris, Imprimerie nationale, 1850 (cf. en particulier le *Sommaire historique*, p. XIII).
[15] Lallemend, Marcel & Boinette Alfred, *Jean Errard*…, *op. cit*., p. 124, note 1 (lettre de Henri IV du 4 mars 1603).
[16] Lennel, Fernand, *Calais par l'image*. La Souterraine, La Sentinelle, 1996, tome 2, p. 32.
[17] Stevin, Simon, *Nouvelle maniere de fortification par ecluses.* Leyde, Matthieu & Bonaventure Elzevier, 1618, p. 49-52.
[18] Lennel, Fernand, *Calais par l'image*, *op. cit*., p. 31.
[19] Stevin, Hendrik, *Wisconstich Filosofisch Bedryf, van Hendric Stevin Heer van Alphen, van Schrevelsrecht, &c. Begrepen in veertien Boeken*, Leyden, Philippe de Croy, 1667, p. 75-80.

rédaction du traité de fortification par les écluses n'était pas terminée[20]. Pour y voir plus clair, nous devons nous reporter au texte écrit par Stevin lui-même, qui précise s'être rendu sur place sur sollicitation de « *Monseigneur de Vic*, de bonne mémoire […] devant son trépas[21] », mais que les travaux ne furent pas approuvés par le roi, auquel le gouverneur les avait soumis. Or, Pierre de l'Estoile, chroniqueur de l'époque, date du 14 août 1610 la mort du gouverneur de Vic, qu'il attribue au chagrin consécutif à l'assassinat du roi, dans des termes quasi identiques à ceux qu'il utilisait pour Errard en juillet[22]. La visite de Stevin a donc eu lieu avant la mort de Henri IV et par conséquent du vivant d'Errard, dans les mois précédant août 1610, si nous nous reportons à l'expression utilisée dans l'édition originale (sur de Vic, *voor sijn overlijden* : avant qu'il décède[23]). Les échanges entre Stevin et Errard sont donc plus que probables, au moins par l'intermédiaire du gouverneur de Vic et au vu de leurs situations respectives de maîtres d'œuvre en fortification pour des puissances alliées et dans des aires géographiques voisines.

Jean Errard ne nous apparaît donc pas comme le conducteur de tranchée solitaire que présentaient Marcel Lallemend et Alfred Boinette. Au contraire, nous dessinons au fur et à mesure de notre étude, le personnage d'un ingénieur en lien avec ses homologues et les pratiques de son époque, de même que nous l'avions découvert comme membre à part entière de la communauté des mathématiciens.

Travaux hors de Picardie

Nous trouvons une autre confirmation de ce statut d'ingénieur architecte dans la participation d'Errard à la guerre franco-savoyarde (1600-1601). Cette participation est attestée par Sully, qui raconte dans ses *Mémoires*[24] l'inspection du fort sainte Catherine, près de Genève, en compagnie de l'ingénieur. Nous savons par ailleurs que Claude Flamand a participé lui aussi à cette campagne (cf. *supra*, chap. 2, §3.3). Il est donc tout à fait envisageable qu'ait eu lieu une rencontre entre ces deux auteurs de traités de fortification

---

[20] Stevin, Simon, *Memoires mathematiques… translaté en françois par Jean Tuning, Licentié és Loix, & Secretaire de Monseigneur le Prince Henry, Comte de Nassau &c.* Leyde, Jan Paedts Jacobsz., 1608, p. 107-108, « Annotations du translateur ».
[21] Stevin, Simon, *Nouvelle maniere de fortification par ecluses*, *op. cit.*, p. 49.
[22] Pour de Vic, voir Lennel, Fernand, *Calais par l'image*, *op. cit.*, p. 33 ; pour Errard, Lallemend, Marcel & Boinette Alfred, *Jean Errard…*, *op. cit.*, p. 309.
[23] Stevin, Simon, *Nieuwe manière van Stercktebou door Spilsuysen. Beschreven door Symon Stevin van Brugghe*, Rotterdam, Ian van Waesberghe, 1617, p. 49.
[24] Cités par Lallemend, Marcel & Boinette Alfred, *Jean Errard…*, *op. cit.*, p. 274.

S'il revient toujours à Calais pour suivre les chantiers qu'il supervise, Errard a donc l'obligation de se déplacer hors de Picardie par ordre de son roi. Il est mandaté pour l'inspection des places de Bourgogne et de Bresse en 1603[25], engagé dans d'importants projets de rénovation des fortifications de Bayonne qui ne seront terminés qu'après 1616[26]. La campagne contre le duc de Savoie lui donne l'occasion de visiter certaines places de montagne, comme Sisteron ou Grenoble, dont certains auteurs affirment que les citadelles sont son œuvre, ce que conteste catégoriquement David Buisseret[27]. Nous serons cependant plus nuancé. En effet, Buisseret cherche systématiquement à retrouver dans les plans des citadelles une forme typiquement errardienne dans laquelle les angles des bastions sont droits. Mais si nous observons les plans des citadelles de Grenoble et de Sisteron, nous n'y trouvons pas de contradictions avec les propos et illustrations du Livre IV de la *Fortification reduicte en art et demonstree*, justement consacré aux places de montagne. Il est possible qu'Errard ait simplement remanié et adapté ces citadelles. La manière errardienne ne doit pas être résumée à la construction des places régulières, comme nous le verrons dans la suite de ce chapitre.

L'affaire de Bouillon et la disparition d'Errard

Une dernière crise a sans doute terni les relations du roi avec son ingénieur principal, et rendu inconfortables les dernières années d'Errard. Il s'agit du complot du maréchal de Biron impliquant le vicomte de Turenne, duc de Bouillon[28]. Sans entrer dans les détails d'une affaire complexe, nous dirons que Bouillon fut soupçonné d'avoir trempé dans le complot contre Henri IV, ourdi par Biron avec le duc de Savoie. Biron décapité en 1602, des dénonciations portèrent le soupçon sur le duc de Bouillon, qui tenta maladroitement de fuir à l'étranger[29]. Or Errard était un fidèle de Bouillon, pour lequel il avait dirigé d'importants travaux de fortification à Sedan à partir de 1594[30].

En 1603, le duc avait même suggéré à Georges Gustave de Palatinat-Veldenz de recruter l'ingénieur, ce qui causa la colère du roi, qui écrit Sully à propos du duc : « Il a conseillé au

---

[25] *Ibid*., p. 280-281, lettre de Henri IV du 8 juin 1603.
[26] Blay de Gaïx, Cdt Gabriel de, *Histoire militaire de Bayonne, tome I^er^ : de l'origine de Bayonne à la mort d'Henri IV*. Bayonne, Lamaignière, 1899, p. 335-339 & p. 371-386.
[27] Buisseret, David, *Ingénieurs et fortifications avant Vauban…*, *op. cit.*, p. 82.
[28] Marchand, Romain, « Conciliation et réconciliation : un exemple politique, l'affaire Biron-Bouillon 1602-1606 », in Collard, Franck & Cottret, Monique (dir.), *Conciliation, réconciliation aux temps médiévaux et modernes*. Paris, Presses universitaires de Paris Ouest, 2012, p. 141-160.
[29] Berger de Xivrey, Jules, *Recueil des lettres missives de Henri IV*, *op. cit*., tome 5, p. 698-699, *passim*.
[30] Lallemend, Marcel & Boinette Alfred, *Jean Errard…*, *op. cit.*, p. 290.

dict electeur Palatin de bastir une nouvelle forteresse en son pays, pour la conservation, ainsi qu'il dict, de la pure religion ; ayant sur cela osé escrire à Erard, mon ingénieur principal, sans ma permission, de l'aller trouver pour servir ledict electeur en ceste occasion[31]. » L'ingénieur se trouva donc impliqué dans ces affaires gênantes pour lui, car le roi connaissait sans doute ses liens avec la cour de Palatinat-Veldenz (cf. *supra*, chap. 3, §1). La décision royale de lancer une campagne sur Sedan en 1605 ne pouvait qu'augmenter le malaise : Sully pensait la place indéfendable, Errard (qui l'avait fortifiée) la pensait imprenable. L'expédition se termina heureusement en avril 1606 par la reddition du duc et le pardon du roi.

Pendant toute cette affaire, Errard resta attaché à Sedan où il résidait avec sa famille, comme en témoigne un acte notarié de 1607[32]. A-t-il participé à la refondation de l'Académie protestante en 1602 comme le prétendent certains auteurs ? Nous n'en avons trouvé aucune preuve, son nom ne figurant pas dans la liste des professeurs et régents connus dressée au XIX^e^ siècle[33], mais cela est vraisemblable dans la mesure où l'Académie s'était doté d'une chaire de mathématiques, dont le titulaire n'est connu qu'à partir de 1605 et d'une académie des exercices (militaires). C'est à Sedan qu'Errard mourut vers le 20 juillet 1610, quelques semaines après l'assassinat du roi. Signalons que la France se préparait alors à s'engager auprès de Maurice de Nassau dans la guerre de Succession de Juliers[34]. Le campement des troupes de Maurice devant Juliers allait être organisé par Simon Stevin et ferait l'objet d'un chapitre de son traité de castramétation[35].

Du rappel de ces faits biographiques, nous conclurons que le travail d'Errard pour le royaume est semblable à celui des autres ingénieurs militaires de son époque, selon la belle formule d'Alicia Cámara Muñoz : servir son maître, voyager, lever des plans, rendre compte,

---

[31] Berger de Xivrey, Jules, *Recueil des lettres missives de Henri IV*, *op. cit.*, tome 6, p. 119.

[32] « Echange pour noble homme Jacques de Thionville et Françoise Errard demeurant à Bar, et Jean Errard, escuyer, conseiller et Ingenieur du Roy dem[euran]t a Sedan [4 décembre 1607] », pièces 332 et 333 (transcription), fonds Maxe-Werly, médiathèque Jeukens de Bar-le-Duc.

[33] Bourchenin, Pierre-Daniel, *Etude sur les Académies protestantes en France au XVI^e^ siècle et au XVII^e^ siècle*. Paris, Grassart, 1882, p. 464-465.

[34] Berger de Xivrey, Jules, *Recueil des lettres missives de Henri IV*, tome 7. Paris, Imprimerie impériale, 1858 (*Sommaire historique*, p. XV-XVI).

[35] Stevin, Simon, *La Castrametation descrite par Symon Stevin de Bruges selon l'ordonnance & l'usage de tres-illustre, tres-excellent Prince et Seigneur Maurice, par la grâce Dieu Prince d'Orange*, Leyde, Matthieu & Bonaventure Elzevier, 1618, p. 15-32. Voir sur le sujet de ce traité : Boffa, Sergio, « Le plan idéal d'un campement militaire selon la *Castrametatio* de Simon Stevin (1617) », *in* Elkhadem, Hossam & Bracke, Wouter (dir.), *Simon Stevin, 1548-1620. L'émergence de la nouvelle science*. Turnhout, Brepols, 2004, p. 115-121.

mettre en œuvre et superviser[36]. Remarquons cependant que ces ingénieurs militaires œuvraient aussi dans l'architecture ou l'ingénierie civile. Nous avons rencontré de tels ingénieurs dans nos chapitres précédents, comme Claude Flamand, auquel sont confiés des travaux d'horlogerie, la réfection des ponts ou l'adduction d'eau[37], ou Jacques Besson qui construit une pompe à Lausanne (cf. *supra*, chap. 3, §2.1.1). Alghisi construit des églises, Stevin reçoit un brevet pour un nouveau type de moulins, les exemples sont nombreux. Au siège d'Ostende, nous croiserons le chemin d'ingénieurs comme Pompeo Targone et David van Orliens qui n'ont pas écrit d'ouvrage mais sont restés célèbres pour leurs réalisations tant militaires que civiles. Ce n'est pas le cas d'Errard, dont nous n'avons aucune trace de réalisations hors du domaine des fortifications, malgré les nombreuses inventions techniques présentées dans le *Premier livre*. Ses réalisations à lui sont plutôt ses ouvrages écrits, par lesquels il transmet son savoir mathématisé. Ce qui le distingue des autres ingénieurs qui ont travaillé en France à son époque sous les ordres de Sully[38], c'est justement la rédaction d'ouvrages traitant de mathématiques et de fortification. Nous avions formulé plus haut l'hypothèse d'un grand projet d'éducation de la jeune noblesse française. La publication de sa *Fortification* répond-elle à une même préoccupation de formation des élites ? Dans un premier temps, nous examinons les ouvrages qui sont publiés à la même époque dans d'autres pays en guerre, en suivant ce même questionnement.

2. DES OUVRAGES DE FORTIFICATION LIÉS À LA GUERRE ?

À la fin du XVI^e^ siècle, le roi de France n'a pas encore fait paraître d'ouvrage de fortification sous son patronage. Certes, deux traités précédemment évoqués (cf. *supra*, chap. 2) lui ont été dédiés, *La Guide*[39] de Claude Flamand et *Les Fortifications*[40] de Jacques Perret, mais jusqu'à présent, il n'a été trouvé aucun document prouvant que ces deux auteurs,

---

[36] Cámara Muñoz, Alicia, « La profesión de ingeniero : los ingenieros del rey », *in* Silva Suárez, Manuel (dir.), *Técnica e ingeniería en España I : El Renacimiento. De la técnica Imperial y la popular* (2.ª edición corregida y aumentada). Zaragoza, Real Academia de Ingeniería, Institución « Fernando el Católico », Prensas Universitarias de Zaragoza, 2008, p. 163 [notre traduction].
[37] Yenny, Julien, *Claude et Jean Flamand…*, op. cit., p. 441-483.
[38] Buisseret, David, *Ingénieurs et fortifications avant Vauban…*, *op. cit.*, p. 87 *sqq*.
[39] Flamand, Claude, *La Guide des fortifications et conduitte militaire*…, *op. cit.* Montbéliard, Jacques Foillet, 1597. La seconde édition (en 1612) perd sa dédicace au roi de France au profit du duc de Württemberg.
[40] Perret, Jacques, *Des fortifications et artifices, architecture et perspective*, *op. cit*. S.l., s.n., s.d.

étrangers au royaume, auraient pu être sollicités par Henri IV. Par ailleurs, le *Gouvernail*[41] d'Ambroise Bachot reste une œuvre confidentielle, peu à même de vanter les capacités des ingénieurs français. Or les études historiques actuelles à propos du concept de révolution militaire[42] ont mis en valeur les grands changements qui interviennent dans cette période. Comme nous l'avons déjà rappelé, les progrès de l'artillerie et l'invention italienne du bastion ont engendré de nouvelles façons de concevoir la guerre, tant dans l'organisation des armées que dans les techniques militaires et la fortification des places. Il ne semble pas imaginable que le pouvoir ait laissé aux seuls ingénieurs italiens la responsabilité de la défense du royaume. C'est ce que montre leur remplacement par des ingénieurs français au service d'Henri IV[43], mais la formation de ces derniers est restée essentiellement liée à l'apprentissage sur le terrain[44]. L'accroissement de la taille des armées et leur professionnalisation progressive[45] pose la question de la mise en place d'une formation théorique dans les nations en guerre, particulièrement la guerre des Flandres qui oppose les Provinces-Unies aux Espagnols, mais implique également la France et l'Angleterre indirectement. Comment cela sera-t-il pris en compte dans les nations qui consacrent un budget croissant à la guerre[46] ? Quels en seront les vecteurs ? Nous aborderons ces questions sous deux angles : celui de la publication d'ouvrages consacrés aux nouvelles pratiques, et celui de la création d'écoles spécifiques, semblables à celle qu'Errard appelait de ses vœux en 1594 (cf. *supra*, chap. 3, §1). Nous examinerons essentiellement la situation espagnole, sur laquelle la recherche historique actuelle apporte de nouveaux éléments[47], ainsi que les nouvelles pratiques dont

---

[41] Bachot, Ambroise, *Le Gouvernail*…, *op. cit.*, Melun, l'auteur, 1598.

[42] Parker, Geoffrey, *The military revolution: military innovation and the rise of the West*, 1500-1800. Cambridge, Cambridge University Press, 1988 ; Rogers, Clifford J., *The military revolution debate: readings on the military transformation of early modern Europe*. Boulder, Westview Press, 1995 ; Bérenger, Jean (dir.), *La révolution militaire en Europe (XV^e^-XVIII^e^ siècles)*. Paris, Économica et Institut de Stratégie Comparée, 1998, & Chagniot, Jean, *Guerre et société à l'époque moderne*. Paris, PUF, coll. « Nouvelle Clio », 2001

[43] Buisseret, David, *Les ingénieurs du roi au temps de Henri IV*…, *op. cit.*, p. 80.

[44] *Ibid*., p. 19.

[45] Sur ces deux aspects, voir Jones, Colin, « The Military Revolution and the Professionalisation of the French Army under the Ancien Régime » et Lynn, John A., « The *trace italienne* and the Growth of Armies: The French Case », in Rogers, Clifford J., *The military revolution debate*…, *op. cit.*, p. 149-168 & 169-200 resp.

[46] Au point d'engendrer la banqueroute espagnole qui mènera à la Trêve de douze ans avec les Provinces-Unies.

[47] Cf. González de León, Fernando, *The Road to Rocroi. Class, Culture and Command in the Spanish Army of Flanders, 1567-1659*. Leiden, Brill, Collection "History of Warfare", volume 52, 2009 ; Cámara Muñoz, Alicia (dir.), *Los ingenieros militares de la monarquía hispánica en los siglos XVII y XVIII*. Madrid, Ministerio de Defensa, 2005 ; et surtout Silva Suárez, Manuel (dir.), *Técnica e ingenieria en España I : El Renacimiento. De la técnica Imperial y la popular* (2.ª edición corregida y aumentada). Zaragoza, Real Academia de Ingeniería, Institución « Fernando el Católico », Prensas Universitarias de Zaragoza, 2008.

témoignent plusieurs ouvrages publiés en Italie à cette période. Nous aborderons plus loin (§4 de ce chapitre) la question de la circulation des savoirs et pratiques dans le milieu des ingénieurs, sans évoquer ici les travaux de Stevin dans les Provinces-Unies dont nous étudierons en détail l'école de fortification dans notre troisième partie.

2.1. L'ENSEIGNEMENT DE LA FORTIFICATION EN ESPAGNE À LA FIN DU XVI[e] SIÈCLE

Les Pays-Bas espagnols avaient été gouvernés d'une main de fer par Fernando Álvarez de Toledo, duc d'Albe, jusqu'en 1573. Génie militaire, le duc d'Albe avait créé et organisé l'Armée des Flandres selon un système très personnel[48], basé sur le long entraînement des élites à des postes subalternes et le respect sans faille d'un ordre strict[49]. Après sa disgrâce, cette armée considérée comme la plus disciplinée du monde[50] allait rapidement perdre son efficacité, au grand dépit de cadres aguerris qui n'étaient pas de haute naissance, mais allaient être remplacés par des nobles inexpérimentés[51]. Selon González de León, c'est cette « baisse de niveau » due aux changements dans les recrutements qui peut expliquer en partie la cinglante défaite espagnole de Nieuwpoort en 1600[52].

Dans la dernière décennie du XVI[e] siècle fleurit donc en Espagne une nouvelle littérature militaire[53], dont les auteurs mettent en avant la figure d'un « parfait officier » en protestant contre le faible niveau des nouveaux recrutés. Ceci joint aux revers militaires subis par les Espagnols face aux Provinces-Unies, va favoriser l'éclosion d'une réflexion sur la formation des officiers, qui aboutira à la publication en Espagne d'ouvrages consacrés à l'art militaire, outre les grands traités d'artillerie dont nous avons parlé au chapitre 1.

La fortification mathématique de Cristóbal de Rojas

C'est en 1584 que le Roi d'Espagne Philippe II crée l'*Academia Real Matemática*[54], dont il confie l'organisation à deux architectes, l'Espagnol Juan de Herrera et l'Italien Tiburcio

---

[48] González de León, Fernando, *The Road to Rocroi…*, *op. cit.*, p. 49-51.
[49] *Ibid*., p. 55.
[50] *Ibid*., p. 107
[51] *Ibid*., p. 122.
[52] *Ibid*., p. 77.
[53] Ibid., p. 123-125.
[54] Cámara Muñoz, Alicia (dir.), *Los ingenieros militares de la monarquía hispánica en los siglos XVII y XVIII*, *op. cit.*, p. 184. Voir également la présentation historique sur le site de la Real Academia de Ciencias de Madrid (http://www.rac.es).

Spannocchi[55]. Herrera en rédige un programme des études[56] en langue vulgaire, comme le seront les enseignements donnés. Le prologue de ce programme est une vigoureuse défense de l'enseignement des sciences, indispensables à tous les corps de métier dont l'Empire a besoin, des arithméticiens aux pilotes de navires et aux astronomes, en passant par les artilleurs et les ingénieurs militaires, qu'il oppose à la jeunesse désœuvrée de la cour[57]. L'enseignement est basé sur les *Éléments* d'Euclide, bien sûr, mais aussi, et selon les profils des étudiants, sur les œuvres d'Archimède, Tartaglia, Théodose, Regiomontanus, etc., qui représentent un large éventail de la science de l'époque. À partir de 1591, avec son transfert du Palais au Conseil de la Guerre, l'*Academia Real* s'oriente davantage vers l'art militaire[58] et compte quatre enseignants, deux mathématiciens et deux ingénieurs militaires, dont Cristóbal de Rojas (1555-1614), qui publiera ses leçons[59] en 1598 sous le titre de *Teorica y practica de fortificacion*[60]. Rojas était architecte et professeur, il ne semble pas qu'il ait exercé des fonctions de capitaine. En revanche, il a œuvré en Espagne comme architecte de plusieurs églises et d'enceintes fortifiées comme celles de Cadiz. Pour lui, un ingénieur militaire est un « architecte pratique » qui doit bien connaître les œuvres de Vitruve et les six premiers livres des *Éléments* d'Euclide. Pour la fortification, les auteurs cités comme sources[61] sont exclusivement italiens, ce sont principalement Theti et Cataneo que nous avons déjà évoqués dans notre premier chapitre. Il est d'ailleurs l'un des premiers à donner une perspective historique sur la fortification. Selon Alicia Cámara Muñoz, ses pratiques et ses opinions traduisent bien l'état d'esprit commun de son milieu et de son époque[62].

Ce qui nous intéresse particulièrement dans la *Teorica y practica de fortificacion*, c'est la place qui y est accordée aux mathématiques. Bien qu'il se réclame de Theti et Cataneo, il ne

---

[55] Cf. le prologue (non paginé) de Cristóbal de Rojas : *Teorica y practica de fortificacion, conforme las medidas y defensas destos tiempos, repartida en tres partes…* Madrid, Luis Sanchez, 1598. Sur Spannocchi, voir Promis, Carlo, « Biografie di ingegneri militari italiani… », *op. cit.*, p. 583-591.

[56] Herrera, Juan de, *Institucion de la Academia Real Matematica en Castellano, que la Magestad del Rey Don Phelippe.II.N.S. mando fundar en su Corte. Diricida a la S.C.R.M. del Rey Don Phelippe nuestro Señor*. Madrid, Guillermo Droy, 1584.

[57] Piñeiro, Mariano Esteban, « Instituciones para la formación de los técnicos », in Silva Suárez, Manuel (dir.), *Técnica e ingenieria en España I : El Renacimiento. De la técnica Imperial y la popular…*, *op. cit.*, p. 184.

[58] *Ibid.*, p. 187.

[59] Cámara Muñoz, Alicia, « Tratados de arquitectura militar en España. Siglos XVI y XVII », *Goya, Revista de Arte*, n°156, mai-juin 1980, p. 342.

[60] Rojas, Cristóbal de, *Teorica y practica de fortificacion, conforme las medidas y defensas destos tiempos, repartida en tres partes…* Madrid, Luis Sanchez, 1598.

[61] Rojas, Cristóbal de, *Teorica y practica de fortificacion…*, *op. cit.*, fol. 1, fol. 31v.

[62] Cámara Muñoz, Alicia, « Tratados de arquitectura militar…», *op. cit.*, p. 344.

se contente pas comme eux d'évoquer brièvement les connaissances scientifiques nécessaires à l'architecte militaire. Dès le premier chapitre de l'ouvrage, l'auteur affirme que pour traiter de fortification, il est indispensable de connaître les six premiers livres des *Éléments* d'Euclide, ainsi que le onzième et le douzième[63]. Voilà qui rappelle fort la *Geometrie* d'Errard, qui se référait pour l'essentiel aux mêmes livres d'Euclide (cf. *supra*, chap. 4, §2). Rojas juge également indispensables l'arithmétique théorique et pratique, ainsi qu'une grande compétence en topographie pour la reconnaissance du terrain, afin de savoir choisir les sites de construction des forteresses. Selon lui, cette dernière capacité est intimement liée à l'expérience du terrain, c'est pourquoi il recommande aux jeunes ingénieurs la compagnie des soldats les plus anciens[64].

Dans la première partie de la *Teorica y practica de fortificacion*, Rojas donne (au chapitre II) le plan de son cours de géométrie de l'*Academia Real* en citant tous les théorèmes auxquels il se référera par la suite[65]. Au chapitre v, il en expose le détail complet, en insérant les démonstrations dont il juge la connaissance indispensable à l'ingénieur (*forçosas para el Ingenio*)[66]. Au septième chapitre[67] sont annoncés les principes et règles fondamentales et particulières de la fortification, mais il ne s'agit en fait que d'exposer une façon de tracer les angles des polygones réguliers, depuis le triangle équilatéral jusqu'au décagone. Les chapitres suivants sont consacrés à l'explication du tracé des polygones réguliers vus comme contours de base des forteresses dont les bastions seront construits à l'extérieur, puis à des considérations géométriques de mesures d'aires.

La fortification proprement dite fait l'objet du second livre de la *Teorica y practica de fortificacion*. Comme les questions sur les angles et les polygones ont été traitées dans la première partie, Rojas n'expose ici que brièvement sa manière de tracer les bastions, inspirée des pratiques italiennes. Pour l'essentiel, un polygone est fortifié par l'adjonction de bastions engendrés par des lignes issues de l'enceinte initiale. Nous reproduisons l'exemple

[63] Rojas, Cristóbal de, *Teorica y practica de fortificacion…*, *op. cit.*, fol. 1.
[64] *Ibid*., fol. 1v.
[65] *Ibid*., « Del fundamento de la Geometria, que es la primera cosa propuesta », fol. 1v-2v.
[66] *Ibid*., « De todas las partes y principios de la Geometria, conforme a lo que queda dicho en el paitulo segundo, y las demostraciones forçosas de Euclides para el Ingeniero », fol. 4-14.
[67] *Ibid*., « De los principios y reglas universales, y particulares de la fortificacion », fol. 19-20.

fondamental de Rojas, le triangle équilatéral sur lequel il s'appuiera pour ses autres constructions[68].

Le triangle équilatéral (Figure 5.2) est construit sur une base [*AB*] de 600 pieds, qui est divisée en quatre segments égaux comme [*AC*] et [*CB*] de 150 pieds chacune, la partie [*CC*] de 300 pieds représentant la courtine. Au point *C* (de droite) est élevée la ligne [*CD*] de 60 pieds, perpendiculaire à (*AB*), puis la ligne joignant les points *C* (de droite) et *D* est prolongée au-delà de *D*. Le même procédé est utilisé sur le côté [*Bo*], le point d'intersection *E* des deux lignes tracées sera la pointe du bastion. Cette façon de procéder sera nommée la *manière espagnole*, que l'auteur ne justifie pas militairement.

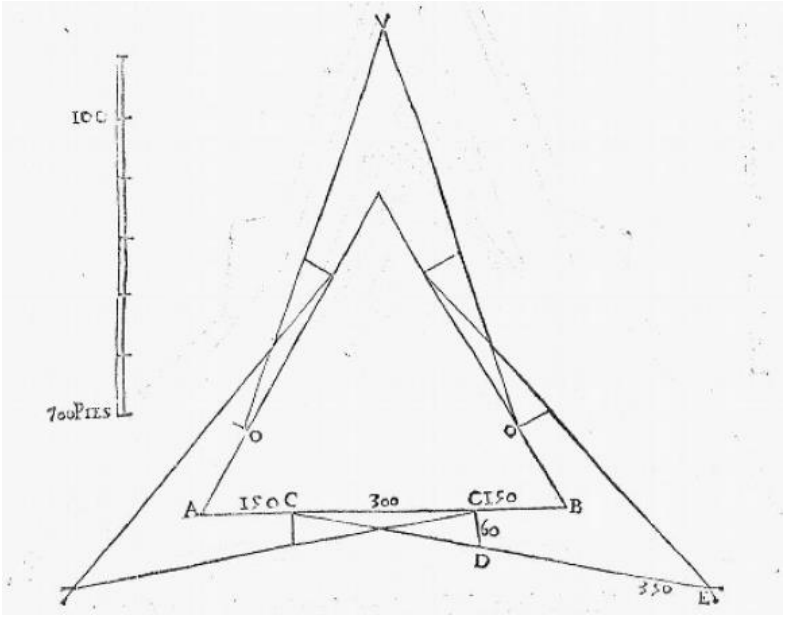


Figure 5.2

La place centrale qu'attribue Rojas à la géométrie se manifeste encore par le long exposé qu'il donne aux chapitres suivants sur la mesure des figures : mesure de l'aire des triangles et quadrilatères ainsi que du disque et des figures composées[69] ; réduction des figures en rectangles de même aire (ou quadratures)[70] ; addition (du point de vue de l'aire) des figures[71], soustraction[72], multiplication par un nombre[73], division en parties de même aire[74], et enfin,

[68] *Ibid*., fol. 40.
[69] *Ibid*., « Capitulo VIII. que enseña a medir un quadrado, y otras figuras quadrangulas », fol. 53-56v.
[70] *Ibid*., « Capitulo IX. Que enseña a reduzir unas figuras en otras », fol. 56v-58.
[71] *Ibid*., « Capitulo X. Que enseña a sumar las figuras q atras quedan reduzidas », fol. 58-59v.
[72] *Ibid*., « Capitulo XI. De como se han de restar unas figuras de otras », fol. 59v-60.
[73] *Ibid*., « Capitulo XII. Que enseña a multiplicar figuras, assi quadradas como triangulares, y circulos », fol. 60v-62.

mesure des places fortifiées selon la méthode espagnole[75]. Cette seconde partie se clôt sur la description d'instruments pour le lever de plans et d'un cadran solaire.

Dans l'état actuel de nos connaissances, la *Teorica y practica de fortificacion* de Cristobál de Rojas est le premier ouvrage de fortification exposant de manière autant détaillée les outils mathématiques nécessaires à cet art, y compris les démonstrations, pour lesquelles il renvoie souvent aux *Éléments* d'Euclide. Le fait qu'il s'agisse de la rédaction d'un cours donné à l'*Academia Real* nous éclaire sur la nature de l'ouvrage : c'est un manuel à l'usage de débutants qui suivent par ailleurs un enseignement des *Éléments* d'Euclide.

Les préoccupations de Rojas à propos de la mesure des aires rejoignent, nous le voyons, celle d'Errard dans sa *Geometrie*. Mais ce dernier pouvait-il avoir eu connaissance des travaux de son homologue espagnol sur la fortification ? Le traité de Rojas semble avoir été peu diffusé en France (un seul exemplaire localisé, à la bibliothèque Mazarine), mais selon Mariano Esteban Piñero, l'existence de l'*Academia Real* et l'enseignement de Rojas étaient bien connus en Europe, comme l'atteste la correspondance de Clavius[76]. En outre, Rojas a édifié en Bretagne la citadelle de Port-Louis (connue alors sous le nom de Port-Blavet) en 1591[77] à l'époque où le duc de Mercœur avait pris le parti de la Ligue et s'était allié aux Espagnols. Cette citadelle ayant été rendue à la France après le traité de Vervins (1598), les ingénieurs français avaient tout loisir d'étudier sur place les tracés à la manière espagnole. Il est également envisageable que Rojas ait été présent à Calais, puisque le gouverneur Don Juan de Ribas y entreprit d'importants travaux de fortification à partir de 1596[78] sur la demande du roi d'Espagne qui voulait faire de cette ville une plaque-tournante des échanges avec les Flandres.

Medina Barba : pour une école nationale d'ingénierie militaire

Nous signalerons pour son intérêt propre un autre traité de fortification publié en Espagne avant 1600, l'*Examen de fortificacion*[79] de Diego González de Medina Barba (v 1550-1600), que trente ans de carrière militaire au Portugal et dans l'Armée des Flandres avaient rendu

---

[74] *Ibid*., « Capitulo XIII. Para partir figuras, quadradas, triangulares y circulos », fol. 62-64.
[75] *Ibid*., « Capitulo XIII. Para medir la area, o superficie de qualquiera fortificacion, assi en triãgulo, como en quadrado, ò en pentagono », fol. 64-68v.
[76] Piñeiro, Mariano Esteban, « Instituciones para la formación de los técnicos…, *op. cit*., p. 187.
[77] Cámara Muñoz, Alicia, « Cristóbal de Rojas. De la cantería a la ingeniería », *in* Cámara Muñoz, Alicia & Revuelta Pol, Bernardo (dir.), *Ingenierios del Renacimiento*. Madrid, Fundación Juanelo Turriano, 2014, p. 139.
[78] Lennel, Fernand, *Calais par l'image*, *op. cit*., p. 22 ; Histoire de Calais, p. 433
[79] González de Medina Barba, Diego, *Examen de fortificacion, hecho por Don Diego Gonçalez de Medina Barba, natural de Burgos. Dirigido al Rey nuestro Señor Don Felipe III*. Madrid, Varez de Castro, 1599.

expert dans la fortification de son époque[80]. Comme il l'écrit lui-même, son ouvrage est une synthèse des connaissances vues par un homme du métier. Celui-ci est conçu comme un dialogue, ce qui permet à l'auteur de critiquer les diverses réponses apportées aux problèmes de la fortification et de mettre en perspective face aux autres sa propre solution. À la manière de Cataneo et de Tartaglia (cf. *supra*, chap. 2), il met en scène les échanges entre un Prince, l'homme de pouvoir qui pose les questions car il ne sait rien, et un maître en l'art de fortification (*un Maestro de la profession*)[81], l'expert qui a toutes les réponses. Medina Barba présente ce maître davantage comme un soldat que comme un architecte. Il s'adresse donc à des étudiants destinés au métier d'ingénieur, dont il veut, comme Rojas, qu'ils aient un statut à l'intérieur de l'armée[82]. L'approche de Medina Barba revêt une dimension plus politique,[83], car il est important que son discours soit le plus clair possible (*para hablar con mas claridad*)[84], au moment où l'Espagne est en train de perdre la guerre. Les mathématiques ne sont pas en reste, elles apparaissent au cours des discussions selon les besoins du Prince qui demande à connaître les méthodes de mesure de lignes à distance, ou la façon d'évaluer les aires. L'ensemble reste cependant fortement inspiré de l'ouvrage de Rojas, qu'il ne dépasse pas d'un point de vue scientifique[85].

2.2. UNE RENAISSANCE DE LA FORTIFICATION ITALIENNE

La situation politique italienne est très différente de la précédente, car l'Italie n'est pas un État à la manière de l'Espagne et les pouvoirs locaux italiens ne sont pas impliqués dans la guerre de Flandre. À titre individuel cependant, les ingénieurs italiens restent les principaux architectes des fortifications dans les régions de l'ancienne Gaule belgique (Pasqualini à Juliers, Castriotto à Calais, Paciotto et Marchi à Anvers, etc.). Mais en Italie même, les conflits avec la France et la guerre contre les Turcs provoquent la création dans les années 1590 de nouvelles places fortes, comme la citadelle de Casal (Casale-Monferrato, dans le

---

[80] Cámara Muñoz, Alicia, « González de Medina Barba, Diego », notice biographique, *Diccionario Biográfico Español*, XXIV. Madrid, Real Academia de la Historia, 2011, p. 155.
[81] González de Medina Barba, Diego, *Examen de fortificacion…*, *op. cit.*, p. 6.
[82] Bravo Nieto, Antonio, « La racionalización del espacio defensivo en el Renacimiento. Dos tratados de arquitectura militar en España », *Boletin de Arte*, n°15, 1994, p. 76.
[83] *Ibid.*, p. 78.
[84] González de Medina Barba, Diego, *Examen de fortificacion…*, *op. cit.*, *loc. cit.*
[85] Bravo Nieto, Antonio, « La racionalización del espacio defensivo… », art. cit., p. 79. Bravo Nieto ajoute cependant que Medina Barba rejoint Rojas dans son vœu de la création d'un corps espagnol d'ingénieurs militaires.

Piémont) pour le duc de Mantoue, ou la forteresse de Palmanova (Udine, dans le Frioul), que nous avons déjà citée. Ces places ont ceci de nouveau qu'elles sont de grande taille et construites sur des plans polygonaux parfaitement réguliers, hexagonal pour Casal et ennéagonal pour Palmanova, « taillé en plein drap » comme le précisait Errard. Conjointement à ces réalisations, une vague de publications (ou de republications) se produit en Italie dans les années 1596-1600. Nous allons examiner ces ouvrages afin de compléter notre analyse du contexte de la publication de la *Fortification* de Jean Errard.

Savorgnan et Lorini à Palmanova : la controverse des règles

Nous avons déjà évoqué la construction de la forteresse à neuf côtés de Palmanova, en citant les remarques qu'Errard avait rédigées *a posteriori* sur la demande d'Henri IV pour répondre aux ambassadeurs de la République de Venise en 1594 (cf. *supra*, chap. 4, §1). Si l'avis du roi de France avait été sollicité, c'est que le l'établissement des plans de la forteresse avait engendré une controverse entre les deux principaux architectes engagés dans ce projet, Giulio Savorgnan et Buonaiuto Lorini [86]. À plusieurs occasions, ces deux architectes avaient défendu des conceptions différentes et avaient cherché à emporter l'adhésion des sénateurs vénitiens maîtres d'ouvrage de ce projet[87].

Giulio Savorgnan (1516-1595)[88] était membre d'une célèbre famille d'architectes qui avaient pris part à l'édification des fortifications de Bergame et de plusieurs forteresses vénitiennes, comme Nicosie et Candie (Heraklion). Il bénéficia assez tôt d'une certaine réputation dans le milieu militaire, ce qui est mis en évidence dans *Quesiti* de Tartaglia, où son nom apparaît comme auteur de la neuvième question du second livre[89]. Savorgnan est pourtant moins connu que son homologue Lorini, car ses écrits sont restés manuscrits. Mais notre étude a déjà montré que cela n'était pas forcément l'indicateur d'un oubli perpétuel. Il suffit que ces manuscrits soient tombés en de bonnes mains pour que les idées de l'auteur continuent leur chemin, et c'est bien le cas ici, puisqu'une copie de ses *Venticinque regole per la fortificazione* a été retrouvé dans les papiers de Galilée, qui s'en est inspiré pour son

[86] La Penna, Pierlorenzo, *La fortezza e la città. Buonaiuto Lorini, Giulio Savorgnan e Marcantonio Martinengo a Palma (1592-1600)*. Firenze, Accademia toscana di scienze e lettere «La Colombaria», Série « Studi », vol. 156, Leo S. Olschki editore, 1997.
[87] *Ibid*., p. 61-94 et appendices, p. 170-174.
[88] Promis, Carlo, « Biografie di ingegneri militari italiani… », *op. cit.*, notice p. 403-428.
[89] Tartaglia, Niccolo, *[Il primo [-ottavo] libro delli] Quesiti et inuentioni diuerse…*, *op. cit.*, fol. 36v.

enseignement et son propre traité de fortification *Breve Istruzione sull'architettura Militare*[90]. Les *Vingt-cinq règles pour la fortification* ont été rédigées vers 1594[91] dans le contexte de l'établissement du plan de Palmanova. Il ne s'agit pas d'un traité ou d'un dialogue, mais juste d'une courte synthèse des préconisations de leur auteur dans la controverse qui l'opposait à ses adversaires[92]. Les vingt-cinq règles portent pour l'essentiel sur les mesures de longueurs de toutes les parties de l'enceinte fortifiée et sur les rapports qu'elles doivent entretenir entre elles. La plupart ne sont que rapidement étayées, mais quand Savorgnan traite de la ligne de défense (sans la nommer ainsi), il justifie par des considérations sur l'artillerie sa longueur maximale de 200 pas[93].

Buonaiuto Lorini (v. 1540-1611)[94], « noble florentin » comme il se nomme dans son ouvrage *Delle Fortificationi*[95], avait reçu une formation d'ingénieur à la cour de Cosme Ier de Médicis à Florence, puis s'était engagé dans l'armée des Flandres de Philippe II de 1568 à 1572. Aux Pays-Bas, il avait pu suivre la construction de la fameuse citadelle d'Anvers ainsi qu'il en témoigne lui-même[96]. De retour en Italie, il se mit au service de la République de Venise et travailla sous les ordres de Savorgnan à Chypre, en Crête et à Corfou entre 1583 et 1586. C'est également sur un projet de Savorgnan qu'il édifiera à partir de 1591 les fortifications de Brescia, puis de Palmanova.

Ces deux personnages étaient donc des architectes compétents et estimés, mais Lorini avait l'avantage de connaître les pratiques de ses compatriotes aux Pays-Bas. Il a longtemps été considéré comme le principal créateur de Palmanova, car dans son ouvrage *Delle Fortificationi* se trouve le plan d'une forteresse à neuf bastions qui a souvent été pris pour celui de Palmanova[97]. L'ouvrage connut un grand succès, favorisé par la publication de sa

---

[90] Cf. Pellicanò, Antonino, *Del periodo giovanile del Galileo Galilei. Il trattato di fortificazione alle radici del pensiero scientifico e dell'urbanistica moderni*. Roma, Gangemi, 2000. Le traité de Galilée est reproduit aux p. 97-150 et les *Venticinque regole per la fortificazione* aux p. 155-164, avec une introduction historique, p. 151-154.
[91] *Ibid*., p. 153.
[92] *Ibid*., p. 151.
[93] *Ibid*., p. 155-156.
[94] Promis, Carlo, « Biografie di ingegneri militari italiani… », *op. cit*., p. 638-652 ; Doti, Gerardo, « Lorini, Buonaiuto », notice biographique, *Dizionario Biografico degli Italiani*, vol. 66. Rome, Istituto della Enciclopedia Italiana, 2006 [en ligne]
[95] Lorini, Buonaiuto, *Delle fortificationi di Buonaiuto Lorini, nobile fiorentino Libri Cinque...* Venise, Giovanni Antonio Rampazetto, 1597 ; 2e édition augmentée, 1609. Une première émission d'exemplaires de dédicace a eu lieu en 1596 (cf. Breman, Paul, [*Books on*] *Military architecture printed in Venice…*, *op. cit.*, p 198).
[96] *Ibid*., édition de 1609, p. 263.
[97] *Ibid*., p. 50-51. Cf. La Penna, Pierlorenzo, *La fortezza e la città…*, *op. cit.*, p. 22.

version allemande en 1607 par les libraires de Bry[98], ceux-là mêmes qui avaient édité la *Fortification* de Jean Errard en 1604 à Francfort. L'auteur l'augmentera d'un sixième livre sur l'attaque et la défense des places en 1609[99], livre publié ensuite à Francfort[100] pour compléter les cinq premiers. Le succès de l'ouvrage tient à l'approche particulière de Lorini, qui aura un impact durable en particulier sur l'école hollandaise de fortification, comme nous le montrerons au chapitre 6. Sa notoriété est telle qu'il est encore cité par François Blondel dans sa *Nouvelle manière de fortifier les places*[101], et plus significatif encore, il a l'insigne honneur de figurer aux côtés de Simon Stevin dans le panthéon de l'Oncle Toby de *Tristram Shandy* deux siècles plus tard[102].

Le *Delle Fortificationi* apparaît comme un aide-mémoire de l'ingénieur, en ce sens qu'il contient tous les éléments nécessaires à l'exercice du métier[103] comme le montre son plan : après un rappel de géométrie comportant pour l'essentiel des définitions, puis un bref exposé sur les mesures utilisées, l'auteur détaille successivement la fortification régulière des polygones de huit à cinq côtés (dans cet ordre), puis celle de l'ennéagone. À partir du second livre, Lorini expose la façon dont seront réalisées les forteresses sur le terrain, puis il examine toutes sortes de cas de bâtiments effectivement construits, avant de se pencher sur les contraintes topographique, en particulier pour les places de montagne et les places maritimes.

Le cinquième et dernier livre est consacré aux machines et précédé d'un exposé sur les principes de statique en référence à Archimède[104]. Cette présence d'un livre de mécanique est l'une des particularités du *Delle fortificationi*, dans lequel se trouve également l'un des premiers discours historiques sur l'évolution de la forme des forteresses[105], déjà présent (mais

---

[98] Lorini, Buonaiuto, Wormbster, David (trad.), *Fünff Bücher von Vestung Bauwen Bonaiuti Lorini Florentinische vom Adel…* Frankfurt am Main, Theodorus de Bry [Matthias Becker, impr.], 1607 ; Frankfurt am Main, Joann Theodorus de Bry [Erasmus Kämpffer, impr.], 1621.

[99] Lorini, Buonaiuto, *Delle fortificationi di Buonaiuto Lorini, nobile fiorentino Libri Cinque… Nuovamente ristampate, corrette & ampliate di tutto quello che mancava per la lor compita perfettione…* Venise, Francesco Rampazetto, 1609.

[100] Lorini, Buonaiuto, *Das sechste Buch von der Fortification Bonajuti Lorini Florentinischen Edelmans...* Oppenheim, Johann-Theodor. De Bry [Hieronymus Galler, impr.], 1616.

[101] Blondel, François, *Nouvelle manière de fortifier les places par Monsieur Blondel, Marechal de camp aux Armées du Roy & cy-devant Maître de Mathematique de Monseigneur le Dauphin*. Paris, l'auteur et Nicolas Langlois, 1683, p. 10.

[102] Sterne, Laurence, *The Life & Opinions of Tristram Shandy, Gentleman*. *Critical edition by Howard Anderson*. Londres, Norton, 1979, p. 63.

[103] Breman, Paul, [*Books on*] *Military architecture printed in Venice…*, *op. cit.*, p 204.

[104] Lorini, Buonaiuto, *Delle fortificationi di Buonaiuto Lorini, nobile fiorentino Libri Cinque...*, 1596, op. cit., p. 171.

[105] *Ibid*., Livre troisième, p. 137-142.

nettement moins développé) dans le *Sterctenbouwing* de Simon Stevin en 1594. Pour exposer la manière de fortifier de Lorini, nous présentons son tracé des bastions de l'octogone (Figure 5.3), dont nous donnons le résumé sans les digressions de l'auteur.

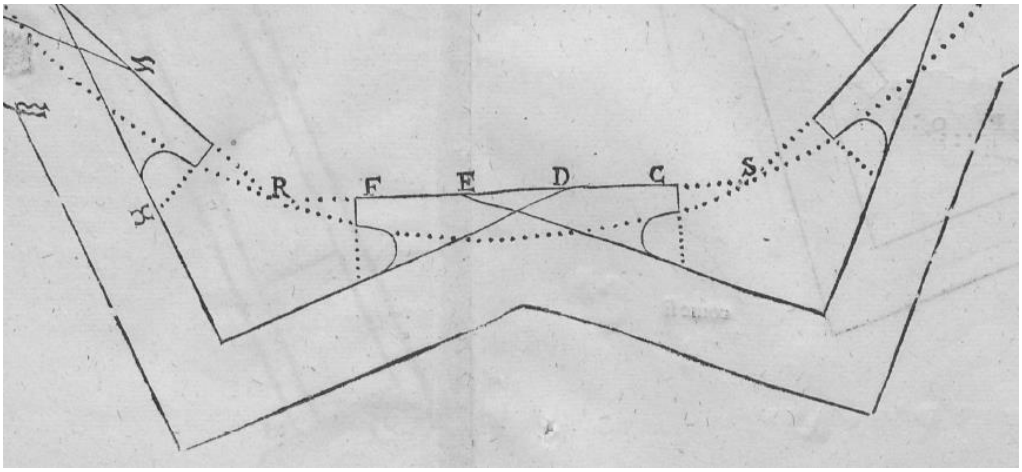


Figure 5.3

Sur le côté [*RS*] du polygone sont placés de part et d'autre les points *C* et *F* au sixième de la longueur *RS* et le segment [*CF*] est divisé en trois parties égales aux points *E* et *D*. Des segments de longueur *RF* sont tracés perpendiculairement à [*RS*] en F et C et reliés respectivement à *D* et *E*, ce qui engendre les faces des bastions. Cette façon de tracer sera appelée *manière italienne*. Elle diffère de l'espagnole en ceci que le prolongement des faces des bastions n'aboutit pas à l'angle des épaules mais au milieu des courtines, ce qui permet aux artilleurs de défendre les faces depuis les courtines et pas seulement depuis les flancs. Mais les deux manières ont en commun de se baser uniquement sur des longueurs et de ne pas tenir compte *a priori* des angles.

La particularité du *Delle fortificationi* qui nous paraît la plus importante est celle que nous avons déjà évoquée à propos de Savorgnan : la controverse sur Palmanova a aussi amené Lorini à rédiger les règles que devraient suivre les ingénieurs. Il affirmait, dans la préface aux lecteurs, souhaiter rendre l'art de fortifier plus clair que ne l'avaient fait ses prédécesseurs[106], et c'est pour mettre cet art difficile à leur portée, qu'il a cherché à tirer de son expérience de trente années les règles pour la fortification qu'il expose à la fin du premier livre[107]. Lorini a

[106] *Ibid*., préface « A i lettori », fol. a3v.
[107] *Ibid*., « Dialogo dove si descrive il ragionamento fatto da un Conte, con l'auttore. Nelquale in cinque giornate si riepilogano tutte le misure, e proportioni assegnate alle Fortezze, ricercandosi le cause, é le ragioni di tutte le sue parte », p. 52-104.

choisi d'écrire cette partie sous la forme d'un dialogue familier[108] entre l'auteur et le gouverneur de Zara, qui interroge ce « si caro amico » sur l'art de fortifier, en souvenir de leurs discussions passées à Corfou[109]. La scène se déroule sur cinq journées pendant lesquelles les deux amis devisent sur les avantages et les défauts des forteresses. Nous en retiendrons surtout les vingt règles exposées[110] et les points de vue exprimés dans le long commentaire qui les suit.

L'essentiel de ces règles porte sur les mesures de longueurs, d'une manière semblable à celle de Savorgnan que nous avons évoquée plus haut. Ces mesures correspondent presque toutes à des longueurs matérielles de murs de la forteresse, excepté la *difeza delle artigleria*, qu'Errard appellera *ligne de deffence*, qui mène de l'angle de l'épaule à la pointe du bastion suivant. Pour Lorini, la fiabilité de la forteresse est indiquée par cette ligne, dont la longueur doit être d'environ cinq cent quarante brasses florentines (315 m), ou comprise entre cent quatre-vingts et deux cents pas vénitiens (entre 312 et 346 m). Il justifie ces valeurs en expliquant qu'elles sont estimées selon la portée des canons et non celle de l'arquebuse[111]. La défense de la forteresse serait donc assurée par les canonniers plutôt que par des soldats armés. Cependant, l'auteur admettra plus loin face au Comte que la défense se trouve surtout dans le nombre des hommes qui y logent (dans leur poitrine : *il petto dell'huomo*)[112], c'est pourquoi il tentera une comparaison des forces en présence en ces termes. Lorini estime que ces forces sont équivalentes lorsque six ou sept mille assaillis (*sei o sette mille*) font face à deux cent mille assaillants (*ducento mila*)[113], ce qui paraît très exagéré (trente fois plus). Cette dernière valeur sera remplacée dans l'édition de 1609 par « cinquante ou soixante mille » (*cinquanta o sessantamila*), ce qui semble plus réaliste mais tout aussi peu précis. L'auteur ne justifie pas ces valeurs autrement que par son expérience, il en va de même pour les angles des bastions, dont l'ouverture est commentée *a posteriori* selon les polygones. Lorini appuie tout son dialogue avec le Comte sur de nombreux exemples de places existantes (Nicosie,

[108] Cf. Barbin, Evelyne, « Une approche bakhtinienne des textes d'histoire des sciences », *op. cit.*, p. 225.
[109] *Ibid.*, p. 52.
[110] *Ibid.*, « Misure, e proportioni della fortezza sopra il piano del sito. », p. 58.
[111] *Ibid.*, p. 59.
[112] *Ibid.*, p. 67.
[113] *Ibid.*, *loc. cit.*

Zara, Famagouste, Calais…[114]), comme Theti avant lui, ce qui lui permet de commenter les défauts pour lesquels il proposera des remèdes[115].

Malgré les imprécisions de l'estimation des valeurs, nous constatons que Lorini s'est emparé de la question des rapports entre assaillants et assaillis, et qu'il se pose la question de la fiabilité des formes en termes de rapports de nombres. Nous voyons dans la teneur même des dialogues une volonté de se saisir des problèmes de manière scientifique, comme l'avait fait Tartaglia dans le sixième livre des *Quesiti* (cf. *supra*, chap. 2, §2.2) cinquante ans plus tôt. Si sa fortification des polygones sur le papier reste guidée par une vision préalable des formes, celles-ci font l'objet de recherches et les mesures de longueurs préconisées lui permettent d'apporter des remèdes aux défauts des forteresses existantes. Nous voyons chez Lorini les premières bases d'une articulation mutuelle de la pratique et de la théorie, s'interrogeant et se vérifiant l'une l'autre.

Jean Errard a-t-il eu connaissance de cette approche expérimentale ? Cela est tout à fait probable, puisque comme nous l'avons vu, il a participé à la controverse sur Palmanova ; il savait donc qui étaient les architectes de cette cité. En outre, même si l'ouvrage de Lorini n'est pas très présent dans les bibliothèques françaises, il était dans celle de Claude Flamand[116], et surtout dans celle de Jacques-Auguste de Thou[117], ce proche conseiller de Henri IV dont nous avons évoqué la place de conservateur de la bibliothèque du roi, ainsi que le rôle dans le choix des locaux du futur Collège royal (cf. *supra*, chap. 3, §3). Sa fameuse bibliothèque était ouverte aux chercheurs, Errard avait donc au moins la possibilité de prendre connaissance de l'ouvrage de Lorini dans cet exemplaire relié avec un autre traité de fortification vénitien de 1598[118] que nous mentionnerons plus loin. En outre, nous avons montré qu'Errard était considéré par le roi et son entourage comme le meilleur expert en ce qui concerne les fortifications, nous postulons donc qu'il a été même chargé d'étudier cet

---

[114] *Ibid*., p. 62, 77 et 79.
[115] *Ibid*., p. 95 *sqq*.
[116] Cf. Yenny, Julien, *Claude et Jean Flamand…*, op. cit., p. 551. Nous supposons qu'il s'agit de l'édition de 1597 qui se trouve à la médiathèque de Montbéliard sous la cote Gu7. L'ouvrage se trouve aussi dans la bibliothèque d'Heinrich Schickhardt, qui signale qu'il connaît Lorini personnellement (Schickhardt, Heinrich, *Inventarium 1630-1632. Inventaire des biens et des œuvres d'un architecte de la Renaissance. Transcrit, traduit et annoté par André Bouvard, Eckhard Christof, Roman Janssen & Charles Zumsteeg, sous la direction de Denise Rietsch*. Karlsruhe, G. Braun, 2013, p. 240.
[117] Bibliothèque du Château de Chantilly, Cabinet des livres, VII-I-023-(1).
[118] Beluzzi, Giovan Battista, *Nuova inventione di fabricar Fortezze*…, Venise, Roberto Meietti, 1598.

ouvrage, comme nous le postulons aussi pour l'assez rare *Delle fortificationi* de Giovanni Scala[119] que nous allons aborder maintenant.

Giovanni Scala : la construction géométrique sur le papier

Nous ne savons presque rien de Scala, qui aurait été ingénieur militaire et mathématicien actif en Italie entre 1547 et 1599, surtout connu pour avoir achevé la *Geometria prattica* de Giovanni Pomodoro[120] après la mort de son auteur, en y écrivant les commentaires et ajoutant des planches ayant pour la plupart trait à la géométrie des solides[121].

L'ouvrage, adressé explicitement aux géographes, astronomes, ingénieurs civils et militaires et soldats, est un in-folio contenant une série de cinquante et une planches, dont le texte n'est que la « déclaration », à la manière des légendes du *Premier livre* d'Errard (cf. *supra*, chap. 3), mais avec davantage de détails apportés par Scala. Il expose la résolution de nombreux problèmes de mesure d'aires présentés d'une manière systématique qui privilégie l'aspect graphique. Comme son titre le souligne, tout bon géomètre doit pouvoir y *voir* ce qu'il lui appartient de savoir et de mettre en œuvre pour l'exercice de son métier, ce qui vaut aussi pour les ingénieurs militaires, les maîtres de camp et les artilleurs. La première des planches ajoutées par Scala (Figure 5.4) est emblématique de ce parti-pris visuel, car elle offre un tableau synthétique de cinquante procédés de tracé de perpendiculaires, divisions de segments, quadratures de figures, etc.

Le lecteur bénéficiera d'un panorama complet sur cette géométrie de construction de problèmes, et il pourra se reporter au texte explicatif pour la compréhension fine des tracés. La juxtaposition de différents procédés de construction permet un éclairage mutuel très fructueux et donne au lecteur la possibilité d'embrasser du regard toute une chaîne de problèmes avec leur progressivité, les premières techniques de résolution étant réutilisées par la suite. Nous retrouverons ce type de présentation très didactique dans certains traités de géométrie que nous étudierons dans notre troisième partie.

---

[119] Scala, Giovanni, *Delle fortificationi di Giovañi Sala Mathematico. Libro primo. Al Christianissimo Re di Francia e di Navarra Henrico IIII.* Rome, s.n., 1596.
[120] Pomodoro, Giovanni & Scala, Giovanni, *Geometria prattica tratta dagl'Elementi d'Euclide et altri Auttori... Opera non meno Uttile che necessaria, a'Misuratori di terreni, di fabriche et altri simmili, ma'in'oltre ancora a'Geografi, Cosmografi, Architetti Civili et Milittari, a'Bombardieri, Soldati privati, a'Capitani, Mastri di Campo et a'qual si Voglia altra persona Virtuosa*. Rome, Stefano Paolini, 1599.
[121] *Ibid.*, « Giovanni Scala a i lettori », feuillet non paginé, non signé.

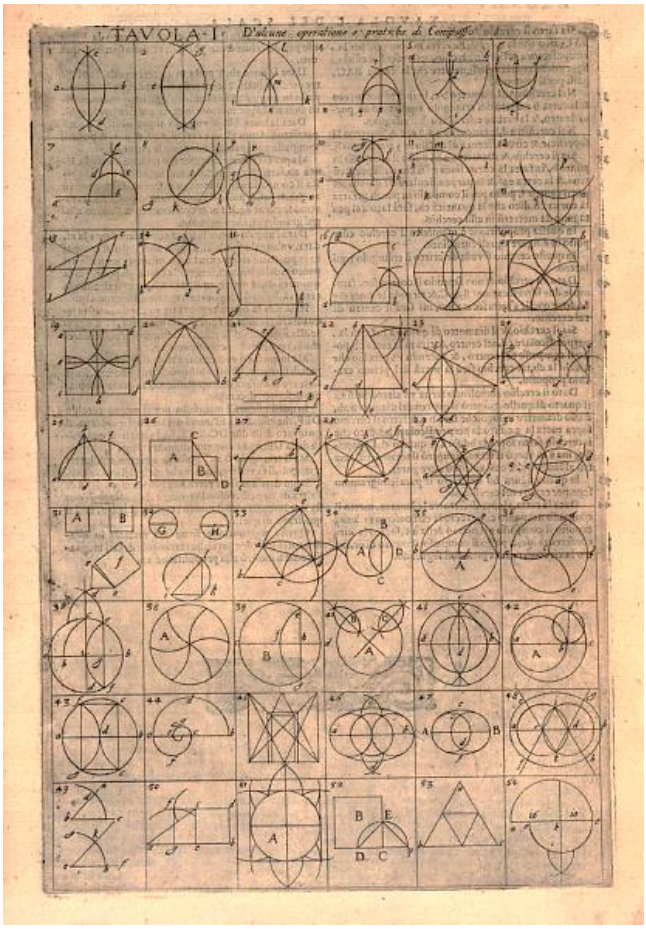


Figure 5.4

Chacune des vignettes de cette planche décrit la résolution d'un problème de construction, dont l'énoncé est donné dans texte, sans être forcément accompagné de l'explication du tracé. Certaines constructions doivent donc être comprises à l'aide de la seule figure, qui se suffit à elle-même. C'est sans doute la raison pour laquelle la plupart des figures des autres planches portent de nombreuses indications. Cette place privilégiée dévolue aux figures par rapport au texte se retrouve dans l'ouvrage de fortification de Scala, dont nous connaissons plusieurs états successifs qui la mettent en évidence. Une version totalement manuscrite[122], que nous supposons être le premier état, présente à la fois des problèmes de mesures géométriques à l'aide d'un quadrant exactement semblable à celui d'Oronce Fine (cf. *supra*, chap. 1, § 2.1), des exemples variés de tracés du plan d'une forteresse (Annexe B, Figure 5.5) et des études de bastions en plan ou en perspective (Annexe B, Figure 5.6).

[122] Giovanni Scala, *Dell'uso del Quadrante Geometrico instromento Antichissimo noto… Giovanni Scala Inventore*, fin du XVI^e^ s. Ms BOZ 1747 vol. 2, Biblioteka Narodowa, Varsovie.

Dans une version du travail de Scala datée de 1594[123], les dessins sont gravés et imprimés chacun sur un feuillet, puis commentés et expliqués sur le feuillet suivant. Les figures ne comprennent pas de légende imprimée, si ce n'est pour la plupart d'entre elles la mention de l'auteur, complétée à la main par « Romæ, Anno 1594 ». Certains plans portent aussi une échelle. À chacune des cinquante variations sur des plans de bastions en deux dimensions (*lineamento*) correspond une vue en perspective (*prospettiva*). Les explications des protocoles de construction sont assez vagues et parfois en contradiction avec les gravures, qui pourraient se suffire à elles-mêmes puisque tous les traits de construction sont laissés en pointillés. Prenons l'exemple de la neuvième construction (Figure 5.7) :

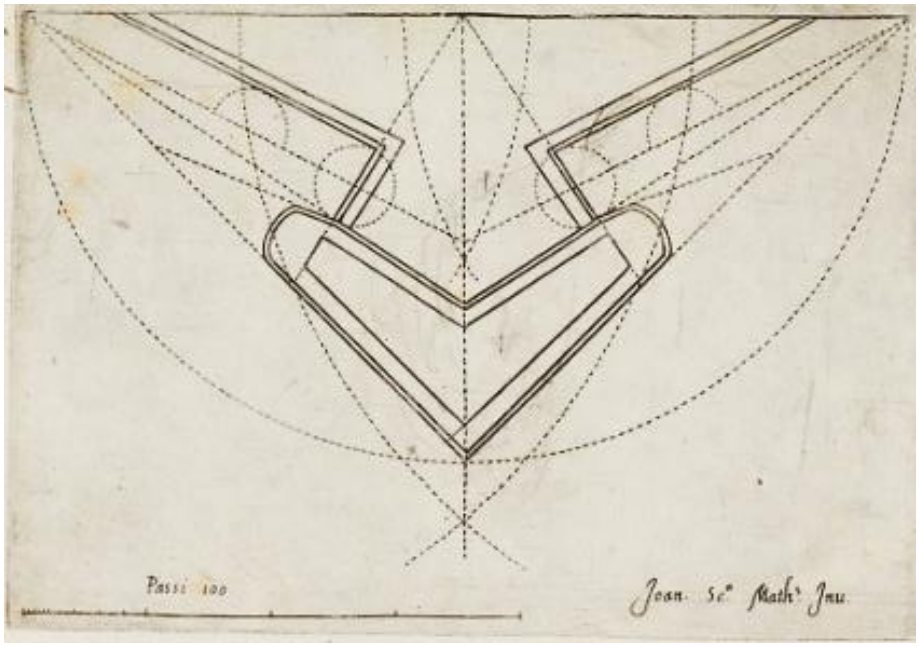


Figure 5.7

L'angle du bastion est inscrit dans un demi-cercle, il est donc droit, comme dans la plupart des formes proposées, mais nous n'avons trouvé aucune justification de ce choix, les traits pointillés permettent de suivre la construction[124]. Le texte d'accompagnement est beaucoup moins clair que le schéma proposé, avec ses traits de construction.

[123] Scala Giovanni, *Giovanni Scala Fortificazione, à Roma nagl'anno 1594*. Ms IIR D 637, Vojenský historický ústav (Institut d'histoire militaire), Prague.

[124] . La médiatrice du diamètre a visiblement été tracée, pour des raisons de symétrie et le rayon qu'elle porte est coupé en deux parties égales. Le milieu de ce rayon est relié aux extrémités du diamètre initial. Les segments ainsi déterminés sont divisés en quatre parties égales, la première d'entre elle permet de tracer les flancs du bastion, ce qui termine la construction.

Après cette gravure de construction vient la gravure présentant le bastion vue en perspective (Figure 5.8), d'une manière tout à fait semblable à celle d'Ambroise Bachot dans son *Timon* de 1587 (cf. *supra*, chap. 2, § 3.3.2).

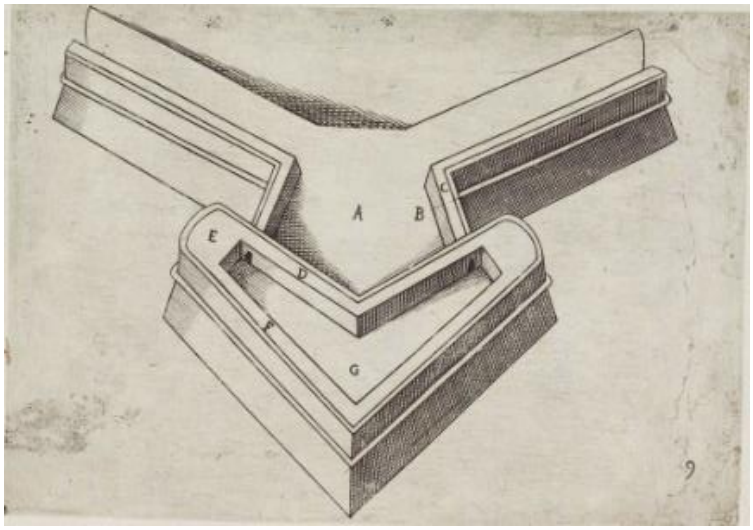


Figure 5.8

Est-il facile d'imaginer la forteresse qui correspond à ce bastion ? L'auteur ne semble pas s'en préoccuper, il fournit une série de bastions plus ou moins fantaisistes, mais qui n'ont à notre connaissance jamais été construits (Figures 5.9 à 5.12)[125]. Dans les dix dernières planches de la série, Scala étude néanmoins des enceintes complètes de polygones fortifiés, du triangle à l'heptagone, dans lesquels l'angle du bastion est pris systématiquement droit à partir du pentagone. L'ouvrage se termine par la description d'un instrument de mesure de longueurs par visée.

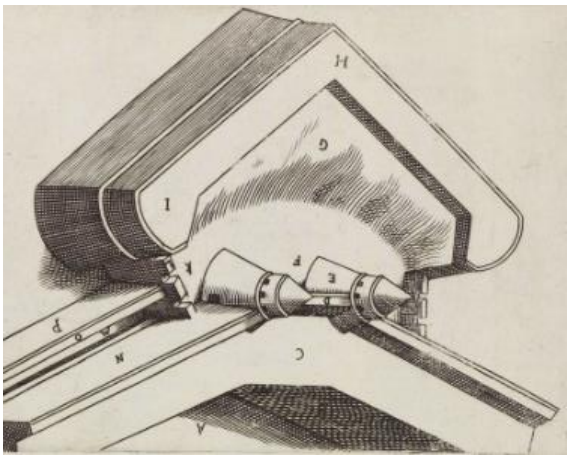


Figure 5.9

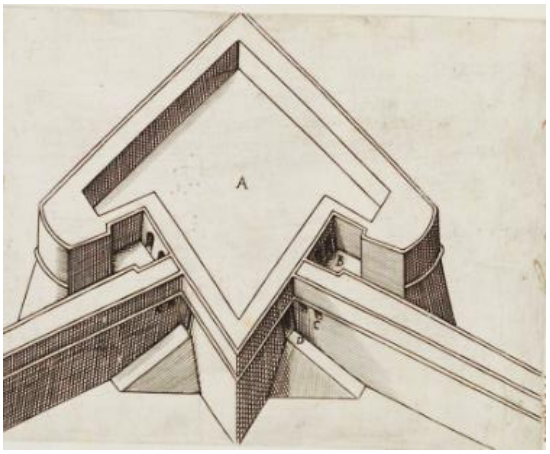


Figure 5.10

[125] Scala Giovanni, *Giovanni Scala Fortificazione*, *op. cit.*, fol. 105, 121, 129 et respectivement.

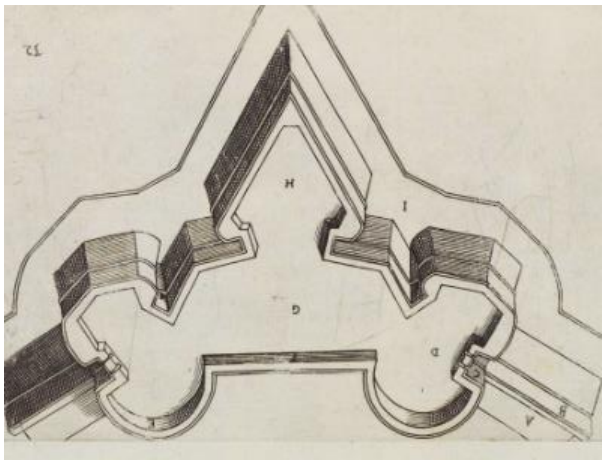


Figure 5.11

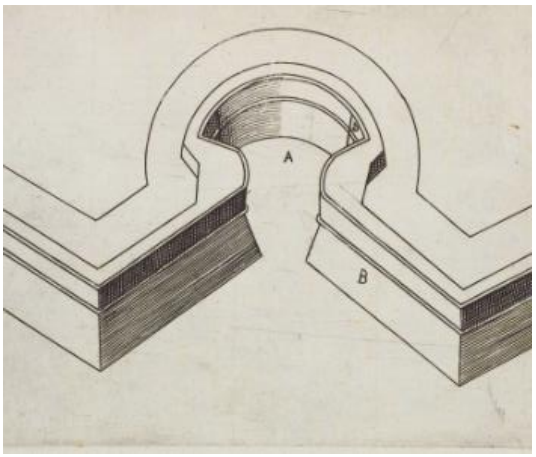


Figure 5.12

La troisième version de l'ouvrage de Scala est l'imprimé *Delle Fortificationi* déjà cité. Il contient la majorité des gravures du manuscrit précédent, auxquelles ont été adjointes quelques planches in-folio. L'ouvrage est dédicacé à Henri IV, comme l'indique le texte du titre-frontispice gravé, qui porte également les armoiries du roi de France (Annexe B2, Figure 5.13), Scala met en avant son expérience de professeur de mathématiques à Rome pour des seigneurs amateurs de sciences, parmi lesquels les français (*la Nobilatà Francese*) sont les plus vertueux[126]. Il exprime le désir de se rendre utile à la Noblesse française et à son roi si compétent en art militaire, tout comme Errard l'exprimera aussi dans son ouvrage de fortifications.

L'auteur a repris ses gravures en y insérant des commentaires et des descriptions. Donnons l'exemple la nouvelle présentation de la neuvième construction (Figure 5.14). Scala a rectifié la figure dans un sens didactique, en se conformant aux canons mathématiques. Il a nommé les points importants, indiqué certaines valeurs numériques sur le dessin, mais il a surtout écrit le protocole de construction. Notons certains aspects qui obscurcissent l'explication : E est mal placé, l'échelle de cent pas est réglée sur une longueur secondaire (EA), le point H référencé dans le texte n'existe pas. Sans insister sur ces manques de rigueur, nous nous attacherons plutôt à l'aspect novateur de la démarche de l'auteur.

[126] Scala, Giovanni, *Delle fortificationi di Giovañi Sala Mathematico…*, *op. cit.*, deuxième feuillet (non paginé).

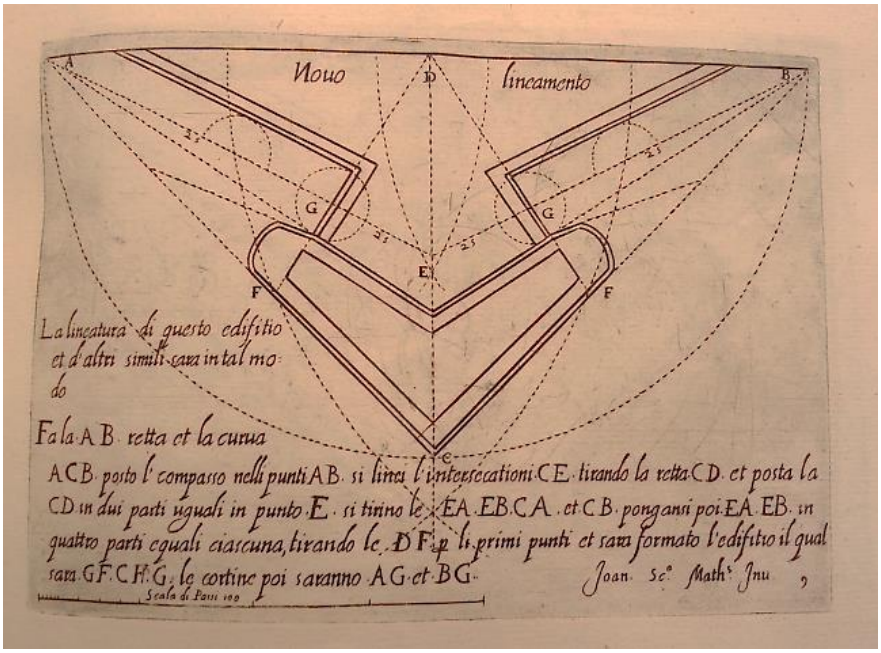


Figure 5.14

En effet, Scala s'est intéressé à la génération d'une grande variété de bastions en usant de ses outils de géomètre et en représentant systématiquement les bâtiments ainsi obtenus en perspective. Ses études de cas, si elles restent théoriques, ont l'avantage d'explorer un grand nombre de perfectionnements possibles des formes existantes, en montrant explicitement la façon de les engendrer à la règle et du compas comme des constructions géométriques.

Malgré la rareté de l'ouvrage, nous pensons qu'Errard l'a eu en main, nous formulons même l'hypothèse qu'il a été chargé de l'examiner, puisque l'auteur l'a dédié à Henri IV. Or, comme nous l'avons vu, ce dernier avait écarté les ingénieurs militaires italiens de son entourage. Les sollicitations de Scala envers la Couronne française ne pouvaient que mettre en évidence le manque de littérature nationale sur le sujet des fortifications.

Giovan Battista Belluzi et Francesco de Marchi : l'importance des plans

Nous terminerons ici cette analyse du contexte de la publication de la *Fortification* d'Errard, par deux ouvrages italiens que nous jugeons importants pour comprendre son originalité. Il s'agit de la *Nuova inventione di fabricar Fortezze* de Giovanni Belluzzi et le *Della Architettura militare* de Francesco de Marchi, célèbres architectes militaires dont les conceptions avaient été largement diffusées dans leur milieu. Nous relèverons dans ces ouvrages l'importance accordée aux plans de forteresses et aux illustrations en général, d'autant qu'il s'agit de publications posthumes, qui mettent en évidence la demande en Italie d'ouvrages illustrés sur les fortifications à cette époque.

Giovan Battista Beluzzi (1506-1554)[127] avait révolutionné dans les années 1540-1550 les méthodes de construction pour la restructuration des forteresses, en appliquant pour la première fois les nouvelles pratiques italiennes. Au service de Cosme I[er] de Médicis à Florence, il avait en outre eu la charge de dresser des plans de toutes les forteresses toscanes[128]. Ces plans ont en commun avec ceux d'Errard qui sont conservés à la British Library (cf. *supra*, §1) l'utilisation de couleurs pour souligner la différence entre les tracés existants et ceux que l'architecte propose[129], rouge et bleu pour Errard, rouge et jaune pour Belluzzi. Un autre exemple de ce type d'utilisation des couleurs se trouve dans un plan de Thionville reprenant les modifications proposées par Paciotto en 1567[130], le bleu étant utilisé pour le projet, le rouge pour les tracés déjà réalisés et le jaune pour les édifices transitoires. Les pratiques de l'ingénieur Errard étaient donc similaires à celles de ses prédécesseurs italiens.

Le duc de Florence commanda également à Belluzzi vers 1550 un traité d'architecture militaire[131] dont il reste trois manuscrits préparatoires, mais que la mort prématurée de son auteur au siège de Sienne l'empêcha de publier. Le propos de l'auteur est centré sur la rénovation de fortifications existantes pour les mettre en état de résister aux nouvelles puissances de l'artillerie plutôt que sur la création de cités idéales[132]. Une part importante du manuscrit le plus complet a trait aux questions de maîtrise d'œuvre, qu'il s'agisse de choisir les matériaux, de gérer les ouvriers ou de minimiser les coûts des chantiers[133].

L'un des manuscrits tomba entre les mains du libraire Tomasso Bagolioni[134], qui en fit publier à Venise en 1598 une édition très incomplète et dont une partie provient d'un autre

---

[127] Nos informations biographiques proviennent de Lamberini, Daniela, *Il Sanmarino. Giovan Battista Belluzzi architetto militare e trattatista del Cinquecento*. Coll. « Arte e archeologia - Studi e documenti », vol. 30. Florence, Leo S. Olschki, 2007 ; notice biographique du D*izionario Biografico degli Italiani*, vol. 8 (1966) ; Promis, Carlo, « Biografie di ingegneri militari italiani… », *op. cit.*, p. 197-208.

[128] Les soixante-deux planches réalisées sont toujours conservées à la Biblioteca Nazionale Centrale de Florence sous la cote II.I.280.

[129] Lamberini, Daniela, *Il Sanmarino*…, *op. cit.*, p 130.

[130] Plan des fortifications de Thionville, 1568, Bruxelles, Archives générales du royaume, cartes et plans manuscrits, n°2709. Cf. Martens, Pieter, notice n°26, *Catalogue de l'exposition « Un prince de la Renaissance, Pierre-Ernest de Mansfeld (1517-1604) »*, Musée national d'histoire et d'art, Luxembourg, avril-juin 2007, pp 367-368.

[131] Lamberini, Daniela, *Il Sanmarino*…, *op. cit.*, p 50.

[132] *Ibid*., p. 292.

[133] *Ibid*., p. 293.

[134] Belluzzi, Giovan Battista, *Nuova inventione di fabricar Fortezze...*, Venise, Roberto Meietti, 1598. Voir la préface de Baglioni « All'illustrissimo e generosissimo Signore, Il Signor Filippo Ludovico, Conte d'Hanauu, e Rinnegh. Signor in Mentzenberg », 4[e] feuillet non paginé, non signé.

écrit non identifié, ce qui montre qu'un tel ouvrage était promis à un succès assuré face à un besoin existant. Le texte rappelle les connaissances nécessaires à un ingénieur, c'est-à-dire les mathématiques de l'architecture, puis traite de la manière de lever les plans, présentant six instruments de visée différents[135]. Nous retenons que le dernier tiers de l'ouvrage contient de nombreuses cartes et plans de villes dont les relevés ont été effectués par l'auteur lui-même. Les historiens considèrent qu'avant même cette publication, le travail de Belluzzi avait été largement plagié par certains des plus célèbres auteurs de traités de fortification[136], comme Maggi et Castriotto[137] ou Francesco de Marchi[138] dont nous allons parler maintenant.

Nous avons déjà évoqué Francesco de Marchi (1504-1576)[139] à propos de la reproduction de certaines de ses planches par Daniel Specklin en 1575 (cf. *supra*, chap. 2, §1). Ce natif de Bologne entre au service d'Alexandre de Médicis en 1533. Après avoir épousé Marguerite d'Autriche, Alexandre est assassiné en 1538, mais Marchi restera fidèle à Marguerite qu'il suivra au Pays-Bas lorsqu'elle en sera désignée gouverneur. Il fera partie du monde des ingénieurs de la cour de Marguerite à l'époque de la construction de la citadelle d'Anvers, au même moment que Specklin. Courtisan à Bruxelles, Marchi est aussi un inventeur de diverses machines et un dessinateur hors pair. Sa compétence en architecture militaire est reconnue par le roi d'Espagne, au point qu'il est choisi pour déterminer le site de la future citadelle d'Anvers, dont il donne les premiers plans. C'est néanmoins à l'architecte imposé par le duc d'Albe, Paciotto, que sera confié le chantier et Marchi repartira en 1568 en Italie, où il mourra quelques années plus tard.

À Bruxelles, le capitaine Marchi avait fait graver pas moins de cent soixante-six planches pour son *Della Architettura militare*, et ce sont elles qui ont fait la renommée de l'ouvrage. Nous ne savons pas pourquoi Marchi s'était lancé dans une telle entreprise. La réputation des graveurs des Pays-Bas et la qualité des productions des ateliers d'imprimerie des Flandres peuvent expliquer que Marchi ait voulu saisir l'occasion de mettre en valeur ses talents de

---

[135] Belluzzi, Giovan Battista, *Nuova inventione di fabricar Fortezze...*, *op. cit.*, p. 37-42.
[136] Lamberini, Daniela, *Il Sanmarino…*, *op. cit.*, p 127, *passim*.
[137] Maggi, Girolamo & Castriotto, Giacomo, *Della fortificatione delle citta di M. Girolamo Maggi, e del Capitan Iacomo Castriotto…*, *op. cit.*, Venise, Rutilio Borgominiero, 1564.
[138] Marchi, Francesco de, *Della Architettura militare del Capitanio Francesco de Marchi Bolognese Gentil'huomo romano Libri tre...* Brescia, Gasparo d'all'Oglio [impr. Comino Presegni], 1599.
[139] Nous tirons nos informations de Lamberini, Daniela, notice biographique du *Dizionario Biografico degli Italiani*, vol. 38 (1990) et Bragard, Philippe, *Dictionnaire biographique des ingénieurs des fortifications. Pays-Bas espagnols, Principauté de Liège, Franche-Comté, 1504-1713*. Namur, Les Amis de la Citadelle de Namur, 2011, notice 145, p. 71-73.

dessinateur par une impression luxueuse. Après son départ des Pays-Bas, il semble que les planches gravées à cette occasion aient été détournées, peut-être par Hans van Schille[140] dont nous avons déjà cité l'ouvrage *Form und Weis zu bauwen*[141] de 1580 (cf. *supra*, chap. 2, §1), et qui pouvait en avoir été le graveur. Selon une notice très bien documentée de Pieter Martens[142], cet ouvrage ne serait même qu'un plagiat de celui de Marchi, mais nous ne serons pas si catégorique, car même si les formes de forteresses y sont très semblables à celles du capitaine italien, nous avons déjà souligné l'intérêt esthétique de l'ouvrage de van Schille, qui ne prétendait pas être ingénieur des fortifications, mais a donné une perspective militaire saisissante à ses représentations.

Ce n'est pas par la perspective que Marchi se distingue dans ses dessins, mais par d'autres caractéristiques : la finesse des gravures et leur complexité due à la superposition fréquente de trajectoires de boulets qui indiquent l'étendue angulaire du tir des défenseurs (Annexe B2, Figure 5.15) ; la présence d'élégants artilleurs dont la posture évoque davantage une chorégraphie que la guerre (Annexe B2, Figure 5.16) ; le soin apporté aux représentations, particulièrement ceux des bateaux dans les scènes de siège de places maritimes (Annexe B2, Figure 5.17). Seule l'ultime planche, non répertoriée, présente une vision réaliste de combats, avec des armes en service et quelques victimes (Annexe B2, figure 5.18). L'impact graphique de ces planches sera durable puisque les dessins du « capitaine François Marchi » seront critiqués par des auteurs français de la fin du XVII^e^ siècle[143], puis défendus en Italie au siècle suivant[144], pour être enfin rééditées au XIX^e^ siècle[145].

Quelle connaissance Errard pouvait-il avoir de l'ouvrage ? Nous avons déjà mentionné notre conviction d'une proximité d'Errard avec Specklin, qui a recopié une partie des gravures du *Della Architettura militare* vingt-quatre ans avant sa parution. Nous préciserons

---

[140] Bragard, Philippe, *Dictionnaire biographique…*, *op. cit.*, p. 187.
[141] Schille, Jan van, *Form und Weis zu bauwen… / Maniere de bien bastir, edifier, fortifier & munir Chasteaux, forteresses, villes & autres places… op. cit.*, Anvers, Gerard de Jode, 1580.
[142] Cf. sa notice sur la base *Architectura* du Centre d'Études Supérieures de la Renaissance de l'université de Tours : http://architectura.cesr.univ-tours.fr/Traite/Notice/VanSchille1573a.asp?param= [consulté le 25 avril 2016].
[143] Bernard, Jean-François, *Nouvelle maniere de fortifier les places… Avec des remarques sur l'ordre renforcé, sur les desseins du Capitaine Marchi…*, *op. cit.*, p. 187-195 ; Manesson Mallet, Allain, *Les Travaux de Mars…*, *op. cit.*, tome second, chap. IX, seconde édition 1684 & troisième édition 1696 (la référence à Marchi n'est pas dans la première édition de 1671) ;
[144] Corazzi, Ercole, *L'architettura militare di Francesco Marchi Cittadino Bolognese e Gentiluomo Romano, Difesa dalla Critica dell Sig. Allano Manesson Mallet Parigino*. Bologne, Rossi e Compagni, 1720.
[145] Marini, Luigi, *Architettura militare di Francesco de' Marchi illustrata da Luigi Marini* (5 volumes). Rome, Mariano de Romanis e figli, 1810.

en outre qu'un exemplaire de l'édition de 1599 était dans la bibliothèque royale[146], ce qui nous conforte dans l'hypothèse qu'Errard connaissait bien les travaux du capitaine Marchi.

2.3. UNE NOUVELLE GÉOMÉTRIE DE LA SÉCURITÉ ?

Comme nous l'avons mis en évidence, les dernières années du XVI^e^ siècle voient paraître des ouvrages de fortification dont certains auteurs comme Rojas établissent le lien fort avec les mathématiques. Il y a même dans le cas de Scala une certaine conjonction entre les deux domaines, la création d'une multitude de bastions sur le papier constituant un terrain d'exercice pour le géomètre dessinateur. L'aspect graphique revêt d'ailleurs une importance grandissante au fur et à mesure de l'amélioration de la qualité de l'impression des gravures. Cependant, notre analyse a montré que malgré la reconnaissance du lien avec les mathématiques, la génération de la forme même des bastions répondait à des critères plus esthétiques que scientifiques. Nous avons pu noter que la différence entre les deux manières espagnole et italienne, qui se situe essentiellement dans des choix d'alignements, ne reposait pas sur des justifications stratégiques précises. La géométrie, présente à travers la manipulation des objets fondamentaux que sont les points, les lignes et dans une moindre mesure, les angles, est jugée nécessaire au fortificateur mais nous ne trouvons pas d'utilisation des théorèmes euclidiens comme outil de validation des tracés ou de calcul des longueurs obtenues. En ce sens, nous ne pouvons pas parler d'une sécurité garantie par la géométrie, même si la procédure de tracé est donnée de manière rigoureuse. Nous abordons l'étude de la *Fortification reduicte en art et demonstrée*, en soumettant l'ouvrage au même questionnement, puisque nous avons maintenant un aperçu clair de ce qu'étaient les ouvrages de fortification au moment de sa parution.

3. *LA FORTIFICATION REDUICTE EN ART ET DEMONSTREE* DE 1600

Ayant mentionné la réduction en art et la démonstration dans le titre même de son ouvrage, Jean Errard présente de fait la fortification comme objet d'invention et d'examen par les mathématiques. Nous allons maintenant en étudier les contenus et la forme, pour déterminer dans quelle mesure il réalise effectivement ce projet. Nous nous intéresserons d'abord à sa

[146] L'exemplaire, relié aux armes d'Henri IV, est conservé à la Bibliothèque nationale de France sous la cote FOL-S-1650.

matérialité en tant qu'objet porteur de savoir, fabriqué et diffusé comme support d'un dialogue entre l'auteur et ses lecteurs, dont nous chercherons à déterminer qui ils pouvaient être. L'analyse du style d'écriture, des contenus textuels et graphiques, ainsi que du rôle attribué à la géométrie, nous amènera à établir les caractères de la fortification errardienne au regard de celles de ses prédécesseurs et de ses contemporains.

3.1. Aspect matériel

Comme le rappelle Errard dans sa préface, l'ouvrage est un « commandement du Roy, accompagné de sa Royale libéralité[147] », c'est-à-dire d'une gratification financière. Ne voyons pas ce versement comme des émoluments, contraires à l'éthique protestante, mais plutôt comme une subvention pour l'impression de l'ouvrage. Une trace écrite l'indiquant explicitement subsiste d'ailleurs dans un registre des dépenses privées de Henri IV, conservé à la bibliothèque de Gand[148], document cosigné par le roi et Sully et approuvé par le conseil du roi en décembre 1599. La somme allouée à Jean Errard est de deux-cent-vingt écus-sol « pour partage de la despence qu'il luy conviendra faire pour l'impression d'un livre de l'Art des fortifications, que Sa Majesté luy a commandé faire[149] ». Sully était à l'origine de cette décision, car l'auteur, lui dédicaçant le second livre, déclare que l'ouvrage n'aurait pu voir le jour « si les rayons la libéralité Royale, que vostre faveur & interceßion, m'a daigné ouvrir, ne luy eussent esclairé en ses tenebres[150] ».

Exemplaires subsistant

Errard a donc publié sa *Fortification* à compte d'auteur et sans doute avec un très faible tirage, car ce bel in-quarto de cent-deux pages aux superbes planches et bois gravés a tout d'un ouvrage de prestige (voir en Annexe B2, Figure 5.19, son titre-frontispice gravé). Nous

---

[147] Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstree…*, *op. cit.* , p. 1.
[148] « Rolle de plusieurs parties et sommes de deniers que le Roy a commandé et ordonné de son espargne maître Vincent Bouiller payer, bailler et delivrer comptant durant la présente année M.V^{c}.quatre-vingts-dix-neuf aux personnes pour lui censie selon et ainsi qu'il sensuict », *Rekening Van De Private Uitgaven Van Hendrik IV, Koning Van Frankrijk, In Het Jaar 1599*, Ms BHSL.HS.0161, Bibliothèque universitaire de Gand. Cf. Saint-Genois, Jules de, *Catalogue méthodique et raisonné des manuscrits de la bibliothèque de la ville et de l'université de Gand*. Gand, Anoot-Braeckman, 1849-1852, pp 141-142. Reproduit par Léon Maxe-Werly pour Marcel Lallemend (Médiathèque de Bar le Duc, fonds Maxe-Werly, feuillet *Archives* n°3, lettre du 16 juillet 1883). Cf. Lallemend, Marcel & Boinette Alfred, *Jean Errard…*, *op. cit.*, p. 159.
[149] Le texte intégral est reproduit dans *L'intermédiaire des chercheurs et des curieux*, XVI^{e} année, n°352, 10 janvier 1883, p. 18.
[150] Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstree…*, *op. cit.* , p. 21 (fol. F).

n'avons pu localiser que neuf exemplaires de cette première édition dans les bibliothèques publiques du monde entier[151], dont cinq en France (Tableau 5.20), ce qui tend à confirmer une diffusion restreinte.

Exemplaire	BnF Res-V-412	Bar-le-Duc FA 17233	Le Mans SA F* 3789	BnF V-2285	Florence MAGL.1.141	Amiens SA 2947 F	Berne ZB Bong IV 986	Vienne A III-118952	Harvard 615.00.368
Référencement dans notre texte	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Ex-libris, armoiries	o	N	n	n	?	n	o	o	?
Correction p. 3	n	O	o	o	o	o	o	o	o
Ajout p. 4	n	N	n	n	n	o	o	o	o
Reprise marginale p. 4	n	N	n	n	n	n	o	n	n
Tache d'encrage p. 38, ou p. 42	n	N	n	o	?	o	n	o	?
Usure verticale planches	o	N	o	o	?	o	o	o	?
Usure horizontale planches	n	N	o	o	?	o	o	o	?
Cuvettes marquées	n	N	n	o	n	n	n	n	n

Tableau 5.20 : caractéristiques des exemplaires connus de la *Fortification* de 1600

Parmi les exemplaires dont la provenance nous est connue, le premier est relié aux armes de Henri IV (référencé A dans notre tableau). Réglé à l'encre rouge[152], c'est certainement celui qui a été offert au roi, il est en tout cas le seul qui ne contienne aucune correction manuscrite. L'exemplaire G provient de la riche bibliothèque de Jacques Bongars, qui possédait aussi la *Geometrie* et la *Refutation* d'Errard de 1594, ainsi que les œuvres de Viète et d'Alleaume publiées chez David Le Clerc. La reliure à la fanfare aux armes de Henri IV dénote un exemplaire précieux, probablement offert par l'auteur ou par le roi[153]. L'exemplaire H a été offert par l'Empereur Ferdinand III de Habsbourg (né en 1608) aux Jésuites de Vienne. L'exemplaire C pourrait provenir de la bibliothèque de Mathurin Jousse, dont nous avons déjà

[151] Tous les détails se trouvent dans l'Annexe A2.2. Nous avons utilisé les catalogues des bibliothèques françaises dans lesquelles nous avons pu nous rendre, et les catalogues en ligne suivants : worldcat.org, Karlsruher Virtueller Katalog (kvk.bibliothek.kit.edu), archive.org, les catalogues collectifs nationaux [français (ccfr.bnf.fr), italien (internetculturale.it), espagnol (ccpb_opac.mcu.es), etc.] et les catalogues des bibliothèques américaines.

[152] C'est-à-dire que ses feuillets présentent un encadrement des textes, fait à la main, afin d'y apporter un soin particulier et de mettre en évidence la qualité de la typographie. Les ouvrages réglés sont souvent des ouvrages de prestige, offerts aux Grands.

[153] Correspondance avec le Dr Sabine Schlueter, Conservateur à la Bibliothèque universitaire de Berne (CH), que nous remercions ici.

utilisé l'inventaire comme référence (cf. *supra*, ch. 1)[154]. L'exemplaire I pourrait être celui de Sully, car la bibliothèque de l'université Harvard possède un exemplaire de l'édition de 1620 lui ayant appartenu, mais nous n'en avons pas eu confirmation. Nous n'avons pas localisé d'exemplaire de la bibliothèque de Jacques-Auguste de Thou.

L'aspect restreint de la distribution de l'ouvrage nous est confirmé par l'existence de deux corrections manuelles de valeurs numériques non signalées dans les errata et dont la présence varie selon les exemplaires. La première[155] a trait au poids des boulets de canons de l'artillerie française (correction de CLV en XLV), la seconde[156] à la mesure du pas (transformation de *trois pieds françois* en trois pieds *et demy* par ajout de la fraction en exposant après le mot *pied*). Il est intéressant d'observer les différences entre ces corrections (cf. Tableau 5.21).

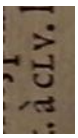
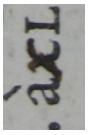
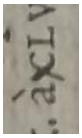
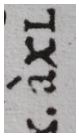
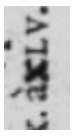
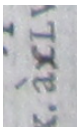
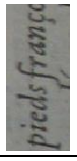
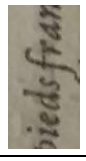
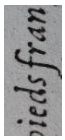
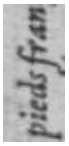
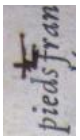
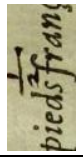
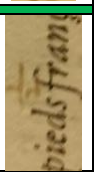
A	B	C	D	E	F	G	H	I
								
								

Tableau 5.21

Les différentes versions de celle de la page 3 ne présentent pas d'unité graphique, mais sont dans tous les exemplaires, hormis celui du roi. Celle de la page 4 ne se trouve que dans quatre exemplaires, mais les corrections semblent toutes d'une même main. Il nous est difficile de tirer des conclusions certaines de cette comparaison, mais nous formulons l'hypothèse qu'après l'impression finale des « fautes à corriger »[157], l'auteur aura indiqué aux destinataires la correction à effectuer en page 3, mais procédé lui-même à l'insertion de la fraction de la page 4 sur les exemplaires qu'il avait encore.

La question de l'impression

L'auteur ayant publié l'ouvrage à son compte, il en a choisi l'imprimeur sans déléguer cette tâche à un libraire, ce qui lui donnait la possibilité d'une maîtrise complète de la mise en

[154] Correspondance avec Mme Sophie Renaudin, Conservateur du patrimoine à la médiathèque du Mans que nous remercions également.
[155] Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstree…*, *op. cit.* , p. 3.
[156] *Ibid*., p. 4.
[157] *Ibid*., p. 2.

page et des illustrations pouvant aller jusqu'au choix des caractères, lettrines, bandeaux, etc. Cet imprimeur n'a pas encore été identifié, bien que plusieurs hypothèses aient été avancées, basées pour la plupart sur la seconde édition. En effet, le titre-frontispice de l'édition parisienne de 1604 mentionne l'enseigne de la *Rose blanche, rue Saint Jacques*, ce qui a pu faire supposer, d'après les travaux de Renouard[158], que l'éditeur en était Jean Messager[159] ou Adrien Beys[160]. Ces hypothèses ne semblent guère assurées : Beys n'utilisa l'enseigne citée qu'en 1606 et Messager travaillait à l'enseigne de *l'Espérance*. Signalons un autre imprimeur de la rue saint Jacques, Guillaume II Le Noir, à l'enseigne de *la Rose blanche Couronnée*, qui omet ce dernier mot dans certains de ses titres d'ouvrages entre 1599 et 1608[161]. Le Noir était issu d'une longue lignée d'imprimeurs un temps soupçonnés de calvinisme[162] et qui ont travaillé en association avec d'autres grandes familles de libraires comme les Cavellat, les Marnef et les Beys pour la production d'ouvrages de haute qualité. La question n'est donc pas simple, nous avons cherché à l'approfondir en nous intéressant au matériel utilisé pour l'impression de l'ouvrage que nous étudions.

Nous nous sommes penché de près sur cette question du matériel d'imprimerie sans d'abord soupçonner à quel point elle était complexe. Nous avons d'abord recensé les principaux bandeaux, culs-de-lampe et lettrines présents (Annexe B2, Figures 5.22 5.23, 5.24 respectivement), puis les avons confrontés aux modèles présentés dans les bases de données en ligne[163] ainsi que dans l'ouvrage de Renouard sur les marques typographiques[164]. Malheureusement, ces bases de données n'en étant qu'à leurs débuts, elles ne nous ont pas

---

[158] Renouard, Philippe, *Imprimeurs parisiens, libraires, fondeurs de caractères et correcteurs d'imprimerie, depuis l'introduction de l'imprimerie à Paris (1470) jusqu'à la fin du XVIe siècle…* Paris, A. Claudin, 1898, p. 268 et p. 412 (Messager) ; Renouard, Philippe et alii, *Imprimeurs et libraires parisiens du XVIe siècle...*, tome 3, Paris, Service des travaux historiques de la Ville de Paris, 1979, p. 379

[159] Catalogue de la bibliothèque publique de New York (NYPL).

[160] Notice bibliographique du site des Bibliothèques Virtuelles Humanistes (bvh.univ-tours.fr).

[161] Renouard (*Imprimeurs parisiens…*, *op. cit.*, 1898, p. 235) ne l'indique pas, mais nous le trouvons sur les titres d'ouvrages publiés par Le Noir à ces dates (un *Discours* sur la mariage des Archiducs Albert et Isabelle en 1599, une *Vie de Philippe Strozzi* en 1608).

[162] Renouard, Philippe, *Documents sur les Imprimeurs, Libraires, Cartiers, Graveurs, Fondeurs de Lettres, Relieurs, Doreurs de Livres, Faiseurs de Fermoirs, Enlumineurs, Parcheminiers et Papetiers ayant exercé à Paris de 1430 à 1600…*, Paris, H. Champion, 1901, p. 167.

[163] Les banques d'ornements d'imprimerie FLEURON et Passe-Partout de l'université de Lausanne (dbserv1-bcu.unil.ch/ et bcutodai.unil.ch/) ; la base MAGUELONE de l'université de Montpellier (maguelone.enssib.fr/) et la Base de Typographie de la Renaissance BaTyR de l'université de Tours (http://www.bvh.univ-tours.fr/batyr).

[164] Renouard, Philippe, *Les marques typographiques parisiennes des XVe et XVIe siècle.* Paris, H. Champion, 1926-1928.

permis de progrès décisif. Nous avons donc parcouru un assez grand nombre d'ouvrages à la recherche d'ornements identiques à ceux de cette première édition, mais sans trouver jusqu'à présent de corrélations significatives dans la composition. La difficulté de l'identification tient à différents facteurs, parmi lesquels nous citerons les emprunts, copies et modifications d'ornements[165], les collaborations changeantes entre libraires et imprimeurs, l'intrication des grandes familles d'imprimeurs parisiens par le jeu des alliances et des successions, par lesquelles le matériel est partagé. Nous ne donnerons donc ici que quelques pistes et des résultats provisoires qui constitueront la base d'un travail ultérieur.

D'une manière générale, une partie non négligeable des lettrines utilisées pour la *Fortification* se retrouve dans des publications des Morel[166], de Guillaume Cavellat et Jérôme de Marnef[167] et des Le Noir[168]. Nous pouvons également citer des imprimeurs qui leur sont liés, comme Estienne Prevosteau[169], qui hérite du matériel de Guillaume Morel dont il est le gendre et qui travaillera pour Jérôme de Marnef et la veuve Cavellat[170], ou les éditeurs de musique Adrian Le Roy et Robert I Ballard, auxquels la *Fortification* d'Errard emprunte sa plus grande lettrine[171].

En ce qui concerne les bandeaux, l'identification est facilitée par la base de données BaTyR, mais ne nous avance guère : les B2 et B3 (Annexe B2, Figure 5.22) se retrouvent dans l'édition de 1606 des *Décades* de Tite-Live, publié par le libraire Abel L'Angelier et composé avec le matériel d'Henri Thierry ; le B4 utilisé par Binet provient lui aussi de l'imprimerie d'Henri Thierry[172] ; B1 et B5 sont utilisés par Marc Orry, héritier du matériel de son beau-père Jamet Mettayer. L'identification des culs-de-lampe nous laisse perplexe (Annexe B2, Figure 5.23) : le C1 sera encore visible dans des ouvrages vendus par la veuve d'Abel L'Angelier en 1620, et le C2 chez Galliot Corrozet en 1603 ; le C3 se trouvait dans

---

[165] Cf. par exemple, à propos du libraire Denis Binet, Renouard, Philippe et alii, *Imprimeurs et libraires...*, *op. cit.*, tome 4, 1986, p. 4 ; Balsamo, Jean & Simonin, Michel, *Abel L'Angelier & Françoise de Louvain (1574-1620)…*, Genève, Librairie Droz, coll. « Travaux d'Humanisme et de Renaissance », p. 106-107.
[166] Lettrines A (BaTyR 28535), I (BaTyR 24089), P (BaTyR 20259), lettrine
[167] Lettrines D (BaTyR 21200), E (BaTyR 21200), I (BaTyR 24089), L (BaTyR 21202), M (BaTyR 21199), O légèrement modifiée (BaTyR 7990), P (BaTyR 25155)…
[168] En particulier, les lettres L et O dans l'édition du *De Subtilitate* de Cardan en 1556, édition partagée avec Gilles Beys et Charles L'Angelier (Renouard, Philippe et alii, *Imprimeurs et libraires...*, *op. cit.*, tome 3, 1979, p. 329), mais également la lettre P à la « louve romaine » (BaTyR 25155) en 1586.
[169] Renouard, Philippe, *Imprimeurs parisiens…*, *op. cit.*, 1898, p. 307. Il utilise la rare lettrine S (BaTyR 22521) avec une lettre S en noir.
[170] Renouard, Philippe et alii, *Imprimeurs et libraires...*, *op. cit.*, tome 4, 1986, p. 334.
[171] La lettrine P du premier chapitre (BaTyR 22370).
[172] Renouard, Philippe et alii, *Imprimeurs et libraires...*, *op. cit.*, tome 4, 1986, pl. B(III) 5.

l'édition lyonnaise de 1578 du *Théâtre des Instruments* de Jacques Besson et sera utilisé par François Estienne à Genève dans les années 1580. Il nous est difficile de tirer des conclusions de cet éparpillement.

Une autre piste de travail nous est donnée par Renouard, lorsqu'il indique le petit nombre d'auteurs vendant eux-mêmes leurs ouvrages à la fin du XVI^e^ siècle. Nous avons déjà rencontré trois d'entre eux, Androuet du Cerceau, Bachot et Ramelli. La présentation de l'ouvrage[173] de ce dernier l'éloigne trop de la *Fortification* d'Errard pour qu'il soit possible d'envisager un imprimeur commun, mais ce n'est pas le cas pour les deux autres. L'esthétique des ouvrages qu'imprime Mamert Patisson (second époux de la veuve de Robert Estienne) à partir de 1576 pour Androuet est comparable à celle de la *Fortification*, mis à part la qualité de certaines planches[174], mais le faible nombre d'ornements dans ce recueil d'images ne permet pas de véritable recoupement. C'est finalement du *Gouvernail* d'Ambroise Bachot que se rapproche le plus notre ouvrage, si l'on considère la présentation du texte, l'utilisation des caractères italiques pour les renvois et le discours d'accompagnement, et finalement l'alternance du texte avec les illustrations, gravures sur bois pour les figures géométriques de petite taille, gravures sur cuivres pour les représentations en perspective des bastions. Les lettrines du *Gouvernail* sont pour la plupart de petite taille et par conséquent incomparables avec celles du texte d'Errard, mais l'une des deux grandes lettrines est aussi utilisée dans l'impression de la *Fortification*[175]. L'impression du *Gouvernail* a été attribuée à Claude Bruneval[176], établi à Melun en 1593 alors qu'Henri IV avait fait de cette ville un centre d'opération pour le siège de Paris. Bruneval était en affaires avec L'Angelier qui s'était également replié sur Melun lors des troubles de la Ligue. Il n'y a aucune trace de son activité après 1598, mais sa mort est attestée en mars 1599[177]. Il est possible qu'Errard ait eu recours à ses services pour l'impression du texte de son ouvrage.

---

[173] Ramelli, Agostino, *Le diverse et artificiose machine del Capitano Agostino Ramelli dal Ponte della Tresia*, *op. cit.*, 1588. Les pages sont toutes pourvues de cadres composés de filets d'imprimerie aux motifs géométriques.
[174] Du moins dans les *Leçons de perspective positive*, Paris, Mamert Patisson, 1576.
[175] Il s'agit de la lettrine D au « roi David » (BaTyR 21200), en page 3 du *Gouvernail*.
[176] Renouard, Philippe, *Imprimeurs parisiens*…, *op. cit.*, 1898, p. 52 ; Leroy, Gabriel, « Recherches sur l'introduction de l'imprimerie à Melun », *Bulletin de la Société d'archéologie, Sciences, Lettres et Arts du département de Seine-et-Marne*, vol. 8 (1875-1877), Meaux, Destouches, 1878, pp 51-69 ; Renouard, Philippe et alii, *Imprimeurs et libraires...*, *op. cit.*, tome 2, 1969, p. 4-6 [Ambroise Bachot].
[177] Renouard, Philippe et alii, *op. cit.*, tome 2, 1969, p. 5.

Que pouvons-nous conclure de cet examen ? Nous n'avons aucune certitude quant à l'imprimerie d'où est sorti le texte de l'ouvrage, mais l'unité de l'ensemble suggère qu'il a été entièrement composé dans un seul atelier. Cet atelier reste à déterminer parmi ceux qui ont travaillé pour les grandes familles de libraires parisiens dont les noms reviennent, les Estienne, Le Noir, L'Angelier, etc. En revanche, l'état variable de l'impression des illustrations (position, rayures, cuvettes plus ou moins marquées), indiquerait plutôt différents essais et une maîtrise incomplète de cette technologie. Rappelons qu'Errard présentait à la vingt-huitième planche de son *Premier livre des instruments*[178] une nouvelle forme de presse destinée à l'impression des textes aussi bien qu'à l'estampage des cuivres. S'il en a réalisé le prototype, il se peut qu'il ait effectué lui-même l'insertion des gravures sur les feuillets de son ouvrage. Cet aspect artisanal nous paraît correspondre à l'habitude partagée par certains auteurs que nous avons étudiés, Androuet du Cerceau, Bachot et Viète. Quoi qu'il en soit, il nous paraît clair qu'Errard en a supervisé la fabrication et que, par conséquent, l'ouvrage répond au mieux à son projet. Nous précisons donc maintenant quelles sont les visées de l'auteur, d'après sa propre présentation.

3.2. Le projet de l'ouvrage et ses destinataires

Comme nous l'avons écrit plus haut, la publication de la *Fortification reduicte en art et demonstree* est le projet commun du roi, de son plus proche ministre et de son « ingénieur préféré[179] ». Dans les dédicaces citées (qui sont les seules de l'ouvrage), Errard présente le monarque comme le seul combattant capable de « plus dextrement mettre en execution les regles de c'est [sic] Art que les plus excellens ecrivains ne les peuvent mettre sur le papier, qui [a] plus repandu de [sa] sueur & de sang à les verifier par la prattique, que les autres ne sauroient emploier d'encre à les demonstrer en la Theorique[180] », évoquant une première fois la légitimité donnée par l'expérience en matière militaire. Il va même jusqu'à inviter les lecteurs à considérer Sully comme le légitime auteur du texte[181]. Il est vrai que les deux dédicataires avaient de réelles compétences dans ce domaine[182], mais Errard a conscience

[178] Errard, Jean, *Le Premier Livre des Instruments mathematiques…*, *op. cit.*, Nancy, Jan-Jansson, 1584.
[179] Blay de Gaïx, Cdt Gabriel de, *Histoire militaire de Bayonne…*, *op. cit.*, p. 380.
[180] Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstree…*, *op. cit.* , fol. ãij.
[181] *Ibid.*, p. 21 (fol. F).
[182] Lallemend, Marcel & Boinette Alfred, *Jean Errard…*, *op. cit.*, p. 83, 90, *passim*.

d'apporter davantage qu'un simple recueil de connaissances communes, puisqu'il affirme dans sa préface à la Noblesse française[183] avoir « osé entreprendre ce que tous les Ingenieurs, jusques à present, n'ont voulu ou osé ». De quelle entreprise s'agit-il au juste ? Nous le lisons dans les termes mêmes de la préface.

L'instruction des élites

L'auteur exhorte les nobles français à tirer profit de la paix civile qui règne en France pour anticiper des temps plus difficiles et acquérir les connaissances qu'ils devront mettre en pratique en cas de conflit. Il en va de leur responsabilité, puisqu'ils sont « specialement appelez & obligez » à défendre leur patrie et le roi, et qu'ils doivent se préparer à intervenir « au premier changement ». Errard se présente alors comme l'instrument désigné pour l'instruction (mot qu'il utilise à plusieurs reprises) de ces élites. Le terme d'*instruction* nous paraît important en ce qu'il fait écho à l'obligation faite aux gentilshommes de servir le roi. L'auteur rappelle qu'ils ont puisé leur expérience dans les combats au prix du sang versé et au péril de leur vie, et qu'il est maintenant de leur devoir de développer leurs compétences par l'étude théorique de la fortification. Instruction, obligation (même morale), ce langage incitatif est tempéré par la reconnaissance de leur position exceptionnelle dans le royaume et de leur qualification comme seuls juges légitimes de l'exercice qui leur est proposé. Nous ne retrouvons pas ici la chaleureuse familiarité dont l'auteur faisait preuve à l'égard des jeunes dédicataires de ses *Éléments d'Euclide* (cf. *supra*, chap. 4, §3.2). L'auteur n'a pourtant pas abandonné sa visée pédagogique, comme nous le constatons ensuite.

Le lectorat et sa relève

L'aspect solennel des dédicaces de cette œuvre de commande qu'est la *Fortification* explique sans doute leur gravité et l'aspect impersonnel de la préface offerte à la Noblesse française. Dans ses dernières lignes se dessinent cependant le destinataire de l'auteur, celui dont Bakhtine écrit qu'il « est en accord ou en désaccord (totalement ou partiellement), il complète, il adapte, il s'apprête à exécuter, etc.[184] ». Nous lisons en effet, après une charge en règle contre les envieux et les ignorants dans la lignée de Besson (cf. *supra*, chap. 3, §2.1.1), un appel au jugement du lecteur compétent, dont l'auteur loue la « genereuse fidelité &

[183] Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstree…*, *op. cit.*, p. 1-2 : « Preface a la Noblesse francoise ». Les citations suivantes sont également tirées de cette préface.
[184] Cité par Barbin, Evelyne, « Une approche bakhtinienne des textes d'histoire des sciences », op. cit., p. 224.

constance à deffendre les places que sa Majesté [lui] a commises ». Errard s'adresse donc à un gouverneur de place forte. Nous donnerons à celui-ci le visage de Dominique de Vic, fidèle parmi les fidèles du roi de France, et sans doute très proche d'Errard avec lequel il a longuement collaboré en Picardie. Qui d'autre qu'un homme de son niveau était à même d'expérimenter le « très-bon accord entre les Reigles de la science, & les Exemples de la Practique » comme l'y invite l'auteur ? Et de comprendre le souci de ce dernier de « laisser quelque instruction à ceux qui un jour succederont à [ses] charges » ? De Vic mourra sans postérité, Errard perdra son fils ingénieur Maximin, tué en manipulant des canons[185]. Les deux hommes devaient avoir une parfaite conscience de la précarité de leur existence et de la nécessité de transmettre leur savoir à leurs successeurs, autres lecteurs potentiels de l'ouvrage.

L'ingénieur en devenir

Nous pouvons entrevoir le contour de ces autres lecteurs désirés, au dernier chapitre du premier livre[186], lorsqu'Errard décrit ce que devrait être le profil d'un postulant à la fonction d'ingénieur. La liste des qualités qu'il donne dans cette page s'apparente à un « programme de formation » pour celui qui ambitionne de servir son Prince. L'expérience de l'auteur y est à tout moment lisible. Ce programme se décline en quatre domaines interdépendants : persuasion, expérience, connaissance, éthique. Précisons les préconisations de l'auteur pour chacun d'eux.

La capacité de persuasion est omniprésente, du début à la fin de cette liste. Le futur ingénieur doit être en mesure d'exposer son dessein au Prince qu'il sert, puisque qu'il ne s'agit pas de lui imposer des choix comme à un subalterne, mais de le convaincre du bien-fondé des constructions proposées. Il va utiliser cette capacité en particulier lorsqu'il s'agira d'initier le Prince au langage qu'il utilisera pour le convaincre, afin de lui permettre de comprendre ses raisonnements. L'ingénieur aura donc pour tâche de le former aux mathématiques : « qu'il ait employé quelque temps auparavant à monstrer les plus beaux traicts de sa science à son seigneur et maistre : à fin […] qu'il le trouve mieux preparé à entendre ses raisons ». Il n'est plus question d'instruire, comme dans le cas de la Noblesse, mais bien d'enseigner, c'est le propre mot d'Errard : « qu'il s'éstudie plustost à enseigner que

[185] Lallemend, Marcel & Boinette Alfred, *Jean Errard*…, *op. cit.*, p. 303.
[186] *Ibid.*, chap. XI : « Des qualitez requises a un ingenieur qui veut fortifier & deffendre une place », p 20. Toutes les citations suivantes sont issues de ce chapitre.

de contester contre un ignorant ». Ce conseil donné aux débutants réalise comme une synthèse de deux positions que nous avons déjà rencontrées : d'une part, la posture défensive d'un Besson aux prises avec des détracteurs malveillants (cf. chap. 3, §2.1.1) et d'autre part la bienveillance éducative de Simon Stevin aux côtés de Maurice de Nassau, tel qu'elle transparaît dans les *Memoires mathematiques*[187].

La deuxième qualité de l'ingénieur, c'est l'expérience. Errard demande qu'il connaisse en détail toutes les pièces d'artillerie en usage, leur portée et leur force selon leur calibre et la poudre utilisée, afin de pouvoir régler ses projets de construction en connaissance de cause et défendre la place face à l'ennemi dont il saura mesurer la puissance de feu. Il lui conseille de participer à des sièges, tant comme assaillant que comme défenseur, dans le but de se rendre capable de commander avec bon sens et méthode (« qu'il evite toute sorte de confusion ») et qu'il ait pu mesurer la résistance et la vigilance humaine puisque ce sont elles qui font en partie la défense de la place, comme l'écrivait déjà Lorini (cf. *supra*, §2.2) et avant lui, Machiavel (cf. chap. 1, §1.2). Les termes sont cependant différents : pour Errard, la poitrine de l'homme n'est qu'en partie un rempart contre l'ennemi. Il sait bien que c'est l'art de l'ingénieur qui permettra la sûreté des personnes, comme sa fascination pour l'Archimède défenseur de Syracuse nous l'a montré (cf. chap. 3, §2.2.4).

En ce qui concerne les connaissances, il s'agit avant tout des mathématiques. Elles contribuent à la l'invention de machines défensives, autant qu'à la démonstration de l'utilité de ces inventions. Elles donnent à l'ingénieur la rigueur nécessaire pour estimer les dépenses et rester dans les limites de son « cahier des charges ». Elles lui permettent d'organiser au mieux les temps de travail et de repos des ouvriers. Cette compétence est indispensable au chef de chantier. Il doit lui associer « quelque chose de l'architecture commune » que l'auteur situe visiblement au rang de la maçonnerie et de la connaissance des matériaux.

Pour ce qui concerne l'éthique, Errrard développe peu les qualités morales : le futur ingénieur doit être avant tout honnête par crainte du déshonneur, il ne doit pas accepter les compromissions, ne pas répondre à la provocation des « ignorants ». En revanche, la fréquentation des Grands doit lui permettre de prendre conscience de la « multitude de tant et diverses affaires » qu'ils ont à gérer. En ce qui concerne son rôle de chef de chantier, le futur

[187] Stevin, Simon, *Les Œuvres mathematiques de Simon Stevin de Bruges* …, op. cit., p 341, 433, *passim*.

ingénieur devra se préoccuper de ses ouvriers en s'appliquant à chercher « les moyens de soulager ceux qui travailleront ».

Pour conclure notre examen des destinataires auxquels s'adresse Errard, nous dirons que l'auteur est au centre d'une polyphonie[188] qu'il orchestre lui-même en distribuant les rôles à ses interlocuteurs. Il dialogue avec Dominique de Vic, pour l'édification du futur gouverneur et du jeune ingénieur qui leur succèderont. Il fait appel au jugement de *Capitaines & Ingenieurs experimentez* dont il sollicite à de nombreuses reprises[189] l'approbation. Le rôle des détracteurs est joué par « plusieurs Ingenieurs, qui ont les dents plus aiguës à ronger les ouvrages d'autruy, que l'esprit à en produire d'utiles de leur invention, n'ayans rien chez eux qui merite la lumiere[190] ». Nous retrouvons encore une posture à la manière de Besson, déjà empruntée par l'auteur dans son livre d'instruments.

Les interlocuteurs d'Errard semblent tous ses contemporains, car il ne rapporte aucun propos, mais il se soumet de manière rhétorique à leur approbation. Nous pensons que comme Viète et Androuet du Cerceau, il a produit l'ouvrage pour l'offrir à ses proches, ce qui explique le peu d'exemplaires localisés.

3.3. La rédaction de l'ouvrage : discours, images, mathématiques

Nous avons indiqué que la *Fortification* est destinée à l'instruction des élites qui ont la charge de défendre le royaume, ou qui hériteront de cette charge. Mais comment réaliser efficacement ce projet pédagogique ? Le titre de l'ouvrage fait référence à deux fonctions de l'écriture, en lui attribuant simultanément les deux fonctions de « réduction en art » et de « démonstration ». Que signifient ces deux expressions ? Il semble qu'Errard le précise quand il écrit que le travail commandé par le roi consiste à « rediger par escrit & esclaircir par figures […] la maniere de fortifier, assieger, assaillir & defendre les places[191] ». Mais il se présente ensuite plus généralement chargé de « reduire en art et […] mettre au jour tout ce qui se practique au faict des Fortifications[192] ». Qu'entend-il par les expressions « réduire en art »,

[188] Cf. Barbin, Evelyne, « Une approche bakhtinienne des textes d'histoire des sciences », *op. cit.*, p. 217.
[189] Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstree…*, *op. cit.*, p. 13, 14, 27, 66, 70…
[190] *Ibid.*, p. 2.
[191] *Ibid.*, Dédicace « Au Roy », fol. ãij.
[192] *Ibid.*, « Preface a la Noblesse francoise », p. 1.

« éclaircir par figures », « ce qui se pratique » ? Nous cherchons ce qu'elles recouvrent dans les pages mêmes de la *Fortification*.

Réduction en art et démonstration

La question de la réduction en art au XVI^e^ siècle a fait l'objet d'études récentes[193]. Pour Hélène Vérin, la réduction en art répond au problème de la conciliation entre les pratiques effectives des ingénieurs et l'enseignement de ces pratiques : « Un traité d'ingénieur doit en effet être un instrument d'invention et de contrôle de l'action ; l'exposé formel d'un art et un guide pour l'action. L'universalité même des concepts dégagés doit être un moyen de parvenir plus sûrement à maîtriser la particularité des cas concrets[194]. » Elle précise que ce projet se heurte aux problèmes de l'organisation des connaissances et de leur exposition, pour lesquels plusieurs formules avaient été essayées au cours du XVI^e^ siècle, mais sans recours systématique à l'abstraction mathématique. Nous allons donc chercher quelles sont les modalités de cette réduction en art dans l'ouvrage de Jean Errard, en nous focalisant sur l'ordre des connaissances et le recours aux mathématiques.

Une autre question se pose à propos de l'utilisation du mot *démonstrée*, qui peut recevoir au moins deux interprétations. En effet, le discours errardien est mis en lumière par divers types d'illustrations graphiques, mais tout au long du texte, l'auteur se réfère à ces images en tant que *démonstrations* du discours. S'agit-il là de la démonstration revendiquée dans le titre de l'ouvrage ? Nous ne pouvons pas répondre d'une manière catégorique, car Errard utilise ce terme, ainsi que le verbe *monstrer*, au moins dans deux registres, celui de la démonstration géométrique et celui de l'usage des figures à des fins d'explication. Le sens de *donner à voir* se traduit par des expressions qu'Errard utilise fréquemment : « comme la figure le demonstre[195] », « comme la figure le monstre[196] », ou plus spécifiquement « ainsi que les figures tant du plan que de son elevation demonstrent[197] ». Le sens de *prouver*

---

[193] Vérin, Hélène, *La gloire des ingénieurs…*, *op. cit.*, chap. IV : « La réduction en art : la fortification », pp 131-180 ; Dubourg-Glatigny, Pascal, & Vérin, Hélène (dir.), *Réduire en art. La technologie de la Renaissance aux Lumières*. Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'homme, 2008 ; Garçon Anne-Françoise, « Pratique, technique, technologie ? Gros plan sur le projet intellectuel des *De re metallica*, 1530-1556 », *ArchéoSciences, Revue d'archéométrie* [En ligne], n°34, 2010, p. 121-126 ; Brioist, Pascal « L'artillerie à la Renaissance entre art et science, l'exemple anglais », *in* Barbin, Evelyne (dir.), *Arts et sciences à la Renaissance*, Paris, Ellipses, 2007, p. 231-251.
[194] Vérin, Hélène, *La gloire des ingénieurs…*, *op. cit.*, p 61.
[195] Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstree…*, *op. cit*., p. 28, 39, *passim.*
[196] *Ibid*., p. 19, 26, 73, *passim.*
[197] *Ibid*., p. 88.

géométriquement se lit dans des expression comme « Le quarré fortifié selon les maximes de ce troisiesme liure y peut estre demonstré en cette façon[198] », ou « Le pentagone se peut fortifier de mesme & demonstrer[199] ». Il est même possible de trouver des formulations qui renvoient aux deux sens à la fois : « Les demonstrations des figures precedentes donnent assez à cognoistre comment il faudra procéder es suivantes[200] », « comme les lignes hc & ie de la figure precedente le démonstrent[201] ». Est-ce à dire que Jean Errard en vient à prendre indifféremment l'une pour l'autre les deux significations ?

Les mathématiques

Ne pas donner une place à part à la preuve argumentée géométriquement, voilà qui serait étonnant de la part de celui que nous avons découvert mathématicien lors de la controverse de la *cyclométrie* (cf. *supra*, chap. 3, §4), et qui déniait à tout calcul arithmétique la valeur d'argument opposable à une démonstration géométrique (cf. *supra*, chap. 3, §3.4). Notre langage du XXI^e^ siècle ne doit pas nous induire en erreur, les propos de l'auteur sont sans ambiguïté en ce qui concerne l'établissement des preuves. Ce qu'Errard affirme, c'est qu'il est le premier à faire paraître un écrit sur la fortification en tant que science, par opposition aux auteurs qui se contentent du tracé pour engendrer les formes :[202]

> *J'ay osé entreprendre ce que tous les Ingenieurs, jusques à present, n'ont voulu ou osé, au moins n'en paroist-il rien par aucun escrit traictant de ceste science. Car les discours des choses mechaniques ne meritent point ce Titre, n'estant icy question des traicts, qui à quelqu'un pourroyent reüßir à l'adventure, mais de demonstrations Geometricques, qui donnent à tous asseurance infaillible. Quiconque se fie en ceux-là ne hazarde moins le salut d'un pays, qu'un autre la vie d'un homme qu'il commet à un ignorant Empirique.*

Il a bien sûr en vue les pratiques italiennes que nous avons déjà étudiées (cf. *supra*, chap. 1, §1.1.1 & chap. 2, §2.5), qu'il condamne comme tentatives de génération de formes au hasard de tracés sans rigueur. Nous relevons particulièrement cette opposition entre hasard des tracés et assurance du raisonnement, qui fonde la recherche d'une géométrie de la

[198] *Ibid*., p 60.
[199] *Ibid*., p 63.
[200] *Ibid*., p. 45.
[201] *Ibid*., p 68.
[202] *Ibid*., p. 1-2.

sécurité. Nous reviendrons sur cette opposition dans notre étude du livre III, dans lequel l'auteur lui-même réexamine cette question à propos de la fortification irrégulière.

Pour examiner comment est réalisé ce projet de réduction en art à l'aide de la géométrie, nous allons maintenant étudier en détail le plan de l'ouvrage en nous attachant à mettre en valeur l'ordre d'établissement et d'exposition des connaissances. Nous chercherons en particulier à préciser dans quelle mesure nous pouvons rapprocher la logique du discours errardien de celle qui structure ses travaux en géométrie.

3.4. L'ORDRE DES CONNAISSANCES

Chez Errard, la réduction en art de la fortification des places ne se résume pas à la réécriture ordonnée des pratiques des ingénieurs sur le terrain. Le style errardien est même très différent de ce que nous avions pu lire sous la plume des auteurs italiens. Nous ne retrouvons pas la forme dialoguée qu'avaient adoptée Theti, Cataneo (cf. chap. 2, §2.3 et 2.4) ou Lorini (cf. *supra*, §2.2) pour opposer entre elles les diverses théories et pratiques existantes et mettre en valeur leurs propres constructions. Errard ne prétend pas répondre aux questions techniques qu'il laisse à l'appréciation « d'un bon ingenieur[203] » et des « Capitaines experimentez[204] ».

Puisqu'il s'adresse à ses homologues ou à de jeunes ingénieurs formés aux mathématiques et dotés d'une expérience des sièges, il ne produit pas un cours pour débutants mais cherche à établir une manière de fortifier sur des bases scientifiques, comme nous l'avons rappelé en citant ses propres mots. C'est la raison pour laquelle il ne donne aucune définition des termes architecturaux ou géométriques. Il procède en quatre étapes, qui correspondent aux quatre livres de l'ouvrage : 1° Principes de la fortification, mesure de la violence de l'artillerie et du rapport des forces en présence ; 2° Principes géométriques du bastionnement des polygones réguliers, construction de ces bastions sur le papier et justification des constructions (géométrie plane) ; 3° Adaptation des principes précédents aux polygones irréguliers (géométrie plane) ; 4° Troisième dimension et adaptation des principes selon les difficultés qui en proviennent. Nous allons détailler les contenus de ces quatre livres, afin de comprendre l'ordre des connaissances qui préside à leur organisation.

---

[203] *Ibid*., pp 10, 13, 35, etc.
[204] *Ibid*., p. 27 (« je me rapporte à tous grands Capitaines, qui ont assiegez & pris places par assault »), 66 (« Le jugement de cecy demeurera aux grands Capitaines »), 70, etc.

3.4.1. LES AXIOMES DU PREMIER LIVRE ET LES DONNÉES DU TERRAIN

Errard ne tracera pas les contours de ses bastions dans une forme uniquement dictée par la tradition ou l'esthétique. Voulant donner des bases scientifiques à sa fortification, il commence par ce qui la fonde, en basant son discours sur ce qu'il appelle des « axiomes ou sentences communes, n'ayans besoin d'aucune demonstration[205] », que nous résumons ainsi : les forteresses permettent à un petit nombre d'hommes de résister à une armée composée d'un plus grand nombre d'hommes ; la défense procède en général de l'attaque, et la fortification moderne est une réponse à l'artillerie ; elle se règle sur la puissance de feu des assaillants et doit être conçue de telle sorte que les défenseurs puissent opposer leurs canons à ceux des assaillants, dans une proportion qu'il restera à déterminer. Après avoir énoncé ces axiomes, l'auteur va se rapporter à un certain nombre de données qu'il numérise et met en relation les unes par rapport aux autres.

L'estimation des forces

Dans le premier chapitre, intitulé « Du canon, de sa longueur, du calibre, de la poudre & des proportions necessaires[206] », l'auteur, sans s'attarder à la description des canons, tente de déterminer au mieux la puissance des batteries, en termes de profondeur de terre percée par les boulets. Il postule que la puissance contenue dans la poudre est constante, mais constate que l'impact des boulets tient aussi à la longueur et au diamètre (calibre) des canons. Errard est au fait des recherches balistiques de son temps, car il cite plusieurs expérimentations et reprend les résultats de Tartaglia sur les angles de tir, dans la forme transmise par Pasino[207]. Force lui est cependant d'admettre que cette science n'a pas encore réussi à établir dans quelles proportions interviennent ces divers paramètres, c'est pourquoi il justifie par les expériences citées les limites qu'il se donne : un canon fait ordinairement feu entre quatre-vingts et cent fois par jour, il est placé à au moins 200 pieds des murailles et ses boulets transpercent de 15 à 24 pieds de terre, selon qu'elle est bien tassée ou seulement sablonneuse.

Ces limites établies, Errard expose au chapitre « De la façon des batteries & des effects d'icelles[208] » ce qu'est le tir en batterie et comment les assiégés réparent les dégâts causés à leurs remparts. Il tente de calculer la quantité de travail des hommes qui comblent les brèches,

---

[205] Ibid., p. 3.
[206] *Ibid*., chap. I, p. 4-5.
[207] *Ibid*., p. 5.
[208] *Ibid*., chap. II, p. 5-6.

en temps et en quantité de terre déplacée, selon le rythme de tir des adversaires, tout en admettant le caractère empirique de ses estimations. Les assaillants parviendront à leurs fins à l'aide de douze canons pourront battre en brèche un rempart de douze toises en douze mille coups. La simplicité de cette proportion est relativisée (« je conviendray facilement d'une toise ou deux de plus ou moins pour establir ce principe[209] ») mais servira néanmoins de base pour la suite du discours.

Le chapitre III, « De la proportion d'une armee conquerante & ses munitions & artilleries[210] », contient les considérations finales qui préparent à l'établissement des principes de l'art de fortifier. Il s'agit de donner une valeur numérique au rapport des forces en présence, qui sera égal au rapport entre les nombres d'hommes se faisant face. Errard cherche à obtenir un équilibre parfait entre les capacités de destruction des assaillants et les capacités de défense des assiégés. Ainsi l'ingénieur militaire saura quelle taille donner à la forteresse qu'il doit construire, afin qu'elle résiste à l'armée des agresseurs, dont il connaît à l'avance l'importance.

Tout se mesure proportionnellement. Chez les assaillants, la puissance du pays est proportionnée à la taille de son armée et donc au nombre de canons et d'hommes qui la composent : pour mille hommes, un canon, mille boulets et deux cents chevaux. Chez les assaillis, c'est le nombre des provisions, les quantités de terre et le nombre des hottiers qui la transporteront, voire les balles de laine qui auront été préparés à cet effet dans la place. Mais la détermination de ce rapport reste conditionnée à de nombreux paramètres non maîtrisés et l'auteur, après avoir exposé longuement ses raisons et les conditions qui pourraient donner l'avantage à l'un ou à l'autre, tranche pour l'un des rapports les plus simples : pour lui, la juste proportion est de dix assaillants pour un assailli. Il n'explique pas totalement ce choix, mais encourage les plus experts que lui à prolonger son travail : « j'en laisse l'examen aux bons esprits qui sont nourris en ces affaires, & je masseure qu'ils trouveront que je n'en suis fort eslongné : car il est tresdifficile à mon aduis d'en donner quelque chose de précis[211]. » Le chapitre se termine par la première *maxime* de l'ouvrage, formule qui résume la première règle à tenir dans le projet d'une forteresse : tenir compte des forces de l'ennemi pour proportionner la dépense aux objectifs à atteindre, rentabiliser le temps et le travail

[209] *Ibid*., p. 6.
[210] *Ibid.*, chap. III, pp 7-8.
[211] *Ibid*., p 8.

Des dénominations par l'image

Les derniers chapitres de ce premier livre ont trait aux « choses indifferentes qui ne sont point de l'essence de l'art de fortification[212] ». Ces choses non essentielles correspondent à tout ce qui s'élève au-dessus du plan de la forteresse, à l'art de bâtir et non plus à celui de tracer des plans : la situation géographique des forteresses, les matériaux de construction, les esplanades surélevées, les fossés, escarpes, contrescarpes et retranchements. Il est intéressant de ce point de vue de constater que l'auteur donne les définitions de toutes ces parties de la forteresse au moyen d'une première gravure légendée, qui montre le profil du front de fortification en perspective cavalière (Figure 5.25)[213].

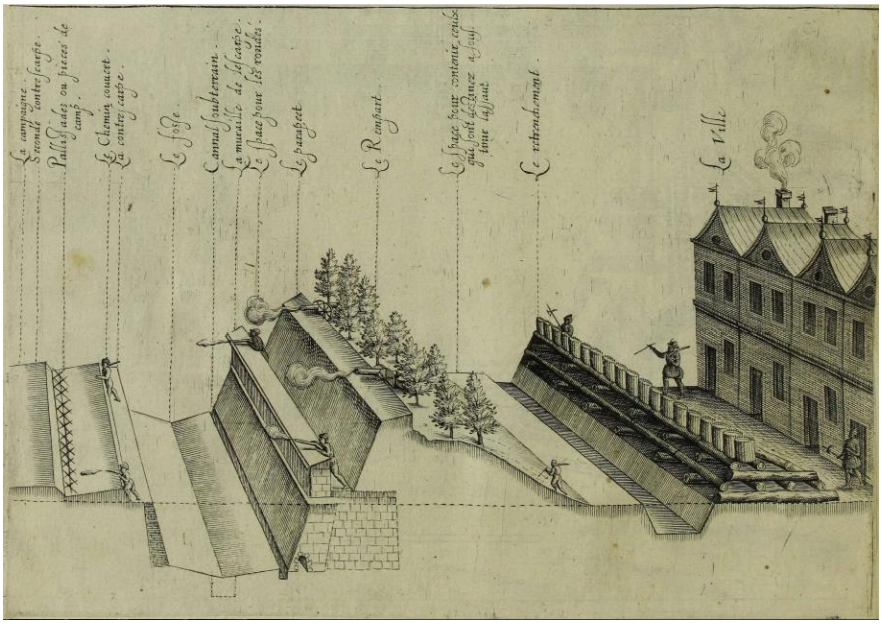


Figure 5.25

Nous remarquons que le bastion est représenté en situation de siège, avec des défenseurs à leur poste et les armes en place : les canons font feu depuis le rempart derrière le parapet, malgré l'absence des artilleurs curieusement non représentés ; de part et d'autre du fossé, les arquebusiers sont en position de tir à l'abri du chemin de ronde (côté escarpe) et les mousquetaires à celui du chemin couvert (contrescarpe). En-deçà du rempart du côté de la ville, les arquebuses et les piques ne sont pas en service et les hommes en position verticale ne semblent pas impliqués dans le conflit. Les treillis de troncs d'arbres délimitant le retranchement sont aussi une frontière entre le calme de la ville protégée par son rempart et la

[212] *Ibid.*, en-tête général précédant le titre du chapitre IV : « de l'assiette des places », p. 9.
[213] *Ibid*., p 16.

violence de l'engagement des combattants situés à l'extérieur du rempart. Si les assaillants parviennent à investir le fossé, nous comprenons que les hommes qui y sont postés seront perdus en cas de combat au corps-à-corps.

Le premier livre rassemble donc d'une part des estimations basées sur des données numériques qui servent à établir les contraintes qui seront imposées aux tracés et d'autre part les aspects architecturaux secondaires auxquels seront confrontés les ingénieurs qui défendront une place. L'auteur donne ainsi le détail de l'intégralité de sa démarche, qui s'apparente à une méthode à suivre par les futurs ingénieurs qui pourront s'appuyer sur de nouvelles données ou de nouvelles recherches pour reconsidérer les valeurs numériques choisies. Mais il a prévenu que ces aspects du métier ne sont pas « l'essence de l'Art[214] ». Le cœur même de l'art de fortifier, ce sera, au deuxième livre, la géométrie de la construction et celle de la démonstration du bien-fondé de cette construction.

3.4.2. Le deuxième livre : énoncé des maximes et constructions géométriques

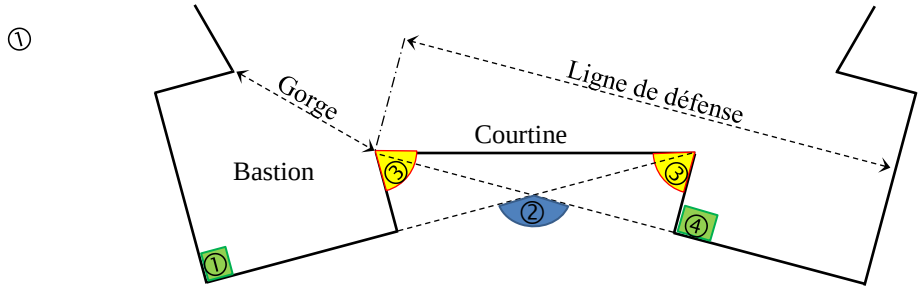
Puisque toutes les choses « indifférentes » ou relatives aux irrégularités du terrain ont été traitées au premier livre, le deuxième livre donne une procédure de tracé qui se détache des contraintes de la réalité. Ce livre se situe entièrement sur le terrain de la géométrie plane (« prenant pour subject la superficie plaine ») et concerne exclusivement le tracé des plans sur le papier, envisagés pour les polygones réguliers susceptibles d'être fortifiés suivant la méthode exposée, c'est-à-dire ceux de plus de six côtés. La définition même de l'art de fortifier est centrée sur le choix des angles à donner aux contours[215] :

> *L'Art de fortification ne consiste en autre chose, qu'à cliner ou decliner les lignes sur lesquelles sont jettez les fondements d'une place, en sorte que l'ennemy l'attacquant en quelque sorte que ce soit puisse estre tiré, & au front, & au flanc. Ceste inclination de lignes ne se peult faire sans angles […]*

Le terme « angle flanquant » concerne tous les angles où se positionnent les défenseurs pour couvrir le bastion ou d'autres parties de l'enceinte. De même, les termes « face », « pand » et « flanc » sont utilisés l'un pour l'autre au sujet des murailles du bastion ou de la

[214] *Ibid*., *loc*. *cit*.
[215] *Ibid*., chapitre premier, p 23.

contrescarpe. Nous résumons dans le schéma suivant (Figure 5.26) les notions importantes pour la compréhension du texte, en utilisant les termes d'Errard.



① Angle intérieur (angle flanqué)
② Angle flanquant extérieur (angle de tenaille)
③ Angles flanquants (secondaires)
④ Angle de l'épaule

Figure 5.26

Errard énonce les deux principes sur lesquels il fondra ses maximes. Le premier concerne l'angle flanqué : plus il est obtus, plus il sera difficile de l'abattre, car le bastion renfermera plus de terre. Le deuxième porte sur les angles flanquants : plus ils sont « serrés », mieux ils défendront les autres parties de l'enceinte, puisque leurs côtés seront plus proches. Ce principe s'applique à tous les angles flanquants, y compris, à l'angle de tenaille, mais dans ce cas, c'est Il faut comprendre alors (ou plutôt son supplémentaire).

Les Maximes de la fortification errardienne

Errard établit l'art de fortifier sur ce qu'il nomme « principales parties & essentielles de l'art de fortification ». Il ne les qualifie pas à cet endroit de *maximes*, mais s'y référera systématiquement plus loin comme « maximes du second livre » et les qualifiera comme telles lorsqu'il les adaptera à la fortification irrégulière au troisième livre. Elles sont présentées comme déduites des principes que nous venons de transcrire, mais d'une façon très peu rigoureuse, Errard se contentant d'affirmer qu'on les peut « facilement recueillir » de ce qui a été dit. Nous donnerons néanmoins les justifications qui peuvent se lire de manière explicite dans les commentaires des constructions. Ces maximes sont au nombre de quatre[216], que nous transcrirons de la manière suivante :

Première Maxime : *L'angle flanqué doit être un angle droit*. Ceci pourrait paraître le meilleur compromis entre les deux principes rappelés plus haut sur l'ouverture des divers angles, puisqu'ils dépendent les uns des autres ainsi que de la taille des courtines, mais cela ne

[216] *Ibid*., *loc*. *cit*.

nous paraît pas la réelle raison de ce choix. Rappelons que cette maxime était déjà mise en œuvre par Specklin qui la défendait contre toute sa profession (cf. chap. 2, §1) et par Guerini (cf. chap. 3, §1), que nous supposons tous les deux les mentors de notre auteur. Mais Errard en donne lui-même une justification simple en termes géométriques : comme les batteries des canons ennemis sont toujours dirigées perpendiculairement aux murailles qu'elles veulent détruire, l'angle droit assure que la quantité de terre soutenant le mur sera constante (Figure 5.27), et par conséquent les murailles ne présentent pas de point faible.

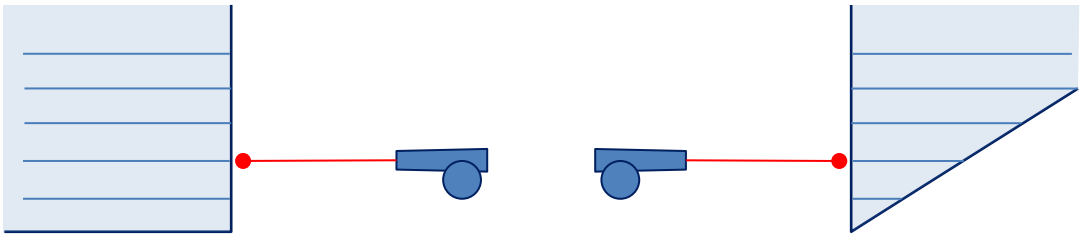


Figure 5.27

Deuxième Maxime : *L'aire de l'esplanade doit être suffisante*. En effet, il faut suffisamment de matière derrière les murs du bastion pour que l'artillerie ne puisse pas en venir à bout rapidement. Cette règle s'ajoute à la précédente, elle concerne surtout la gorge du bastion, qui ne doit pas être trop étranglée sous peine d'être facilement ruinée.

Troisième Maxime : *La ligne de défense doit être inférieure à 120 toises*. Cette maxime, sans doute la plus naturelle et la plus consensuelle, était déjà reçue de Lorini et d'autres auteurs que nous avons rencontrés. Elle se justifie par la portée de 120 toises généralement admise pour les armes portatives (arquebuse et mousquet) avec lesquelles les défenseurs situés sur les côtés, et au plus loin aux sommets, des angles ③ doivent pouvoir atteindre la pointe des bastions contigus. Errard rappelle ici que l'artillerie n'a pas la souplesse d'utilisation suffisante pour être employée de manière efficace à la défense rapprochée de la place.

Quatrième Maxime : *Tout front de la place doit être flanqué de deux angles*. Cette maxime nous paraît la moins claire, de par le vocabulaire utilisé. L'auteur exige deux angles flanquants pour « toute face & front de forteresse », sans avoir vraiment indiqué ce que recouvrent ces expressions souvent prises l'une pour l'autre. Nous devons chercher quelques

pages plus loin la reformulation de cette maxime à propos de l'hexagone[217]. Il s'agit en fait de garantir la couverture de la courtine assurée par l'existence des deux angles flanquants notés ③ sur notre Figure 5.26. Le bastionnement des polygones devra donc être réalisé de manière symétrique pour conserver ces deux angles de part et d'autre de la courtine. Dans le cas des polygones réguliers, la symétrie préexiste à la construction qui s'appuiera donc sur elle, comme nous le verrons.

Les quatre maximes de la fortification d'Errard suffisent-elles à déterminer la forme des bastions ? Les conditions principales portent sur les angles du contour fortifié, en particulier l'angle droit, qui a été pris pour l'une des principales caractéristiques des bastions construits par Errard[218]. Une maxime supplémentaire, non indiquée ici mais appliquée par Errard dans les constructions qui suivent, porte sur l'angle de l'épaule (noté ④ dans notre Figure 5.27) ou, ce qui est équivalent, sur l'angle flanquant (noté ③ dans la même figure). Ainsi, la construction reposera essentiellement sur les angles, ce qui est en cohérence avec une géométrie de la forme basée sur la similitude. En ce sens, la troisième maxime ne servira qu'à un contrôle *a posteriori*.

Les constructions géométriques

Ces maximes une fois établies, Errard va passer en revue toute une série de polygones auxquels il appliquera sa manière de bastionner. L'auteur indique le mode de construction de tous les polygones de l'heptagone au dodécagone, avec dans chaque cas le rappel du rapport de leur côté au diamètre de leur cercle circonscrit, qu'il soit exact ou approché. À partir du polygone à treize côtés et jusqu'à celui de vingt-quatre côtés, il ne fait plus mention de la construction de forteresses, mais semble emporté par le désir de montrer la validité de ses constructions au-delà des limites du réalisme. Notons qu'à partir de l'ennéagone, ce n'est plus l'angle de l'épaule (④) qui est pris droit, mais l'angle flanquant intérieur (③), ce qui est même le cas pour les gravures dès l'heptagone[219].

[217] *Ibid*., p. 24.
[218] Buisseret, David, *Ingénieurs et fortifications avant Vauban…*, *op. cit.*, p. 74. Buisseret laisse penser que tous les angles d'épaule sont droits chez Errard, ce qui n'est valable en fait que pour l'hexagone.
[219] *Ibid*., gravures p. 34, 36, 38, 40, 42, 44 *sqq*.

Le cas de l'hexagone est très détaillé[220], tant pour la géométrie de son bastionnement que pour l'aménagement urbain de son intérieur, il servira de modèle à tous les cas suivants. Étudions en détail ce chapitre afin de montrer le rôle qu'y joue la géométrie.

3.4.3. LA PLACE DE LA GÉOMÉTRIE : LE CAS DE L'HEXAGONE

Rojas avait choisi d'exposer la construction d'un bastion en prenant l'exemple du triangle, Flamand celui du carré, Pasino du pentagone et Lorini de l'octogone. Errard choisit l'exemple de l'hexagone qui est le premier polygone compatible avec sa première maxime.

Construire la forme : un algorithme de tracé portant sa justification

L'hexagone étant composé de six triangles isocèles identiques, Errard donne la procédure de tracé à l'intérieur de l'un de ces triangles (Figure 5.28).

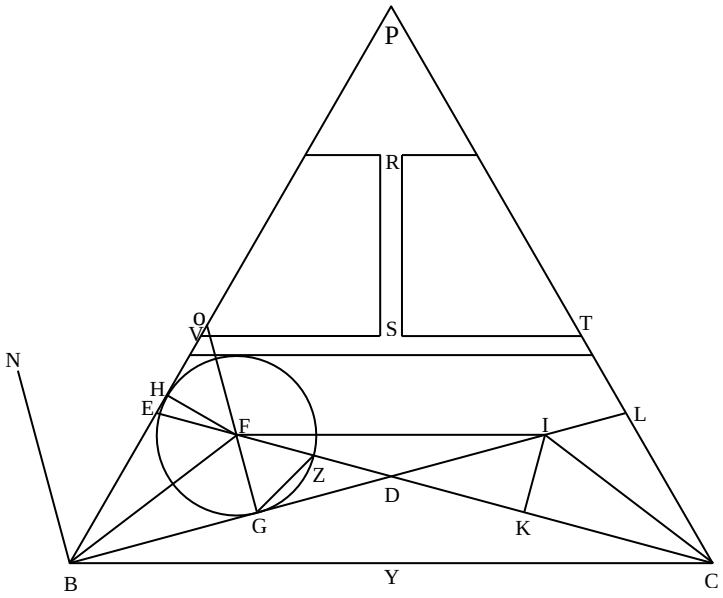


Figure 5.28

Nous extrayons du texte[221] ce qui sert effectivement à la construction de la ligne brisée qui représentera la courtine et les faces de deux demi-bastions (pour la signification de ces mots, cf. *supra*, figure 5.26 ou le Glossaire en fin de volume) :

> *L'Hexagone à l'angle du centre de 60. degrez, & est la premiere figure reguliere, qui peult estre commodément fortifiée. Comme soit le costé de l'hexagone* BC*, & soit faict*

[220] *Ibid*., Second livre, chap. II « De l'hexagone », p. 24-32 (9 pages).
[221] Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstree…*, *op. cit.*, chap. II : « De la construction de l'hexagone », p. 24.

l'angle GBE, de quarante cinq degrez d'ouverture, à fin d'avoir l'angle GBN droict. Soyent tirées les lignes droictes CKE, & BGL égales [Valeur de l'angle flanquant de 150 degrés] *Apres soit l'angle GBE coupé en deux également, comme de la ligne BF*, par la 9. du premier d'Euclyde. *Puis soit tiré le cercle du centre F, qui touche seulement les lignes BD, & BO,* par la 4. du quatriesme d'Euclyde. *Soit aussi tiree la perpendiculaire FG* […]

Remarquons à cet endroit l'utilisation de la « cinquième maxime » implicite, qui fixe la valeur de l'angle de l'épaule (*FGB*). Nous insisterons sur l'aspect essentiel de cette construction qui en fait la nouveauté par rapport à toutes celles que nous avons étudiées précédemment : à cette étape de la procédure d'Errard, la forme du contour bastionné est totalement déterminée sans qu'il ait été question de mesures de longueurs.

En effet, la dimension du triangle initial n'est pas fixée, pas plus que ne sont évoquées les mesures des faces, des flancs, de la courtine. La construction repose uniquement sur les angles, et tout d'abord sur l'angle droit à donner à la pointe du bastion (*GBN*), selon la première maxime, ce qui impose de commencer par un demi-angle de bastion (*GBE*) égal à 45°. *BGFIKC* sera la ligne brisée recherchée. Le point *L* est le point d'intersection de l'oblique (*BG*) et du côté [*PC*] du triangle (que les fortificateurs du XVII^e^ siècle appelleront ligne capitale du bastion).

L'explication de la construction du point *E* est vague (les segments [*CE*] et [*BL*] sont choisis égaux), nous supposons qu'Errard l'obtient par symétrie, en accord avec sa quatrième maxime, en reportant la longueur *CL* sur [*EP*) à partir de *E*. Errard ne justifie pas ici pourquoi il trace la bissectrice de l'angle *GBE*, mais nous pouvons en comprendre la raison : *F* est équidistant des côtés de l'angle, comme l'auteur l'indique en traçant le cercle de centre *F* tangent à ces côtés. Or la distance *FH* représente la demi-gorge (au sens d'Errard) du bastion et la distance *FG* la largeur de terre sur laquelle repose la deuxième maxime de la fortification régulière. L'auteur a donc choisi de donner à la gorge du bastion une longueur « double au flanc, d'autant qu'elle peut estre battuë des deux costez[222] ».

Soulignons qu'en imposant un angle droit comme angle de l'épaule, Errard construit en fait un bastion carré (tronqué), comme nous le mettons en évidence sur notre Figure 5.29 (partie gauche). Cette forme carrée du bastion errardien nous paraît avoir été créée pour obtenir l'aire

[222] *Ibid*., *loc*. *cit*.

maximale des esplanades qui porteront les canons des défenseurs, tout en tenant compte des autres contraintes, en particulier la longueur maximale de la ligne de défense.

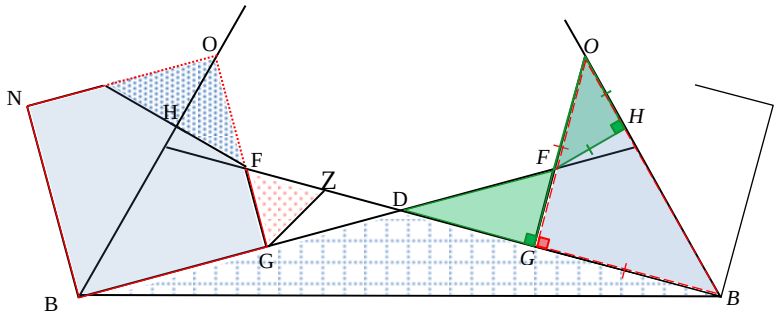


Figure 5.29

Des angles aux longueurs

Plusieurs éléments indiqués dans la construction ne sont pas nécessaire à l'établissement du plan du bastion, c'est le cas du point *Z* et du cercle de centre *F* passant par *H* et *G*. Ces éléments vont être utilisés pour explorer la forme du front de défense. Les angles faisant l'objet de maximes étant choisis à l'avance, la préoccupation principale de l'auteur est de déterminer les mesures des longueurs contraintes, particulièrement la ligne de défense. Rappelons qu'il s'oppose aux fortificateurs ne sachant estimer les longueurs qu'ils ont tracées qu'à l'aide de l'échelle de leur plan, et qu'il veut établir la justesse de ses formes par des démonstrations mathématiques. La Figure 5.28 est donc une figure géométrique et fait l'objet d'une exploration au même titre que celles de la *Geometrie* de 1594. Errard utilise plusieurs fois la 32^{e} propriété du premier Livre des *Éléments* d'Euclide, qui assure que la somme des angles d'un triangle vaut 180°, d'abord dans le triangle *BDC*, puis dans *GFZ*[223] :

> *Il est evident que l'angle flanquant* BDC, *aura 150 degrez d'ouverture,* par la 32. Prop. du I. d'Euclyde *(estans les angles* DBY *&* DCY, *égaux & chacun de 15 degrez.)* […] *il sera manifeste que* GFD *sera de 60 degrez (*GDF *estant de 30.) Car les trois angles d'un triangle rectiligne, sont égaux à deux droicts* par la 32. du premier […] *Or* GF *est égale à* FZ *: le triangle* FGZ *sera donc equilateral ; & s'ensuyvra que* ZD *sera égale à* ZG *(c'est à dire, à* FZ*) car l'angle* ZDG *est de 30. degrez, comme* ZGD.

Remarquons encore que les égalités de mesures sont des conséquences de théorèmes sur les angles, elles ne dépendent donc que des formes choisies et non des longueurs (non encore précisées). Mais maintenant que les angles sont connus, il ne reste à déterminer que les

[223] *Ibid., loc. cit.*

longueurs. Or ces longueurs sont des côtés de triangles aux formes simples, triangles équilatéraux, rectangles ou isocèles rectangles (Figure 5.29, partie droite). Grâce aux propositions élémentaires de la géométrie du triangle contenue dans les *Éléments* d'Euclide, Errard va pouvoir calculer les longueurs de toutes les lignes du contour de la forteresse, dès qu'il aura fixé l'une d'entre elles, en l'occurrence *FG*, longueur du flanc du bastion, qui correspond également à la profondeur minimale de celui-ci. Détaillons

Nous avons lu dans l'extrait ci-dessus la démonstration de l'égalité des longueurs des côtés *FZ*, *ZG* et *FG* dans le triangle équilatéral *FZG*, puis celle de *ZG* et *ZD* dans le triangle isocèle *ZGD*. Le triangle *FGD* étant rectangle en *G*, l'auteur pourrons ensuite lui appliquer le théorème de Pythagore pour calculer *GD*. Il se servira de même des triangles isocèles rectangles *HOF* et *GOB* pour évaluer successivement les longueurs *FO* et *GB*, ce qui lui permet d'obtenir le calcul exact de la longueur de la ligne de défense *BD* (somme des deux longueurs *BG* et *GD*).

Ces calculs sont tous établis géométriquement sans recours à aucune mesure sur le plan. La plupart des longueurs et distances faisant l'objet de contraintes sont obtenues comme proportionnelles à cette longueur de base *FG*, comme nous allons le détailler.

Justifier la forme : le rôle ultime des mathématiques

Erard ayant finalement exprimé toutes les longueurs en fonction de *FG*, il se réfère aux principes posés numériquement au premier livre : l'armée assaillante doit disposer au moins douze canons en batterie face au bastion qu'elle cherche à détruire. Le concepteur de la forteresse doit y opposer un volume de terre de terre suffisant, garanti par une épaisseur de bastion *FG* de 16 toises de tous côtés (et particulièrement pour chaque demi-gorge). Il pose donc la valeur de FG égale à 16 toises et tout le reste en découle[224] :

> *Soit donc posee FG de 16 toises, à fin que ceste espesseur soit suffisante de resister à une batterie de 12 canons, qui est la moindre que doit avoir une armée assaillante (comme nous avons dit) FD sera de 32 toises, & GD d'environ* $27\frac{3}{4}$. *Et soit l'autre perpendiculaire FH son égale menée, & continuée la ligne droicte GFO, il est certain que FH & HO estans égales, FO contiendra* $22\frac{3}{5}$ *toises, & la toute GO (ou BG que nous*

[224] *Ibid*., *loc*. *cit*.

appellerons pand) $38\frac{3}{5}$*, joincts à* GD $27\frac{3}{4}$*, feront ensemble 66 toises, &* $\frac{7}{20}$ *qu'est environ un tiers : tellement que la toute* BI *(qui sera dite ligne de deffence) fera* $98\frac{1}{2}$ *toises, &* FI *(qui s'appellera courtine) de* $61\frac{1}{2}$ *& peu plus*

Les calculs effectués ne sont pas détaillés, ce que nous avions déjà constaté dans la *Geometrie* de 1594 (cf. *supra,* chap. 4, §2.2.7). Un examen des valeurs données permet de vérifier qu'elles sont établies à l'aide du théorème de Pythagore et approchées par des fractions simples ($FD = \sqrt{32^2 - 16^2} = 27{,}71...$, $FO = 16\sqrt{2} = 22{,}627...$, etc.) Ces valeurs répondant au « cahier des charges » des maximes, l'auteur peut ensuite vérifier que l'aire enclose par les bastions est suffisante.

Faire de l'hexagone une forteresse : les habitants et les soldats

Dans le premier temps, les bastions ont été construits sans considération de l'intérieur de la ville, mais Errard s'intéresse aussi aux questions d'urbanisme. Il prévoit les dimensions et la situation des rues et de la place centrale, qui doivent occuper environ un quart de la superficie totale, pour le bien-être des habitants en période de paix, pour la bonne circulation des gens de guerre et de leur matériel. L'espace réservé aux habitations est également prévu en fonction du nombre de soldats que chaque foyer devra héberger. L'auteur passe ainsi de ses travaux sur les lignes à des considérations sur les aires, qui l'entraînent à suggérer de porter à 20 toises l'épaisseur *FG* des bastions, c'est-à-dire la « longueur-unité » sur laquelle sont proportionnées toutes les autres longueurs de la place. Sa conclusion résume parfaitement l'ordre tenu dans l'exposé, la place qu'y tient la géométrie et ses conséquences militaires concrètes[225] :

Voylà donc ce qui se peult demonstrer Geometriquement, touchant les quatre parties essentielles de la fortification, & dire en général de ceste place, & de la proportion de son circuit, contenu, & du nombre de ses deffendans, tant habitans que soldats. Et de cecy se pourra tirer, qu'une place doit estre gardee à raison de deux cents soldats, pour chacun bastion, sans comprendre les habitans.

Nous pouvons donc répondre plus précisément à notre questionnement sur la place de la géométrie dans la *Fortification*. L'usage qu'en fait Errard est central et va bien au-delà des simples calculs qu'il n'expose d'ailleurs presque pas. La rigueur mathématique sous-tend la

[225] *Ibid*., p. 25.

méthode suivie, dès le début de l'ouvrage. Le processus d'analyse des contraintes de terrain suivi de l'établissement des maximes de la fortification s'apparente à une mise en équation géométrique de la recherche des contours. Nous avons montré que les théorèmes du premier livre des *Éléments* d'Euclide sont présents dès la conception même des contours remparés, en y détectant les angles et les triangles sur lesquels s'appuieront les calculs de longueurs. La figure *démonstrant* la fortification de l'hexagone est bien une figure géométrique et non un simple schéma ou une simple illustration de procédés de dessin. Elle est susceptible d'exploration, au même titre que les figures classiques de la *Geometrie*. Ensuite, la détermination des longueurs est traitée en problème géométrique, résolu de manière théorique et sans faire appel à des mesures prises sur le plan, comme nous avions pu le lire chez Theti ou Pasino (cf. *supra*, chap 1, §2.4 & 2.5). Cette résolution est exposée dans toutes ses étapes avec mention des théorèmes d'Euclide utilisés, elle répond donc aux exigences de rigueur logique de la géométrie et aux caractéristiques de son discours. Nous allons voir maintenant comment les gravures insérées dans le texte s'appuient sur ce discours géométrique et dans quelle mesure elles le dépassent.

3.4.4. Les troisième et quatrième livres : du papier au terrain

Le second livre se terminait[226] par une sévère critique de l'utilisation des ouvrages extérieurs (pièces détachées) qui seront pourtant de plus en plus utilisées dans le courant du XVII^e^ siècle, au fur et à mesure de l'augmentation de la taille des forteresses. Les deux derniers livres de la *Fortification* se préoccupent justement de l'adaptation des constructions régulières aux réalités du terrain.

Errard revient sur l'opposition entre la sûreté des démonstrations géométrique et le hasard des constructions empiriques, acceptant de sacrifier à l'exercice d'un tracé sans preuve rigoureuse lorsqu'il s'agira d'adapter les principes théoriques de la fortification des polygones réguliers aux réalités du terrain[227] :

> *Or, pource qu'en telles fortifications, les lignes & les angles sont donnez, & que ce qui est proposé mecaniquement ne se peut resoudre que mecaniquement, Je commenceray par les demonstrations des choses qui se pourront demonstrer, &*

[226] *Ibid*., chap. X « Des contregardes et pieces detachees es places regulieres », p. 50-51.
[227] Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstree…*, *op. cit*., p. 57 : « Le troisieme livre. Des places irregulieres ».

poursuivray le surplus selon la façon accoustumee des Architectes, par plans & figures mesurees mecanicques.

Errard n'est donc pas totalement dogmatique et accepte les constructions approximatives et les mesures sur plans, à condition d'établir d'abord par le raisonnement tout ce qui peut être traité par la science. Notons aussi l'opinion qu'il exprime à propos des architectes, dont la démarche ne revêt pas pour lui de caractère scientifique. Il n'emploie d'ailleurs jamais l'expression « architecture militaire », à laquelle il préfère toujours celle de « fortification », distinction sur laquelle nous reviendrons lorsque nous chercherons à caractériser une possible science errardienne de la construction des forteresses.

L'auteur aborde dans ces deux livres la fortification des places dont il faut conserver la forme préexistante soit par manque de temps, soit par manque de moyens, ainsi que celle des places de montagne. Dans le premier cas, il s'agit surtout des petites places qu'il faut « racommoder », c'est-à-dire remettre en état de défense, dans l'urgence d'une guerre probable. Bien défendues, elles serviront de bouclier à de plus grandes villes moins bien gardées. Errard parle d'expérience, puisque la mise en état de défense de places en tenant compte des contours existants a constitué une grande partie de son travail en Picardie. Dans le second cas, il traite des places « commandées », c'est-à-dire dominées par des hauteurs extérieures à leur enceinte et sur lesquelles l'ennemi pourrait s'installer, trouvant là un avantage décisif pour la victoire. L'auteur cite dans cette partie les travaux qu'il a faits à Sedan, nous pouvons y ajouter Montreuil, Boulogne, Amiens et les places qu'il a visitées, voire remaniées lors de la guerre de Savoie (cf. *supra*, §1).

Il ne sera plus possible de respecter les maximes de la fortification régulière, c'est pourquoi l'auteur les remplace au troisième livre par six nouvelles « communes sentences[228] », que nous rapportons ici en les reformulant.

L'ingénieur doit chercher à se rapprocher le plus possible des maximes de la fortification régulière et chaque fois qu'elles ne sont pas respectées, ce défaut doit être compensé par des moyens supplémentaires. Il acceptera que l'angle flanqué soit moindre qu'un angle droit, mais ne devra pas lui donner une ouverture inférieure à 60 degrés (sauf pour le triangle équilatéral). L'épaisseur de terre renfermée par les bastions devra être suffisante pour résister un certain temps, déterminé par la puissance de l'attaque. La ligne de défense sera réglée sur la portée du

[228] *Ibid*., Troisième livre, chapitre premier, p. 57-58.

faucon, le plus petit des canons français, et sera donc de 150 toises au maximum. L'ingénieur protègera particulièrement l'angle flanquant afin que l'ennemi ne puisse s'y loger. Cela sera réalisé à l'aide d'ouvrages détachés, ou ravelins (Annexe B2, Figure 5.30), dont l'auteur avait fortement déconseillé l'usage dans la fortification régulière.

Errard considère d'abord les trois premiers polygones réguliers, triangle équilatéral, carré et pentagone, qui sont souvent utilisés pour des fortins (« forts de campagne ») ou des citadelles. Il les traite géométriquement comme au second livre, en imposant les valeurs de sangles et calculant les longueurs correspondantes, en soulignant les défauts de ces constructions. Il passe ensuite aux places irrégulières dont le Prince veut conserver l'emplacement et la plupart des bâtiments (Figure 5.31).

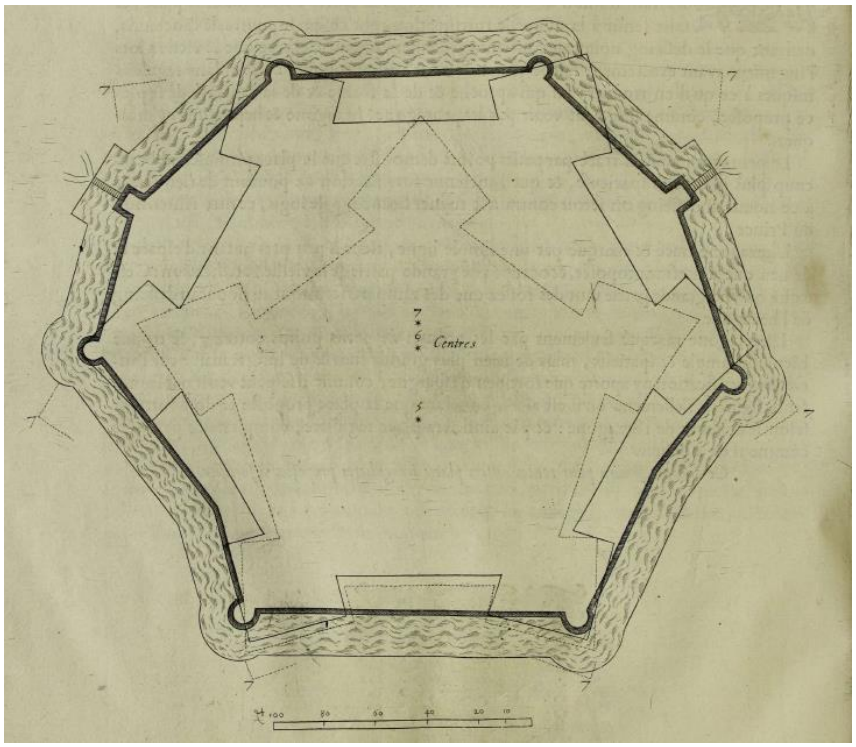


Figure 5.31

L'ingénieur doit ici lever le plan du contour de la place et y inscrire plusieurs polygones réguliers dont l'un des côtés sera appliqué sur une courtine droite existante. Sur la figure qu'il propose, Errard a choisi un plan de place assez régulier, dans lequel il insère un pentagone, un hexagone et un heptagone (non tracé en totalité). Le choix du meilleur polygone est effectué en considérant à la fois son aire et son périmètre : l'espace qu'il renferme ne doit pas être trop petit par rapport à l'espace existant et la nouvelle enceinte devra autant que possible s'appuyer sur les murs existants, afin de profiter également des fossés déjà creusés. Le pentagone n'est pas assez spacieux et son choix impliquerait des destructions de logis à l'intérieur de la place. L'heptagone ne s'appuyant pas suffisamment sur les murailles

existantes engendrerait trop de dépenses, il faut donc choisir l'hexagone. Remarquons que l'auteur a indiqué sur la figure l'emplacement des centres des polygones testés, mais il ne détaille en rien la technique employée pour les déterminer.

Après avoir examiné les divers types d'ouvrages extérieurs et les nouveaux flancs ainsi créés, Errard donne un exemple récapitulatif de ses techniques d'adaptation des maximes à la fortification des places irrégulières. L'intitulé « Demonstration d'une place irreguli[e]re fortifiee qui sert de recapitulation a ce troisieme livre » de ce chapitre[229] fait explicitement référence à la figure donnée (Annexe B2, Figure 5.32) comme *démonstration* de ces techniques. Globalement, l'ingénieur devra se baser sur les longueurs des côtés de l'enceinte et les angles qu'ils font entre eux, pour choisir dans chaque cas le polygone qui s'en rapproche le plus et créer le bastion d'après la construction correspondante du second livre.

Le troisième livre se termine sur le cas des ports (Annexe B2, Figure 5.33), dont l'irrégularité provient de la différence entre le front terrestre et le front maritime. Nous ne mentionnerons du quatrième livre que la reprise des maximes du troisième, assorties de deux nouvelles sentences selon lesquelles les ouvrages supplémentaires construits pour remédier au défaut des places commandées doivent être plus difficiles à prendre que ces mêmes places et situés sous un commandement moins important. Nous terminons notre analyse de l'organisation de la *Fortification*, en en reprenant la question de la réduction en art à la manière errardienne, c'est-à-dire pour l'essentiel à propos de l'ordre des connaissances ainsi que du rôle de la géométrie comme fondement des constructions et de leur légitimation.

3.4.5. Ordre des connaissances et réduction en art

L'approche errardienne diffère très nettement de celle des auteurs que nous avons étudiés précédemment. Claude Flamand tenait en 1597 un discours général un peu vague sur les « grandes considerations » le « bon jugement » qu'il faut avoir sur l'espace entre les bastions, la portée de l'arquebuse etc[230]. Dans son exemple fondamental du fort carré[231], il s'appuyait sur tous les côtés d'un carré dont la mesure du côté était imposée (480 pieds) et qu'il fallait diviser en parties égales pour avoir des courtines de 320 pieds. Jacques Perret décrivait en 1601 les mesures des côtés sur les dessins déjà faits, sans indication de méthode de tracé et

[229] *Ibid*., chap. IX, p. 73-74.
[230] Flamand, Claude, *La Guide des fortifications et conduitte militaire…*, *op. cit*., pp 84-85.
[231] *Ibid*., p. 85-89.

sans maximes. Ambroise Bachot décrivait complétement les techniques de tracé et de dessin mais ne s'attardait pas sur la valeur militaire des formes obtenues.

Nous rappelons la parenté que nous avons trouvée entre Errard et Specklin, en particulier dans le choix constant de l'angle droit comme angle flanqué. Mais Specklin comparait entre elles des forteresses existantes et discutait les pratiques de ses contemporains qu'il examinait de manière critique. Il avançait des recommandations appuyées sur l'expérience, mais nous n'avons pas trouvé chez lui de principes de base sur lesquelles s'appuieraient les constructions. Son appel aux résultats de l'expérience des artilleurs reste un vœu pieux, il se situe davantage sur le terrain des architectes et de la construction des bâtiments, y compris dans de longues considérations sur les matériaux, ce qu'Errard n'évoque que rapidement comme n'étant pas de l'essence de l'art du fortificateur.

Nous dirions de même des auteurs espagnols et italiens que nous avons étudiés, que, malgré leur reconnaissance de l'importance des mathématiques dans la fortification, ils ne s'appuient pas sur elles pour déterminer les formes des bastions qu'ils doivent construire. Ils reproduisent des formes héritées des théories italiennes du bastionnement.

Errard, lui, fonde sa fortification sur des principes, comme Tartaglia avant lui, mais en établissant ces principes sur les données de l'expérience et non sur une réflexion seulement théorique. De ces principes découlent des choix sur certains angles et certaines distances, qui seront les maximes de la fortification, c'est-à-dire les contraintes que l'ingénieur s'imposera dans le tracé du front de fortification.

Nous qualifierons d'*ordre errardien de la fortification* cette hiérarchie des connaissances, par laquelle l'auteur établit avec toute la rigueur nécessaire la méthode de construction des bastions sur le papier, puis justifie l'adéquation des formes créées aux nécessités de sécurité. L'articulation entre ces deux temps de la fortification est constituée par l'ensemble des *maximes*, qui sont des préceptes clairs portant contraintes sur des angles dont l'ouverture est encadrée, sur des lignes dont la longueur est limitée et enfin sur un principe de symétrie qui impose une double possibilité de défense des courtines de l'enceinte.

Cet ordre errardien est une modalité de la réduction en art, qui permet la transmission d'une méthode aux futurs ingénieurs militaires. Nous en résumons les paliers de la manière suivante : les principes se fondent sur l'expérience de la force destructrice des canons ; les maximes déduites de ces principes sont exprimées dans des termes ordinaires de la géométrie (angles et lignes) et ont valeur de contraintes pour le tracé ; ce tracé lui-même est entièrement géométrique, il est basé sur des figures clés de triangles dont les formes simples sont

maîtrisées et dont les tailles sont calculables à l'aide des théorèmes classiques de la géométrie du triangle ; les mesures des distances contraintes sont établies par des démonstrations géométriques s'appuyant également sur les *Éléments* d'Euclide. La question de l'unité de mesure concrète n'est pas prise en considération

L'*ordre errardien* apparente davantage la fortification à la géométrie qu'à l'architecture militaire, dans la mesure où l'essence de l'art de l'ingénieur consiste en la génération des formes des bastions et le tracé des plans des forteresses, puis en l'adaptation des règles aux contraintes locales. L'aspect matériel (devis, considérations sur les matériaux, etc.) est jugé accessoire par l'auteur, qui centre l'expertise de l'ingénieur sur sa capacité à produire les formes de la sécurité et à convaincre ses interlocuteurs du bien fondé de ses constructions et de la résistance des contours aux agressions des assaillants potentiels. La représentation par l'image (figures, plans, etc.) y est donc essentielle, elle correspond à l'une des acceptions du mot *démonstration* utilisé dans le titre même de l'ouvrage. Nous étudions donc la place et le rôle de ces images dans l'ouvrage.

3.5. Le rôle de l'iconographie dans la *Fortification*

Nous avons évoqué l'évolution graduelle des questions résolues dans la *Fortification,* qui traitent de longueurs puis d'aires, suivant le même ordre que la *Geometrie*. Errard n'aborde cependant que de façon anecdotique les estimations de volumes liés aux quantités de matériaux à déplacer, estimations pourtant communes pour les maîtres d'œuvre des chantiers de fortification. C'est dans l'iconographie de l'ouvrage que nous trouvons le processus complet qui mène de la ligne à l'espace. Mais toutes les illustrations restent-elles de simples figures géométriques ?

Nous avons vu au premier livre des gravures évitant l'embarras des mots pour les définitions des différentes parties d'un profil bastionné (cf. *supra* Figure 5.25), puis au second livre une figure géométrique parmi d'autres qui lui sont équivalentes, portant les éléments de sa démonstration (figure II-5-n). Errard s'éloigne progressivement du caractère purement géométrique de la représentation, lorsqu'il complexifie la forme créée pour donner naissance à de vrais bastions au-delà du premier contour (Figure 5.34). Ce sont bien des tracés géométriques de parallèles qui engendrent le fossé à l'extérieur des remparts, les orillons carrés ou ronds à l'angle des épaules, les casemates dans les angles de gorge. Mais ces tracés ne sont pas explicités par l'auteur, car ils ne sont pas de « l'essence et substance de l'Art ».

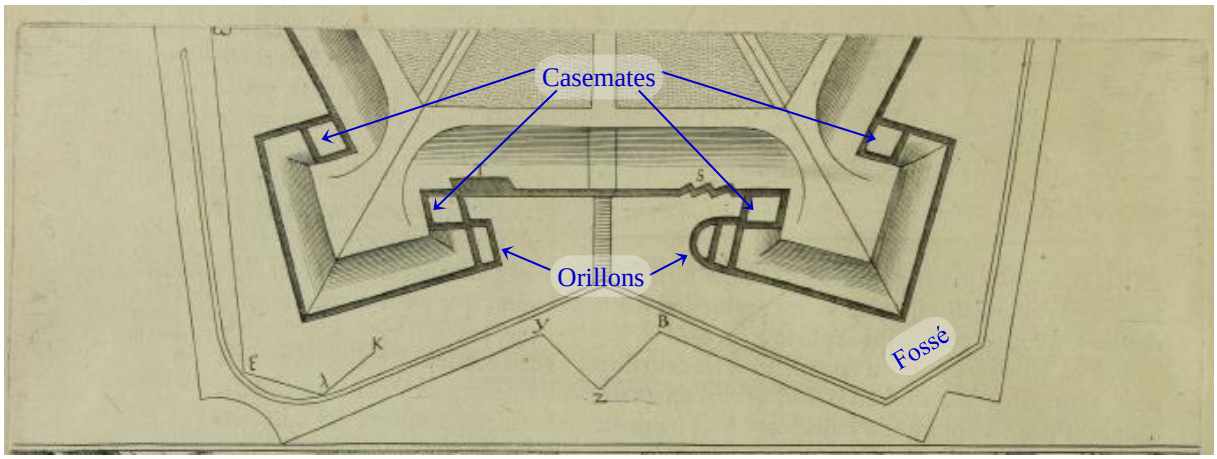


Figure 5.34

Le plan complet de la forteresse hexagonale (figure 5.35) constitue l'articulation entre la géométrie et la réalité. Cet hexagone bastionné parfaitement symétrique renferme le plan complet de la ville avec sa place centrale, ses quartiers et ses rues, mais aussi les remparts qui la protègent.

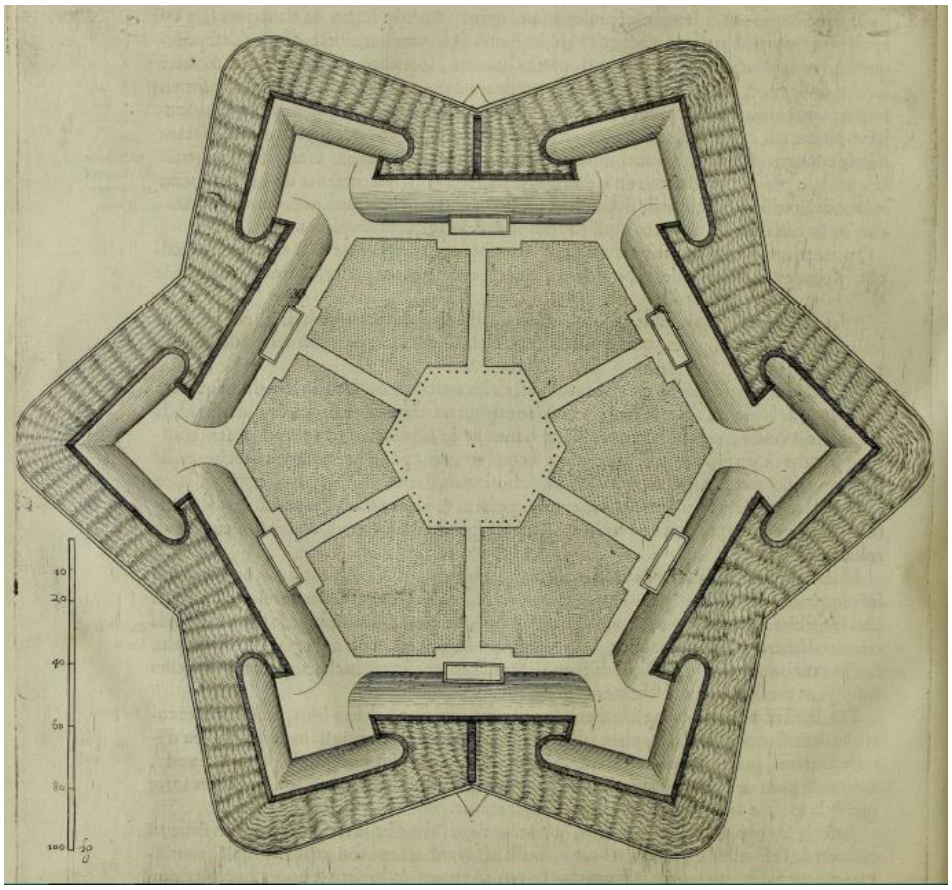


Figure 5.35

L'auteur a pris grand soin de distinguer les remparts de pierre (petites hachures serrées) des levées de terre, dont l'inclinaison est rendue par l'écartement croissant entre les lignes parallèles qui les composent. Ils constituent la frontière entre le plan de masse en pointillés de

l'intérieur et les ondulations de l'eau des fossés extérieurs. Si nous pouvons encore deviner le contour du polygone initial, il a perdu sa « pureté » mathématique en devenant armé et prêt à résister à l'assaut des ennemis. La gravure s'apparente à un plan cadastral délimitant les parcelles destinées aux combats de celles qui reviennent aux habitations et magasins à provision.

Lorsqu'enfin Errard peuple le bastion de vrais soldats, la figure devient une scène animée, représentée en vue à vol d'oiseau (Figure 5.36). La vue plongeante est vraisemblablement dessinée en perspective militaire, puisqu'elle donne à voir même l'intérieur des orillons et que l'angle droit n'est pas diminué (il semble même légèrement obtus). Si ce n'étaient les soldats en manœuvre, nous pourrions confondre cette vue avec les représentations de bastions d'Ambroise Bachot, dont la technique est proche.

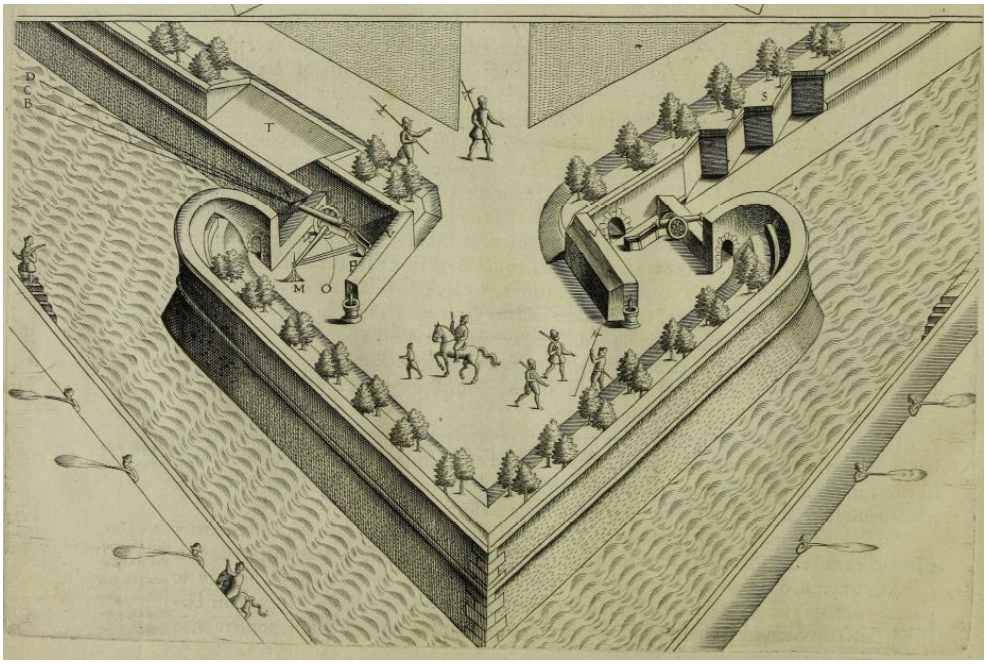


Figure 5.36

L'inclusion d'êtres humains dans la figure géométrique en trois dimensions est destinée à montrer la mise en service du bastion construit par l'auteur, mais nous sommes loin d'une représentation réaliste de la guerre. Certes, les soldats qui se tiennent au chemin couvert de la contrescarpe font feu, mais nous ne voyons pas sur quel ennemi, et les fantassins et cavaliers qui sont à l'intérieur de l'enceinte ont plutôt l'air de parader, comme à l'exercice. Cette image a la fonction de nous montrer quelle est la place de chacun, elle permet également à Errard de présenter une invention de pivot à canon (au point M). Nous pouvons mettre cette esthétique pacifique en rapport avec ce que nous avions déjà souligné dans une gravure similaire du *Della Architettura militare* de Francesco de Marchi (Annexe B2, Figure 5.16, cf. *supra*, §2.2).

Les artilleurs de Marchi étaient en position d'actionner les canons mais ne tiraient sur personne, ils semblaient juste des figurants. De même chez Errard, le bastion est comme un plateau de théâtre sur lequel des personnages statiques prennent la pose qui permettra aux lecteurs de comprendre quelles sont leurs fonctions dans la défense de la place.

À l'étape suivante, le bastion que nous avons vu construire, munir d'orillons et de casemates, puis de soldats, va être soumis à l'épreuve du feu, Jean Errard expliquant aux assiégés la construction des retranchements selon la disposition des batteries de l'ennemi[232], illustrée de gravures en trois dimensions (Annexe B2, Figures 5.37 à 5.39). Il nous paraît intéressant de noter certains aspects de ces gravures. D'une part, les trajectoires des boulets sont représentées divergentes, ce qui semble contraire au postulat selon lequel les batteries placées à deux cents toises (de l'ordre de quatre cents mètres) des remparts ont un tir perpendiculaire à ceux-ci. D'autre part, le dessinateur s'est servi d'une technique d'ombragement équivalente à celle que nous avons décrite chez Bachot (cf. *supra*, chap. 2, §3.2), sans toutefois utiliser les mêmes codes, ce qui permet d'obtenir des illustrations beaucoup moins foncées que celle du *Gouvernail*. Nous noterons finalement que toute présence humaine a disparu de ces bastions assaillis. Nous la retrouverons dans le douzième et dernier chapitre du troisième livre, auquel l'auteur renvoie ici, pour l'explication de la façon de soutenir les assauts. Ce chapitre final du troisième livre « De l'ordre pour soustenir assauts[233] », est basé sur une gravure (Figure 5.40) qui nous paraît atteindre un autre ordre de représentation que la figure géométrique, le plan de masse et le décor de théâtre. La scène est présentée aux assiégés pour leur montrer la façon de se défendre contre les assaillants. Errard dessine une guerre qui n'épargne plus les hommes.

Cette fois-ci deux armées se font face. Celle des assaillants est arrivée par les tranchées et s'apprête à investir la place (au second plan) par la brèche du bastion non flanqué. Les défenseurs seulement munis d'arquebuses et de piques leur sont directement opposés. Des corps gisent au pied du retranchement (lettres X et Y) mais Errard n'y fait aucune allusion dans le texte. Son discours est descriptif, neutre, c'est l'image qui porte la réalité des combats,

[232] *Ibid*., chap. XI [numéroté par erreur II] : « De la forme des retranchements », p. 51-55.
[233] Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstree…*, *op. cit.*, Livre troisieme, chap. XII, p. 82-83, gravure : p. 83.

excepté lorsque l'auteur évoque les sorties (lettre R) réalisées dans le but de « divertir (s'il est possible) les premiers ou les plus furieux assauts & gaigner temps[234] ».

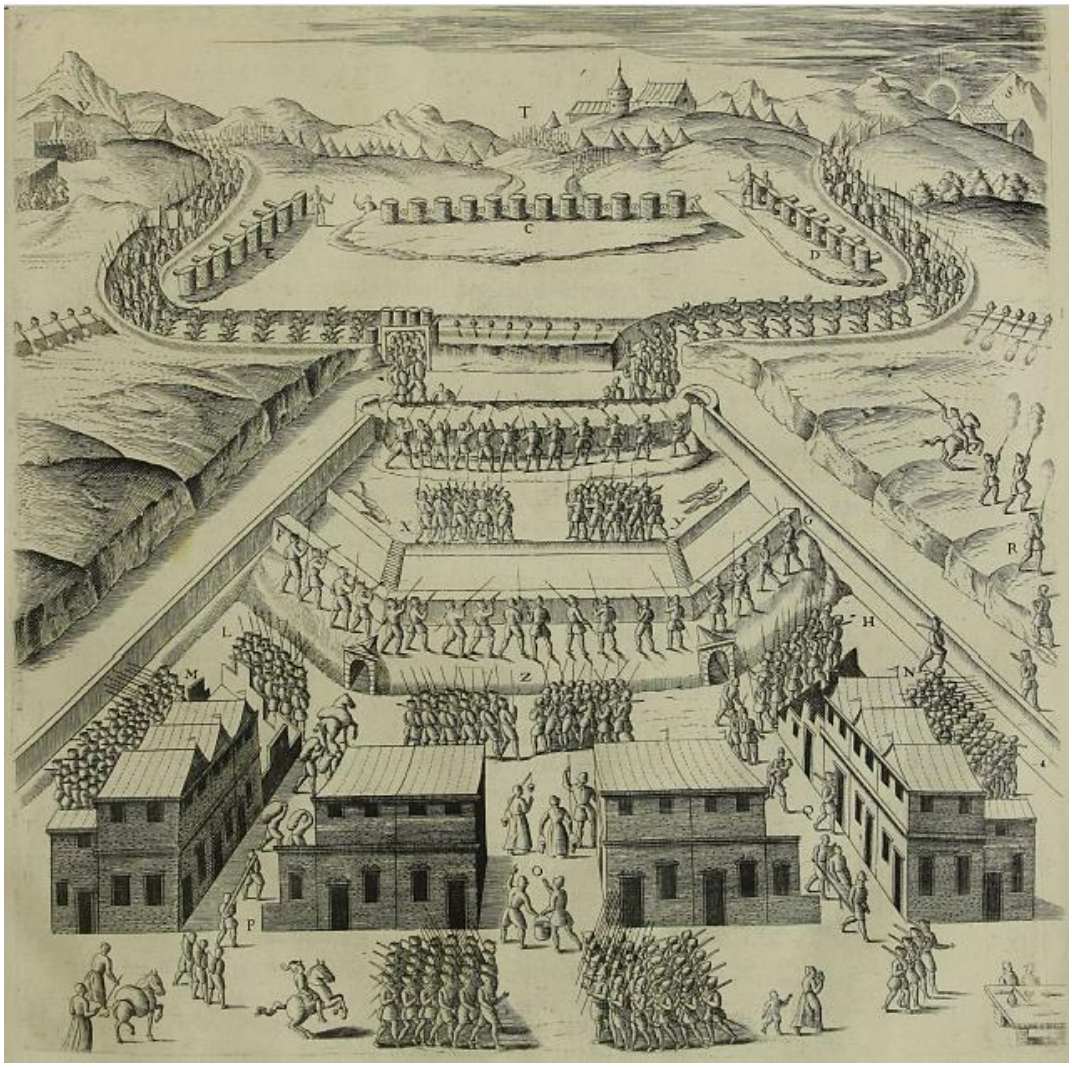


Figure 5.40

À l'intérieur de la place forte, les bataillons (lettres M, O et N) se tiennent prêts à intervenir pendant que les matériaux de remblai sont conduits à la brèche, y compris par des femmes (lettre P). Dans le mouvement inverse, les blessés sont rapatriés à dos d'homme ou sur des brancards (lettre Q, qui ne fait pas l'objet de commentaires). Au premier plan, nous reconnaissons des civils, une femme portant un enfant, suivie par un autre enfant, des personnes attablées.

[234] *Ibid*., p. 83.

Que voulait représenter l'auteur ? Nous avions d'abord associé ces images aux gravures de propagande anti-espagnole de Franz Hogenberg[235] (Annexe B2, Figures 5.41 et 5.42), mais il nous semble difficile de vraiment distinguer s'il s'agit d'une situation de panique face à la furie des soudards ou d'une scène de la vie quotidienne d'une ville en état de siège.

Cette image nous paraît emblématique d'une volonté de représenter une situation de siège à partir de l'intérieur de la forteresse, donc du point de vue des assiégés, voire des civils. Errard a inséré dans l'image des cadavres de soldats gisant au pied du retranchement, ce que nous n'avions trouvé jusqu'à présent que dans l'unique planche finale du *Della Architettura militare* de Marchi (Annexe B2, Figure 5.18). Il y a donc un quatrième niveau dans l'iconographie errardienne, qui mêle aux lignes, aux surfaces et aux modèles réduits, le réalisme du conflit.

Les autres gravures des deux derniers livres de la *Fortification* présentent quelques variantes dans le style pictural errardien, mais conservent dans l'ensemble les mêmes enjeux de mise en évidence graphique. Nous trouvons au quatrième livre des vues en perspective militaire de places de montagne vides de présence humaine, car Errard n'y présente que les améliorations architecturales à apporter aux places commandées (Annexe B2, Figures 5.43 et 5.44). Le style en est proche de ce que nous avons déjà vu chez Bachot et dans une moindre mesure, chez van Schille/Marchi. En ce qui concerne l'esthétique des images, les gravures ayant trait aux places maritimes révèlent une grande virtuosité dans le détail des navires, déjà remarquée dans le plan de Calais (Figure 4.1). Certains navires semblent tout droit copiés chez Marchi ou directement repris du *Gouvernail* de Bachot (voire la mise en parallèle des navires de ces trois auteurs dans l'Annexe B2, Figures 5.45 et 5.46), à ceci près que Bachot semble confondre la proue et le gaillard d'arrière de sa goélette.

Comme nous l'avions déjà soulevé dans notre étude de son livre d'instruments, Jean Errard conçoit ses images comme le font les peintres, sur la base de tracés géométriques qui en donnent la structure. Selon la fonction de l'image, des décors et des personnages y seront ajoutés. Au premier niveau, il s'agit de figures géométriques dont les lignes, les angles et les formes sont produites intentionnellement et non au hasard du geste du dessinateur. De ce fait, Errard obtient leurs mesures par des raisonnements géométriques et non par des mesures

---

[235] Cf. Meskens, Ad, *Practical Mathematics in a Commercial Metropolis. Mathematical Life in Late 16th Century Antwerp*. Dordrecht, Heidelberg, New York, London, Springer, 2013, p. 1-8.

directes sur le papier. Dans les autres niveaux, les images sont des plans, puis les vues en perspective de modèles qui montrent de manière statique la position des soldats, et enfin des scènes de guerre, qui n'évitent pas la fureur de combats et la mort des combattants.

4. LA SECONDE ÉDITION DE 1604 : *LA FORTIFICATION DEMONSTREE ET REDUICTE EN ART*

Nous mentionnerons brièvement la seconde édition de la *Fortification*, qui paraît en 1604, sous un titre dans lequel la *démonstration* a supplanté la *réduction en art*. Nous chercherons dans le texte à quelles évolutions correspond cette modification du titre de l'ouvrage, après avoir rappelé le contexte militaire des années qui séparent les deux éditions, contexte que nous pensons directement lié à ce changement.

4.1 L'IMPORTANCE DU SIÈGE D'OSTENDE (1601-1604)

Cette période est profondément marquée par le siège d'Ostende, dont le dénouement après trois ans de combats n'est satisfaisant pour aucun des adversaires en présence, puisque les Espagnols vainqueurs auront tellement épuisé leurs finances pendant ces trois années qu'ils vivront une crise économique qui les mènera à accepter une trêve de douze ans avec les Provinces-Unies. Ces derniers perdent leur avant-poste dans les Flandres, mais leur prospérité reste assurée par le commerce maritime.

La durée exceptionnelle du siège, ses enjeux stratégiques et religieux à l'échelle européenne ont occasionné une médiatisation sans précédent des événements[236]. Nous avons déjà indiqué les fréquentes mentions qui s'en trouvent dans la correspondance d'Henri IV et dans celle de Joseph Juste Scaliger. Mais les événements intéressent le public bien au-delà des cercles intellectuels et royaux. Nous en voulons pour preuve un plan manuscrit[237] envoyé par un père jésuite au Provincial de Belgique à Bruxelles en juillet 1604. Ce plan très détaillé

[236] Simoni, Anna E.C., *The Ostend story. Early tales of the great siege and the mediating role of Henrik van Haestens*. 'tGoy-Houten, Hes & de Graaf Publishers BV, coll. "Bibliotheca Bibliographica Neerlandica", vol. XXXVIII, 2003.

[237] Anonyme, *Plan de la ville d'Ostende pendant le siège de 1604*, Recueil contenant tous les Plans originaux des Maisons, Eglises qui appartenoient à la Société des Jésuites avant leur abolition. [Assistance de Germanie]. Tome XI, Bibliothèque nationale de France, Département des Estampes, HD-4 (17)-FT 4.

(Annexe B2, Figure 5.47), probablement dressé par un aumônier de l'armée espagnole[238], dénote une réelle compréhension de ce qu'il se passe aux retranchements de la ville. L'intérêt pour la campagne espagnole dans les Flandres touche un public de plus en plus large, avide de récits circonstanciés, de schémas stratégiques et de plans de villes[239], qui sont justement la spécialité des libraires d'Anvers, de Cologne, de Francfort.

Le siège est donc le point de départ d'une florissante activité d'édition, tant de textes que d'images. En 1603 paraît à Paris un court récit[240] assorti d'une planche intitulée *Vray portraict du retranchement et siège d'Ostende.* Une compilation de témoignages et de récits hollandais traduits en allemand est publiée anonymement en Allemagne avant la fin du conflit, et donne immédiatement lieu à des traductions en anglais et en français. L'ouvrage français[241] est publié simultanément en 1604 par trois libraires parisiens, et donne tous les détails techniques du siège, tant pour l'attaque que la défense, sur terre comme sur mer, avec un plan de la ville. La même année, Jean le Clerc, le frère du premier éditeur d'Errard[242], fait paraître une estampe[243], qui se veut une exacte description graphique du siège, complétée par des commentaires abordant aussi de nombreux aspects techniques. Cette intense activité éditoriale répond aux très nombreuses démonstrations techniques et échanges d'information qui se font sur le terrain même des combats, car les curieux se pressent dans la région d'Ostende. Les chroniqueurs le notent avant même la fin du conflit, ce siège mémorable a servi d'école à tous les corps de métiers[244] :

> *Quelques uns non sans propos appellent Ostende une Academie, & tres-bonne escholle, pour les Gouverneurs, Capitaines, soldats, ingenieurs, medecins, chirurgiens,*

---

[238] Cf. Vallery-Radot, Jean, *Le recueil de plans d'édifices de la Compagnie de Jésus conservé à la Bibliothèque nationale de Paris*. Paris, Bibliothèque nationale. Cabinet des estampes, 1960, notice 963, p. 297.
[239] Simoni, Anna E.C., *The Ostend story….*, op. cit., p. 60-61, *passim.*
[240] Anonyme, *Continuation des sièges d'Ostende et de l'Escluse, avec le portraict des nouveaux retranchemens d'Ostende*. Paris, s.n., 1603.
[241] Anonyme, *Histoire remarquable et véritable de ce qui s'est passé par chacun jour au siège de la ville d'Ostende, de part et d'autre jusques à présent. Contenant les assaults, allarmes, deffenses, inventions de guerre, mines, contremines & retranchement, combats des Galleres & rencontres Navalles, avec le protrait de la ville. Et ce qui s'est passé en l'isle de Cadsandt & au siege de l'Ecluse à l'arrivee du Comte Maurice.* Paris, Jérémie Perier ; Adrian Beys ; Olivier de Varennes ; 1604.
[242] Renouard, Philippe, *Répertoire des imprimeurs parisiens…* Paris, M.J. Minard, 1965, p. 254.
[243] Anonyme, *Exacte description de la ville d'Ostende, par la delineation vraye de ses Forts, Esperons, Ravelins, Havres, Tranchées, Boulevars, Contrescarpes et autres circonstances du siége d'icelle, commencé par l'archiduc d'Austriche le 5 julliet 1601. Avec une remarque sommaire des endroits où se sont faictes & passées les choses plus memorables & signalees durant iceluy jusques à present au mois de septembre*. Paris, Jean le Clerc, 1604.
[244] Anonyme, *Histoire remarquable et véritable de ce qui s'est passé par chacun jour au siège de la ville d'Ostende…*, *op. cit.*, adresse « L'Autheur au Lecteur S. », fol. non paginé, signé Aiiij.

pilotes & mariniers : &trouve-on par effect, que chacun de ces personnes-là, qui auront seulement esté trois mois dans Ostende, sont rendus excellents en leur art & vacation. Un soldat en sortant parle en maistre des fortifications, comme remparts, boulevarts, esperons, co[n]tr'-escarpes, ravelins, traverses, parapets, demies lunes, reduites & choses semblables.

Relevons ce qui est dit de la formation des soldats par la maîtrise du vocabulaire technique en matière de fortification. La guerre de Flandre est aussi un moment de circulation des savoirs théoriques et techniques sur lesquels nous reviendrons dans notre troisième partie, lorsqu'il sera question de la formation des élites dans les Provinces-Unies.

En quoi ces affaires touchent-elles Jean Errard ? Il est en fait concerné par les événements d'Ostende à plus d'un titre. Comme auteur d'une théorie de la fortification et ingénieur qui préconisait la participation aux sièges, il était personnellement intéressé à toutes les nouvelles façons de conduire les sièges et toutes les inventions

De par sa situation d'ingénieur à Calais, Errard est informé des événements par les commerçants et les voyageurs, voire les troupes qui y transitent, car le roi de France sans participer formellement au conflit, soutient clandestinement les protestants hollandais. Peut-être Errard s'est-il lui-même rendu à Ostende avec les contingents français ? En effet, nous avons la trace de plusieurs de ses proches au siège. Robert de Schelandre, le glorieux défenseur de Jametz (cf *supra*, chap. 3 , §1), y entraîne son fils Jean, ancien étudiant à Heidelberg comme Errard[245] ; Robert, le frère de Jean, se distingue à la bataille de Nieupoort[246], il est à Ostende en 1603[247] ; Odet de la Noue, auquel Errard dédicaçait son cinquième livre des *Éléments d'Euclide* (cf. *supra*, chap. 4, §3.3), engage dès 1599 deux mille soldats français aux côtés de Maurice de Nassau qu'il suivra jusqu'en 1605 ; Henri de Coligny-Châtillon, dédicataire du quatrième livre des *Éléments*, trouve la mort sur le rempart d'Ostende au deuxième mois du siège. Tous ces jeunes protestants sont dans le camp de Maurice de Nassau et fréquentent donc Simon Stevin, mais aussi Jacques Alleaume et David d'Orléans qui laisseront leur nom dans l'histoire du siège pour leurs inventions, à défaut de le laisser comme auteurs d'ouvrages.

---

[245] Cohen, Gustave, *Écrivains français en Hollande dans la première moitié du XVII^e siècle*... Paris, Édouard Champion, 1920, p. 15-23.
[246] *Ibid*., p. 35-36.
[247] *Ibid*., p. 99.

La circulation des écrits sur le siège d'Ostende montre l'existence d'un lectorat grandissant pour la littérature militaire en France comme en Europe, ce qui favorise la publication de nouveaux ouvrages. Ceux que font paraître les libraires parisiens dans la décennie qui suit connaîtront un succès attesté par leurs rééditions, tels les *Éléments d'artillerie* de Rivault de Flurance[248] ou les *Discours militaires* de du Praissac[249]. Ne nous étonnons donc pas de voir la *Fortification* d'Errard dans un même processus de publication par un libraire, ce qui en assure la diffusion au-delà du cercle restreint des proches de l'auteur.

4.2. Les versions de 1604

En 1604 paraissent deux versions différentes de la *Fortification*, l'une à Paris, c'est celle que nous allons étudier, l'autre à Francfort dans une édition de la veuve de Théodore de Bry et de ses fils, tous deux graveurs talentueux. L'édition des de Bry est faite sur la première édition parisienne, dont elle porte les caractéristiques, et particulièrement le titre avec l'ordre des mots conservé tel qu'en 1600. Le frontispice a été fidèlement recopié[250] si ce n'est que les armoiries sur le canon de gauche ne sont plus celles du roi de France mais l'aigle bicéphale de l'Empire (Annexe B2, Figure 5.48), ce qui a fait écrire à Marcel Lallemend et Alfred Boinette qu'il pouvait s'agir d'une contrefaçon allemande. Les deux biographes signalent cependant la présence dans les archives de Benoist de quelques lettres illisibles des fils de Bry à Jean Errard[251]. Pour notre part, nous pensons que l'édition de Francfort a été entreprise avec l'accord de l'auteur, voire sur sa demande, comme nous allons le justifier.

En effet, plusieurs indices non relevés par les deux biographes tendent à le montrer. L'édition parisienne de 1600 mentionnait un privilège royal qui n'existe dans aucun des exemplaires que nous avons localisés. En revanche, celle de 1604 que nous allons étudier fait état de privilèges (au pluriel). Il s'ajoute en effet au privilège royal[252] un privilège impérial

---

[248] Flurance Rivault, David de, *Les Elemens de l'artillerie. Concernans tant la premiere invention & theorie, que la practique du Canon. Par le sieur de Flurance Rivault*. Paris, chez Adrien Beys, ruë sainct Iacques, ioignant la Rose blanche, 1605 ; deuxième édition, 1608.

[249] Praissac (le S[r] du), *Les discours militaires dediez à sa Maiesté. Par le S[r] du Praissac. Derniere edition. Reveuë, corrigée & augmentée par l'Autheur.* Paris, la V[ve] Matthieu Guillemot & Samuel Thiboust, 1612. Traduit en hollandais, allemand, anglais, édité plus de dix fois jusqu'en 1639. Cf. Salzmann, Jean-Pierre, « Une méthode de raisonnement tactique à l'aube du XVIIe siècle » [sur les travaux de du Praissac], *Stratégique* n°88, Paris, Institut de Stratégie des Conflits, avril 2007.

[250] Un détail caractéristique est que la lumière vient de la gauche.

[251] Lallemend, Marcel & Boinette Alfred, *Jean Errard*…, *op. cit.*, p. 162, note 1.

[252] Se trouve dans l'exemplaire de la Médiathèque Jean Jeukens de Bar-le-Duc, FA 17235 Q.

que nous n'avons trouvé que dans trois exemplaires de l'ouvrage[253]. Ce privilège de l'Empereur Rodolphe II assure à Errard la protection de ses droits dans toutes les terres d'Empire et prouve que l'auteur a conservé des contacts influents en Allemagne. Il a été donné à Prague en novembre 1603, ce qui permettait à Errard de faire imprimer l'ouvrage en 1604 à Francfort en toute confiance. Il écrit en effet pour conclure la seconde édition de la *Fortification* (Paris, 1604) : « nous esperons avec layde de Dieu de publier en bref les versions Italiene & Allemande, de cet œuvre, accompagné de quelque autre traicté, de semblable subjet[254] ». Justement, les de Bry font paraître simultanément une édition en allemand, ce qui leur a sûrement demandé un travail conséquent. Nos recherches ne nous ayant pas permis pour l'instant d'établir la chronologie précise des deux publications de 1604, nous formulons l'hypothèse suivante : c'est Jean Errard qui a confié aux fils de Bry la charge d'imprimer son ouvrage en français et en allemand , afin de mieux le diffuser à la foire de Francfort. Il a pu en traduire lui-même le texte ou confier ce travail aux libraires de Francfort, il ne nous est pas possible de le déterminer.

Les deux éditions de Francfort de 1604 sont très bien réalisées et ne diffèrent pour l'essentiel de l'édition française de 1600 que par la disposition des illustrations. Les de Bry, spécialistes de la gravure formés par leur très réputé père, ont choisi un format dans lequel toutes les gravures sur cuivre sont imprimées sur de grandes planches in-folio indépendantes. Les renvois à partir du texte sont rédigés dans une langue parfaite et insérés exactement là où il faut. Les dessins sont reproduits avec un grand respect des originaux, sans différence notable si ce n'est le bilinguisme des légendes de la figure du profil du front bastionné ou le choix des types de hachures et de pointillés. Nous sommes très loin d'une contrefaçon réalisée clandestinement. Au contraire, les versions allemandes sont mieux réalisées que celle de Paris en ce qui concerne les planches, qui ne présentent pas les traces d'usure des planches initiales. Ces versions ont en tout cas permis une bien meilleure diffusion des conceptions d'Errard, puisque nous avons pu localiser vingt-cinq exemplaires de la version en français et une vingtaine de la version en allemand (cf. Annexe A2.2).

---

[253] Celui déjà cité à la note précédente, l'exemplaire de la bibliothèque de Périgueux, B992 et celui de la bibliothèque de Valenciennes, I 4-16 (ex-libris du Comte de Croÿ).

[254] Errard, Jean, *La fortification démonstrée et reduicte en art par Jean Errard de Bar-le-Duc, Ingénieur du très chrestien Roy de France et de Navarre. Edition seconde, revue et augmentée*. Paris, à la Rose blanche, 1604, p. 130.

4.3. LES PRINCIPALES ÉVOLUTIONS DE LA SECONDE ÉDITION PARISIENNE

Nous avons évoqué cette seconde édition (Annexe B2, Figure 5.49) au moment où nous nous interrogions sur l'impression de la première version en 1600. Nous passerons donc rapidement sur l'aspect matériel de l'édition de 1604, publiée sans le nom de son libraire, que nous avons identifié comme étant Guillaume II Le Noir, *à la Rose blanche couronnée*, rue Saint Jacques (cf. *supra*, §3.1). Le format de l'ouvrage reste le même, mais le texte a été entièrement recomposé avec un matériel d'imprimerie différent du matériel initial (Annexe B2, Figures 5.50 et 5.51). Signalons que ce matériel est en partie identique à celui qui sera utilisé pour l'*Architecture* de Jacques Androuet du Cerceau en 1611 chez Jean Berjon[255], auquel le bandeau C1 (Annexe B2, Figure 5.50) sert d'ailleurs de marque de libraire.

Pourquoi Errard n'a-t-il pas choisi Guillaume Auvray, auquel il avait cédé le privilège de ses autres ouvrages ? D'abord, cet in-folio ne devait pas être du ressort d'Auvray, qui produisait plutôt des in-8° sans planches[256]. Mais une autre raison nous paraît plus importante. La *Geometrie* et les *Éléments d'Euclide* n'ont pas fait l'objet d'une réécriture, mais seulement d'un complément pour l'*Euclide*, tandis que l'édition de 1604 de la *Fortification* est « reveue et augmentée ». En outre, le privilège royal juillet 1604 de la seconde édition de la *Fortification* est attribué à l'auteur, qui a donc souhaité conserver ses droits sur son ouvrage, et l'a retravaillé en développant certaines parties. Nous nous intéressons aux modifications que nous jugeons les plus significatives.

La fortification, comme une science et comme un art

Le premier changement correspond à l'évolution du titre. À plusieurs endroits de l'ouvrage[257], Errard a choisi de ne plus faire référence à la fortification comme à une science, mais comme à un art. La réduction en art de la fortification a en effet pour objectif d'offrir une réflexion préparatoire à l'action, à permettre aux ingénieurs d'anticiper cette action de

---

[255] Androuet du Cerceau, Jacques, *Livre d'Architecture de Jacques Androuet du Cerceau, contenant les plans & dessaings de cinquante bastimens tous differens…* Paris, Jean Berjon, 1611.
[256] Renouard, Philippe et alii, *Imprimeurs et libraires..., op. cit.*, tome 1, 1965, p. 236-256.
[257] Par exemple, la seconde sentence commune « La science de construire forteresses & les deffendre, procede de la science d'ataquer & assaillir » (1600, p. 3) devient « « L'art de fortifier les places & les deffendre, procede de la science d'ataquer & assaillir » (1604, p. 3), mais la troisième maxime fait quand même référence à 'lart d'ataquer » ; « fortiffiee seulement par art et science de fortification » (1600, p. 7) devient « fortifiée seulement par art de fortification » (1604, p. 8) ; l'expression « la science de fortification » (1600, p. 19) est remplacée par « l'art de fortification » (1604, p. 22,). Bien sûr, l'expression « cette belle science de geometrie » (1600, p. 20) est conservée (1604, p. 23).

manière rationnelle. La fortification n'est donc pas étudiée pour elle-même mais pour être appliquée sur le terrain. L'auteur affirme cependant qu'elle fait l'objet de démonstrations géométriques, comme il s'en explique dans l'avertissement de la seconde édition au lecteur[258] :

> *Et quant au mot d'Art dont nous usons souvent il est plus convenable à nostre propos, que celuy de science, d'autant que nous raportons le tout à la pratique, qui est la fin & le but de ceste institution, ne nous contentans de la simple cognoissance par ses causes, qui est le propre de la science, combien que nous n'y proposions rien qui ne soit demonstré ou ne se puisse demonstrer par les principes des sciences Mathematiques. Que si en quelque lieu nous usons du mot de science: nous entendons une science practique qui equipolle au terme d'Art, & s'oppose à la science speculative qui n'a autre fin que la cognoissance.*

Nous noterons cependant un passage conservé en 1604, qui nous paraît refléter le statut géométrique de l'invention des formes. Dans le deuxième livre, lorsque l'auteur arrête son exposé des diverses formes de retranchements, il le laisse « pour l'estude de ceux qui se delectent és inventions subtiles de ceste science[259] ». De même au troisième livre, il conserve les termes dans lesquels il relie à la fortification des polygones réguliers celle des places irrégulières, qui « tombent aussi sous la science de fortification, selon les maximes descriptes cy-après[260] ». Il évoque même dans un nouveau chapitre « la science de fortifier que j'ay enseignée[261] ». Nous retiendrons particulièrement cette référence à l'enseignement pour la troisième partie de notre travail. Comme nous le voyons, Errard n'abandonne donc pas les mathématiques, il leur assigne même le premier rôle dans l'établissement des principes, la création des tracés, leur justification et celle des calculs de longueurs. L'exposition de l'art de fortification ne vient qu'après l'établissement des tracés sur ces bases scientifiques et consistera en un examen critique de pratiques existantes.

La référence aux mathématiques entraîne dans cette seconde édition un effort de clarification de la présentation, recourant à des procédés qui sont communs dans les ouvrages de mathématiques de la même époque. Par exemple, la phrase d'introduction du premier livre,

---

[258] Errard, Jean, *La fortification démonstrée et réduicte en art…* Paris, 1604, p. 2.
[259] *Ibid*., p. 63 (p. 55 dans l'édition de 1600).
[260] *Ibid*., p 65 (p. 57 dans l'édition de 1600).
[261] *Ibid*., p. 105 (n'existe pas dans l'édition de 1600).

qui passait inaperçue dans l'édition de 1600, a été changée en titre qui barre la largeur de la page et qui annonce « Les axiomes, qui sont sentences communes, n'ayans besoin d'aucune demonstration[262] ». De même les sous-titres en italiques en marge des paragraphes ont-ils été développés et les anciens titres non essentiels supprimés, ce qui permet une vision plus générale de l'ensemble. Quelques fois, ce sont des commentaires qui sont disposés dans les marges, le plus souvent ils indiquent ce dont il est question dans le texte.

De nouvelles considérations techniques

Le long épisode d'Ostende a consacré l'usage du canon et la science des artilleurs espagnols dans la guerre de siège. Il a également mis en valeur les questions stratégiques sur l'investissement des forteresses et leur défense. Le besoin de traités d'artillerie (cf. *supra*, chap. 1, §2.4) devait se faire sentir dans le royaume, mais comme nous l'avons vu plus haut, Errard avait d'abord repoussé son examen de ces questions à un futur traité complet, considérant que la science et l'expérience n'en étaient pas assez avancées. La deuxième édition de la *Fortification* va modestement dans ce sens, par l'ajout d'une gravure (Annexe B2, Figure 5.52) signalée dans le texte du prologue totalement remanié en ces mots : « Cecy se verra par ceste figure, en laquelle j'ay remarqué toutes les proportions du canon françois pour le soulagement des lecteurs[263] ». La figure contient une échelle graduée de 1 à 6, mais aucune définition des parties du canon, ni de différenciation entre les divers calibres. C'est cependant la première fois que l'auteur avance l'aide apportée au lecteur, ce qui tend à montrer qu'il a conscience (ou l'espoir) d'une extension de son audience.

Une autre gravure est ajoutée pour la compréhension du texte, elle concerne encore l'artillerie et illustre le chapitre sur le tir en batterie (Annexe B2, Figure 5.53). Elle reprend le type de composition des schémas de Pasino, mais représente néanmoins les artilleurs devant leurs canons et quelques éléments de décor comme dans les planches du livre d'instruments.

La premier livre est augmenté d'un nouveau chapitre qui décrit le graphomètre de Danfrie (Annexe B2, Figure 5.54), sans citer son auteur, comme un instrument parmi d'autres que l'ingénieur doit apprendre à manipuler. La technique de lever de plans à l'aide du graphomètre est très détaillée.

[262] *Ibid*., p. 3.
[263] *Ibid*., p. 4.

En fait, la plupart des ajouts de cette édition sont insérés au troisième livre. Errard y a inclus des études de cas de nouvelles figures irrégulières, rectangle, carré « composé » et même ovale, forme plutôt irréaliste en ce qui concerne les forteresses, et dont nous n'avons pas trouvé de mention chez d'autres auteurs de fortification. Par ces ajouts, l'auteur a sans doute voulu montrer l'étendue du champ d'application de ses principes. Les nouvelles formes proposées sont particulièrement adaptées à la construction de « forts de campagne », c'est-à-dire de fortins qu'il faut souvent édifier dans l'urgence. Il nous semble qu'Errard a procédé à ces augmentations pour compléter sa *Fortification* en tenant mieux compte des besoins de ses destinataires, puisqu'il affirme aborder « plusieurs autres considérations de guerre qui seront maintenant discourues amplement, afin de ne rie[n] laisser en arriere de ce qui est important à la fortification, & pour satisfaire au loüable desir d'un Seigneur, amateur des sciences, qui m'en a requis[264] ». Dans le même sens, il développe un second exemple de place irrégulière, afin d'expliquer comment il est possible de mettre en état de défense une place existante en économisant le temps, le travail et la dépense.

Les changements dans l'iconographie : un réalisme accru

Dans leur majorité, les gravures de l'édition de 1600 sont reprises, avec quelques modifications pour certaines ; une des manifestations les plus évidentes de cette réemploi est donné par le frontispice sur lequel la date de 1600 a été grattée et remplacée par la date de 1604, dans le titre comme sur les canons (Annexe B2, Figure 5.49). Les mêmes cuivres ont donc servi, ce qui nous confirme qu'ils étaient la possession à l'auteur, dont il est admis qu'il était lui-même dessinateur et graveur (cf. *supra*, chap. 3, §1). Les figures géométriques (gravures sur bois et sur cuivre) du deuxième livre ont été laissées intactes, mais ce n'est pas le cas pour les perspectives des livres suivants. Nous constatons l'addition de deux gravures et la nette modification de la planche finale du troisième livre (Figure 5.55), dans le sens d'un plus grand réalisme et d'une présentation plus spectaculaire de la violence de la guerre.

[264] *Ibid*., p 73

Figure 5.55

Nous supposons encore une fois que le cuivre original a été réutilisé, car de nombreux détails restent intacts dans la forme aussi bien que dans les tailles (les civils dans l'enceinte, les moulins à l'extérieur, la structure générale de l'image) et qu'il est possible de distinguer l'ancienne ombre de la maison au premier plan à gauche, alors que l'ensemble des maisons a été modifié : les façades ont été allongées (vers le bas) ainsi que les portes, et les toitures, modifiées par l'ajout de chiens-assis dans le style flamand. En outre, un halo blanc se voit à l'entour du casque du cavalier de droite sur la façade de la maison, ce qui rend évident le grattage.

Le changement va au-delà des questions de décor. Nous voyons que si le nombre et l'occupation des civils sont conservés, la quantité de soldats a été considérablement augmentée, et que les nouveaux recrutés sont représentés avec beaucoup plus de précision que les soldats ordinaires de la version précédente. Deux cavaliers en armure sont au premier plan. Les fantassins qu'ils commandent portent des oriflammes et montrent diverses postures. La partie centrale du bastion a été totalement redessinée. Les arquebusiers portent des uniformes

bien plus détaillés et sont protégés par des gabions qui n'existaient pas sur la gravure de 1600. En outre, le fossé qui les sépare du premier retranchement est maintenant rempli d'eau, le second retranchement en est rendu plus fort. Nous remarquerons finalement que le nombre de cadavres a été également augmenté, rappelant ainsi que les murailles ne peuvent pas assurer la conservation de toutes les vies.

Nous voyons dans les modifications architecturales de la scène une référence au siège d'Ostende, ce qui nous est confirmé par le choix des fossés en eau, puisque les ouvrages de fortification de cette cité en comprenaient[265], et que l'auteur n'avait pas représenté de tels fossés auparavant.

Errard a ajouté à ce troisième livre un chapitre supplémentaire concernant le combat au corps à corps[266], la gravure qu'il y insère (Annexe B2, Figure 5.56) est également une scène de guerre caractérisée par les cadavres de soldats qui gisent dans les retranchements. Le texte qui l'accompagne est moins neutre que dans l'édition précédente, l'auteur y évoquant les périls, la frayer, le « chancre dangereux » du combat qui ronge et mine tout le corps de la place. Cette iconographie, au réalisme proche de celui des gravures de propagande de Franz Hogenberg que nous avons mentionnées, nous semble une caractéristique de la production de Jean Errard dépassant le simple descriptif des profils des forteresses. Nous conclurons ce chapitre par la synthèse des apports de Jean Errard à la fortification du XVII^{e} siècle.

5. CONCLUSION DE CETTE PARTIE : QUELLE RÉVOLUTION ERRARDIENNE ?

Nous avons maintenant une vision globale de l'ensemble des productions écrites de Jean Errard, que nous avons étudiées en lien avec sa biographie. Nous pouvons donc réexaminer notre hypothèse d'un projet général que traduiraient ses ouvrages parus entre 1584 et 1604. Nous pouvons également mieux discerner ce qui les différencie de ceux que nous avons étudiés précédemment, et déterminer si son approche de la fortification et son style d'auteur apportent un changement dans la façon de concevoir et d'exposer les aspects théoriques et pratiques de la fortification. En un mot, nous pourrons refaire le point à cette étape sur le

[265] Lombaerde, Piet, « The Fortification of Ostend during the Great Siege of 1601-1604 », *FORT*, vol. 27, 1999, p. 93-112.
[266] Errard, Jean, *La fortification démonstrée et réduicte en art…* Paris, 1604, chap. XVII : « Comment il se faut defendre quand on est attaqué pied a pied », p. 105-108.

questionnement qui nous guide : dans quelle mesure est-il possible de considérer Jean Errard comme le fondateur d'une première école française de fortification ?

5.1. UN PROJET POUR LE ROYAUME

Ce que nous savons de la vie de Jean Errard est lacunaire sur de nombreux points. Notre lecture de la biographie[267] que lui ont consacrée Marcel Lallemend et Alfred Boinette au XIX^e^ siècle nous a laissé de nombreuses incertitudes liées au parti-pris des biographes, qui présentaient « leur » fortificateur de Bar-le-Duc avant tout comme un militaire, précurseur de Vauban. Nous avons cherché dans les écrits mêmes d'Errard des indications fiables sur sa formation, ses compétences scientifiques et techniques, ses projets, etc., ce qui nous a amené à formuler certaines nouvelles hypothèses.

À son retour d'Allemagne au début des années 1580 et avant qu'il quitte le service du duc de Lorraine, Errard était un ingénieur dont rien n'indique qu'il s'était spécialisé dans le domaine militaire. Nous avons montré qu'il était probable qu'il se soit formé à ce métier auprès de Roch Guerini, architecte et ingénieur au service des Princes du Palatinat, de Saxe et de Brandebourg. Parallèlement, il avait étudié à l'université de Heidelberg, où nous pouvons supposer qu'il a acquis une partie de ses connaissances théoriques dans les sciences et les mathématiques. Par la publication du *Premier livre*[268] en 1584, il se présente comme un inventeur de machines et de dispositifs techniques dans des domaines très variés, comparable en beaucoup de points à Jacques Besson, dont le *Theatre des instrumens mathematiques & mechaniques* semble avoir été l'une de ses principales sources.

C'est sa rencontre avec le roi Henri IV qui va modifier la trajectoire de l'ingénieur Errard. Alors qu'il est au service du duc de Bouillon à Sedan, c'est-à-dire dans un bastion protestant proche du royaume, il entre vers 1591 au service du roi de France, dont il deviendra l'un des plus proches conseillers. Dès lors sa production écrite s'oriente vers la géométrie. Pour le versant pratique de cette discipline, sa *Geometrie*[269] présente les méthodes de mesurage des longueurs, des aires et des volumes. Pour l'aspect théorique de la géométrie, Errard propose une nouvelle traduction en français des *Éléments* d'Euclide[270]. Défenseur des méthodes

---

[267] Lallemend, Marcel, Boinette, Alfred, *Jean Errard de Bar-le-Duc…*, *op. cit.*, 1884.
[268] Errard, Jean, *Le Premier Livre des Instruments mathematiques mechaniques*, *op. cit.*, Nancy, 1584.
[269] Errard, Jean, *La Geometrie et practique generalle d'icelle*, *op. cit.*, 1594.
[270] Errard, Jean, *Les six premiers Livres des Elemens d'Euclide*, *op. cit.*, 1598.

archimédiennes, il est reconnu comme un mathématicien de valeur par les protagonistes de la controverse sur la quadrature du cercle qui oppose le philologue Joseph Juste Scaliger à de grands scientifiques comme François Viète et Adriaan van Roomen.

La publication de la *Fortification* en 1600 vient compléter les deux ouvrages de géométrie pour offrir à la Noblesse française, à laquelle elle est dédiée, l'ensemble des savoirs géométriques nécessaires à la connaissance de la fortification. Nous avons montré à travers l'analyse des dédicaces et des préfaces des trois ouvrages qu'il était possible de les voir comme trois volets d'un projet d'éducation des jeunes nobles aux mathématiques et à l'art de la fortification, cohérent avec la volonté du pouvoir de restaurer le prestige du Collège royal et, par conséquent, l'enseignement des sciences dans le royaume. Nous avons mis en parallèle cette volonté française avec la création d'institutions similaires, en Espagne et aux Provinces-Unies, dans un même but de formation d'une élite au fait des mathématiques et des nouvelles pratiques de fortification.

Les traités géométriques constituent en quelque sorte une introduction à cette *Fortification*, nous partageons sur ce point l'analyse de Marcel Lallemend et Alfred Boinette[271] : Errard considère les mathématiques comme le fondement de l'art militaire et ses ouvrages de géométrie sont indispensables pour comprendre la *Fortification*.

5.2. RÉDUCTION EN ART ET DÉMONSTRATION : LES ORDRES ERRARDIENS

La réduction en art

La *Fortification*, bien qu'elle s'appuie sur les théorèmes euclidiens, ne peut pas suivre l'ordre des ouvrages de géométrie, dicté par le nombre de dimensions des objets étudiés, lignes, surfaces et solides. Errard devait produire un discours rationnel rendant compte des pratiques disparates des ingénieurs en leur donnant une cohérence, en problématisant les questions posées dans la réalité.

Le langage choisi pour cette problématisation est celui de la géométrie, qui s'appuie sur les données de l'expérience. Errard procède d'abord à une analyse des forces en présence dans la guerre de siège, en établissant un rapport entre le nombre des hommes, celui des canons et les surfaces disponibles à l'intérieur de la forteresse. Il se fonde sur cette analyse pour établir les

[271] Lallemend, Marcel, Boinette, Alfred, *Jean Errard de Bar-le-Duc…*, *op. cit.*, p. 109-110.

maximes de la fortification, critères quantitatifs d'ouverture d'angles et de limitation de certaines distances, que les forteresses devront respecter pour être considérées comme fiables.

La construction géométrique des bastions sur le papier repose sur les maximes qui ont été formulées *a priori*. Puisque leur expression est géométrique, elles se traduisent immédiatement dans les instructions de tracé, par exemple lorsqu'il faut diviser l'angle droit à la pointe d'un bastion en deux angles égaux pour raison de symétrie. La forme de l'enceinte fortifiée étant ainsi obtenue uniquement à partir de ses angles, sa taille sera réglée par similitude à partir d'une longueur-unité choisie pour que le tout respecte la maxime qui contraint la ligne de défense à ne pas excéder 120 toises. Toutes les longueurs de la figure sont calculées en fonction de cette « longueur-unité » à l'aide de théorèmes élémentaires de la géométrie euclidienne.

Dans un troisième temps sont prises en considération certaines contraintes du terrain et sont proposées des solutions pour compenser les défauts des forteresses bâties sur des plans irréguliers.

Les quatre ordres de la représentation

Notre étude de l'iconographie de l'ouvrage nous a amené à distinguer différents niveaux de représentation, gradués selon le nombre de dimensions des objets sur lesquels porte le discours et la présence de décors ou d'accessoires. Nous désignerons ces ordres de représentation sous les quatre appellations suivantes :

L'ordre de la ligne est celui des figures géométriques destinées à *démonstrer* la construction du front bastionné, dans les deux sens que nous avons trouvés chez Errard pour ce verbe : donner à voir et être l'appui de la démonstration géométrique.

L'ordre du plan correspond à la présentation de l'enceinte entière, une fois complétée d'ouvrages extérieurs (orillons, fossé, ouvrages détachés éventuels), et dont l'intérieur est décrit comme sur un plan cadastral, avec les emplacements des logis, des rues, des places.

L'ordre du plan-relief est celui par lequel sont représentés les acteurs de la guerre, comme sur un plateau de théâtre ou une maquette, dont seuls comptent les espaces scénographiques sur lesquels se placent les figurants. Ces derniers sont statiques, comme dans une vue instantanée, montrant le poste que chacun doit occuper. Ils sont à l'exercice, mais pas encore engagés dans le conflit, car l'auteur privilégie à ce niveau la clarté de sa représentation à la confusion d'une vraie scène de guerre.

Nous nommons ordre de la guerre, celui dans lequel la forteresse est représentée en état de siège, lieu d'affrontements mortels. L'auteur choisit de donner aux scènes de combats un

réalisme tragique, n'évitant ni les aspects matériels du ravitaillement, ni le tumulte et la fureur des affrontements, ni les pertes humaines. Par ses gravures, Errard replace le lecteur dans une vision réaliste de la fortification.

5.3. UNE GÉOMÉTRIE DE LA SÉCURITÉ

Les mathématiques sont omniprésentes dans la *Fortification*. Dès l'établissement des axiomes, Errard raisonne en termes de rapports simples qui semblent encore se référer au principe de démultiplication qu'il affectionnait dans son livre d'instruments et sa *Geometrie*. Les forces qui se font face sont appréhendées comme des dispositifs mécaniques dont toutes les parties sont proportionnelles et qui doivent entretenir entre elles un rapport d'équilibre, comme dans une balance. L'hétérogénéité des objets « pesés » est compensée par une conversion dans une seule unité, la puissance de l'homme, qui peut être mesurée aussi bien dans le mouvement de l'attaque que dans le transport des matériaux et la résistance au sommeil.

Pour la création de la forme de ses bastions, Errard part du triangle, composant de base du polygone, et non du polygone entier comme le faisaient ses prédécesseurs. La construction est effectuée à l'intérieur du triangle, Errard ne cherche donc pas à ajuster les unes aux autres des excroissances du polygone, mais à engendrer de l'intérieur une forme indépendante qui sera reproduite dans le polygone entier. La construction du bastion ne s'appuie que sur les angles, en aucun cas sur des mesures, mais la taille de l'enceinte ainsi tracée sera ensuite soumise aux critères des contraintes et la forteresse qui convient sera obtenue par similitude à partir du « segment-unité » qu'Errard choisit égal à la longueur du flanc du bastion.

Le rôle des mathématiques commence dès la génération de la forme des bastions, par le jeu des angles déterminés et l'utilisation des théorèmes de la géométrie du triangle permet à l'auteur d'assurer que le front de fortification qu'il oppose aux batteries ennemies répond aux contraintes des maximes et qu'ainsi il pourra leur résister sans offrir de point faible. Nous pouvons en ce sens parler d'une sécurité garantie par la géométrie.

5.4. LA *FORTIFICATION GÉOMÉTRIQUE*

Nous pouvons maintenant revenir sur notre questionnement de l'importance de la *Fortification* de Jean Errard dans l'histoire des textes traitant de cette matière. Les changements majeurs qu'il apporte nous paraissent justifier pleinement l'expression de « révolution errardienne », puisque notre auteur est le premier à enraciner le bastionnement

des forteresses dans les mathématiques, de l'analyse des forces en présence à la génération de la forme des bastions.

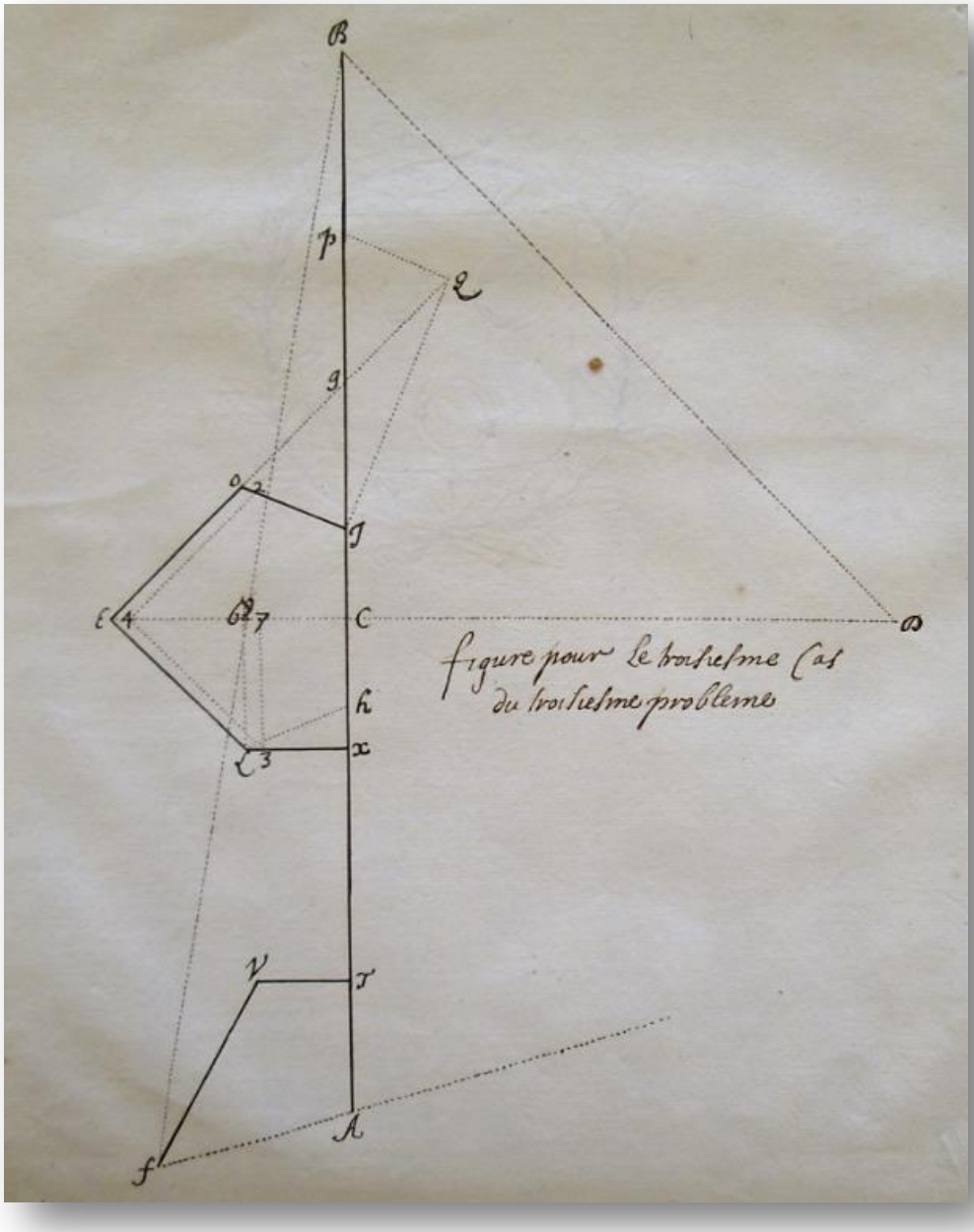
Nous qualifierons la fortification ainsi façonnée, justifiée et démontrée par les mathématiques de *fortification géométrique*, accordant à Jean Errard la place de fondateur de cette conception de la fortification en tant que science. À sa naissance en 1600, elle possède les quatre caractéristiques que nous venons de définir, à savoir : 1° l'établissement de ses maximes par une réflexion sur les données de l'expérience ; 2° la création des formes des bastions par des tracés intentionnels guidés par ces maximes ; 3° l'obtention de la mesure des longueurs contraintes par des démonstrations géométriques ; et 4° la distinction des représentations selon leur fonction et selon le nombre de dimensions des objets représentés. La place fondamentale ainsi accordée à la géométrie euclidienne apporte un cadre rigoureux pour les raisonnements, qui ne tiendront plus du genre du discours ou du dialogue que nous avons relevé chez d'autres auteurs que nous avons étudiés.

En nous attachant à définir cette *fortification géométrique* comme une catégorie particulière de la fortification, nous souhaitons contribuer au débat historique autour de la révolution militaire, en mettant en lumière un aspect jusqu'ici délaissé, mais pourtant cohérent avec deux mouvements conjoints qui s'opèrent dès le début du XVII^e^ siècle, la révolution mathématique et la professionnalisation des armées. Il s'agit de la réflexion visant à faire de la fortification un objet d'étude et à la mettre à la portée de jeunes gens qu'il faut former. En ce sens, la réduction en art opérée par Errard s'apparente à une transposition des pratiques et à leur insertion dans un cadre théorique visant à permettre leur transmission.

Nous centrons donc la troisième partie de notre thèse le devenir de la *fortification géométrique* dans la suite du XVII^e^ siècle. Nous nous intéresserons à son appropriation par les ingénieurs sur le terrain qu'à sa transformation en objet d'enseignement pour les jeunes officiers, afin d'en établir la portée à la fois dans la pratique et dans l'étude.

TROISIÈME PARTIE

L'HÉRITAGE ERRARDIEN



[Roberval, Gilles Personne de], *Traicté des fortifications regulières et irregulières*, vers 1645. Ms 1060, Bibliothèque Sainte Geneviève, Paris.

CHAPITRE 6

SIMON STEVIN ET L'ÉCOLE DE LEYDE

La fortification hollandaise revêt une telle importance dans notre problématique que nous lui consacrons un chapitre entier. L'une des raisons de cette importance est, comme nous l'avons déjà écrit, le grand retentissement en Europe des combats de la Guerre d'indépendance des Pays-Bas (guerre de Quatre-Vingt ans) et l'attention portée aux forteresses hollandaises par de nombreux observateurs, y compris des personnes extérieures au monde militaire. Une autre raison, plus en rapport avec notre thème, est le lien profond établi par les mathématiciens de Leyde entre la fortification et la géométrie. Si ce lien peut être jugé relativement lâche chez Stevin, pourtant grand mathématicien par ailleurs, il se renforce dès la publication des *Œuvres mathematicques*[1] de Samuel Marolois pour devenir une caractéristique des ouvrages de fortification hollandais de la première moitié du XVII^e^ siècle.

Simon Stevin est connu comme l'un des grands savants du XVII^e^ siècle, par la portée et l'étendue de ses recherches, rassemblées en partie dans ses *Œuvres mathématiques*, dont l'édition par Albert Girard en 1634[2] a assuré la postérité. La bonne diffusion de cet ouvrage, manifestée par sa présence actuelle dans de nombreuses bibliothèques, doit sans doute beaucoup à la qualité de l'impression des libraires Elsevier, qui ont aussi usé d'un bon réseau commercial s'étendant dans les grandes capitales européennes. Mais il marque son époque également pour les avancées significatives qu'il apporte dans de nombreux domaines. Stevin s'est intéressé en scientifique à des sujets aussi variés que les finances privées et publiques, la géographie (dont l'astronomie et la navigation), la statique, l'optique, les fortifications, la fabrication des moulins, etc.

---

[1] Marolois, Samuel, *Opera mathematica ou oeuvres mathematicques. Traictans de Geometrie, Perspective, Architecture et Fortifications par Samuel Marolois. Ausquels sont ajoins les fondements de la Perspective, & Architecture de J[an] Wredm[an] [de] Vriese. Augmentée & Corrigée en divers endroicts par le mesme Auteur.* La haye, Hendrik Hondius, 1614 [-1616]

[2] Stevin, Simon, *Les Œuvres mathematiques de Simon Stevin de Bruges. Ou sont inserées les Memoires Mathematiques esquelles s'est exercé le Tres-haut & Tres-illustre Prince Maurice de Nassau, Prince d'Aurenge, Gouverneur des Provinces des Païs-bas unis, General par Mer & par Terre, &c. Le tout reveu, corrigé & augmenté par Albert Girard, Samielois, Mathematicien.* Leyde, Bonaventure & Abraham Elsevier, 1634.

Il nous paraît intéressant, avant d'étudier les traités de fortification des mathématiciens de Leyde, de comparer les écrits de Stevin sur ce sujet à ceux de l'ingénieur anversois Michel Coignet, car ces deux grands scientifiques ont exercé des fonctions similaires auprès des deux puissances qui s'opposent dans les guerres de Flandre[3]. Or, Stevin a publié son traité de fortification en 1594, avant la parution de celui d'Errard, alors que les manuscrits de Coignet dont nous avons connaissance ont été rédigés, dans les années 1610, après cette parution. Existe-t-il des différences dans leurs approches de la fortification ? Les éventuels changements manifestent-ils la portée des conceptions d'Errard ?

1. LA FORTIFICATION SELON SIMON STEVIN (1594) ET MICHEL COIGNET (1612)

Nous justifions notre comparaison de ces deux grands scientifiques du début du XVII[e] siècle par la proximité de leur parcours et celle de leurs fonctions. Stevin était le plus proche conseiller de Maurice de Nassau, *Stadhouder* des Provinces-Unies à la tête de la résistance au pouvoir espagnol, tandis que Coignet occupait la fonction d'ingénieur militaire et de mathématicien des archiducs Albert et Isabelle à la même époque. Ils se sont donc retrouvés dans des camps opposés, comme lors des sièges de Hulst et d'Ostende[4], mais leurs parcours et leurs objets d'étude sont très similaires. Michel Coignet (1549-1623)[5] a débuté comme maître d'école spécialiste d'arithmétique, à Anvers à la fin des années 1560, quand Simon Stevin (vers 1548-1620)[6] y était teneur de livres de comptes, avant d'aller travailler à l'administration des finances de Bruges. Arithméticiens et algébristes à l'origine, tous deux se sont emparés de questions dépassant largement ce domaine. Mais si nous savons quels sont la plupart des travaux de Stevin par ses publications, ceux que nous connaissons de Coignet sont éparpillés dans des manuscrits dispersés selon l'origine de leurs rédacteurs (Bruxelles, Paris, Madrid, Rome, etc.). En effet, Coignet a occupé la fonction de précepteur de mathématiques

---

[3] Bosmans, Henri, « Le traité des sinus de Michiel Coignet », *Annales de la société scientifique de Bruxelles*, n°25 (2), 1901, p. 91.

[4] Bosmans, Henri, « Le traité des sinus de Michiel Coignet… », *art. cit.*, *loc. cit.* ; Stevin, à propos de la composition des sols, cite « la ville de Hulst en Flandre », « comme l'expérience le montre és sièges des villes ou nous nous sommes trouvé » (Stevin, Simon, , *Les Œuvres mathematiques…*, *op. cit.*, 1634, « Deuxiesme livre de la Geographie », p. 133).

[5] De Groote, H.L.V., notice « Coignet, Michiel, schoolmeester, wiskundige, instrumentmaker, ingenieur », *Nationaal Biografisch Woordenboek* III. Bruxelles, Koninklijke Vlaamse Academie van België, 1968, p. 184-191 ; Meskens, Ad, *Practical Mathematics in a Commercial Metropolis*, *op. cit.*, p. 9-22, *passim*.

[6] Bosmans, Henri, notice « Simon Stevin », Biographie nationale, Volume 23. Bruxelles, Académie royale de Belgique, 1924, p. 887-937.

des principaux officiers de l'armée des archiducs[7], pour laquelle il a été pensionné[8]. Il était très estimé de scientifiques de son temps. Adriaan van Roomen louait ses capacités dans toutes les parties des mathématiques[9] et l'inscrivit sur la liste des meilleurs mathématiciens auxquels il adressait son problème (cf. *supra*, chap. 3, §3.2). Le nom de Coignet reste attaché à son *Art de naviguer*[10] qui l'a rendu célèbre et à sa *règle pantomètre*[11], qui serait à l'origine du compas de proportion[12]. Plus généralement, ses travaux sur les instruments de mathématiques sont reproduits dans plusieurs manuscrits datés des années 1610-1612[13], ce qui laisse penser qu'ils représentaient une bonne partie de son enseignement. Ces manuscrits présentent également d'autres domaines de recherche liés à la navigation, à la fortification et à l'astronomie, principalement autour des triangles et de la trigonométrie. L'étendue des recherches de Coignet le place donc au rang d'un grand scientifique comme Stevin.

1.1. LE *STERCTENBOUWING* DE SIMON STEVIN (1594)

Stevin publie ce premier traité militaire[14] alors qu'il occupe officiellement des fonctions dans l'armée depuis un an. Quelles étaient ses sources ? Dans toutes ses œuvres mathématiques, il reconnaît sa dette à l'égard des auteurs dont il s'inspire, allant même jusqu'à différencier, dans ses citations d'Euclide, les choix de Zamberti et de Campanus[15]. Par exemple, pour la résolution des équations, il se réfère à Diophante et Al Khwarizmi, mais

---

[7] Bosmans, Henri, « Le traité des sinus de Michiel Coignet… », *art. cit.*, p. 91.
[8] *Ibid.*, p. 92.
[9] Adolphe Quételet, *Histoire des sciences mathématiques et physiques chez les Belges* p. 123, cité par Bosmans, Henri, « Le traité des sinus de Michiel Coignet… », *op. cit.*, *loc. cit.*
[10] Coignet, Michel, *Instruction nouvelle des poincts plus excellents & necessaires, touchant l'art de naviguer. Contenant plusieurs reigles, pratiques, enseignemens, & instrumens tresidoines à tous Pilotes, maistres de navire, & autres qui journellement hantent la mer...* Anvers, Henry Hendrix, 1581.
[11] Coignet, Michel, *La geometrie reduite en une facile et briefve practique, par deux excellents instruments dont l'un est le Pantometre ou compas de proportion de Michel Connette, Ingenieur du feu Serenissime Archiduc Albert, enrichy de huict divisions par dessusle commun & ordinaire : L'autre est l'usage du compas à huict poinctes inventé par Fabrice Mordente, Mathematicien de feu Alexandre Farnese, Duc de Parme & de Plaisance, &c...* Paris, Charles Hulpeau, 1626.
[12] Meskens, Ad, *Practical Mathematics in a Commercial Metropolis*, *op. cit.*, p. 122-123.
[13] *El uso de las divisiones geometricas puestas en las dos reglas pantometras…*, Ms Espagnol 351, Bibliothèque nationale de France *; Architectura militare per le fortificazioni moderne*, *op. cit.*, Ms 1670, Biblioteca Angelica, Rome ; *Usus trium paecipuorum Mathematicorum Instrumentorum…*, 1612. Mss 9213, Biblioteca nacional de España ; *Recueil de traités mathématiques de Michel Coignet…*, Ms II 769, Bibliothèque royale de Belgique.
[14] Stevin, Simon, *De Stercktenbouwing, beschreven door Simon Stevin van Brugghe*. Leyden, Francoys van Ravelenghien, 1594. L'édition en allemand paraît en 1608 à Francfort. Nous nous servons de la version française d'Albert Girard, parue dans les *Œuvres mathématiques* de 1634.
[15] Stevin, Simon, *Les Œuvres mathematiques…*, *op. cit.*, Premier livre d'arithmetique, « Qu'il n'y a aucuns nombres absurdes, irrationnels, irreguliers, inexplicables ou sourds. », p. 9.

aussi aux auteurs plus récents Tartaglia, Cardan, Bombelli, dont il est manifeste qu'il a lu les ouvrages[16]. De même, pour la construction de la table des sinus, Stevin indique que ses valeurs sont prises de Regiomontanus « sans rechercher partout si le compte en est juste »[17], puisqu'il n'est question que d'expliquer la construction. Sa posture est très différente de celle de ses contemporains qui s'appropriaient des textes et des idées auxquels ils n'apportaient rien. Nous trouvons chez lui le dialogisme historique[18], dans lequel ses interlocuteurs anciens ou contemporains ne sont pas des faire-valoir, mais des homologues qui contribuent comme lui à l'avancée de la connaissance. Ses lectures transparaissent dans ses écrits, qui sont des réponses à des problématiques posées par les auteurs qu'il cite.

Lorsqu'il publie son traité de fortification, il a lu Specklin et de nombreux fortificateurs italiens, dont il compare les préconisations et qu'il cite par conséquent nommément, reconnaissant ainsi une forme de paternité des idées. Le tracé qu'il propose est pourtant original, mais il le situe dans la continuité des travaux de ses prédécesseurs. C'est essentiellement à propos du choix de mesures de longueurs qu'il évoque Castriotto et Maggi, Tartaglia, Theti, Cataneo, Pasino et Specklin, dont le nom revient à plusieurs reprises[19]. La circulation des savoirs se lit donc directement sous la plume de l'auteur.

L'historiographie[20] a surtout retenu Pasino comme son inspirateur direct, puisque la bibliothèque de Maurice de Nassau, ami intime de Stevin, contenait le manuscrit du *Discours* de Pasino, que les historiens croyaient perdu[21], mais que nous avons retrouvé à Bruxelles et étudié dans notre première partie (cf. *supra*, chap. 1, §2.5). Les imprimés disponibles à l'époque dans la bibliothèque du Prince Maurice étaient les ouvrages de Theti, Specklin et Cataneo, que nous avons étudiés. Mais Stevin reste-t-il dans le cadre strict de la fortification à l'italienne ou innove-t-il ?

Intéressons-nous à l'ordre dans lequel il expose les connaissances, en examinant le plan de son ouvrage. Stevin commence par vingt-et-une définitions des termes de la fortification, suivant en cela un ordre euclidien qui n'était pas celui d'Errard. Vient ensuite son unique

---

[16] *Ibid*., « Deuxiesme livre d'arithmetique », p. 62.
[17] *Ibid*., « Deuxiesme volume traitant de la Cosmographie », p. 3.
[18] Cf. Barbin, Evelyne, « Une approche bakhtinienne des textes d'histoire des sciences », *art. cit.*, p. 217.
[19] Stevin, Simon, *Les Œuvres mathematiques…*, *op. cit.*, « Sixiesme volume traitant de la Fortification », pp. 658-659.
[20] En particulier Wauwermans, cité par Schukking, V. H., *The principal Works of Simon Stevin, vol IV*, *op. cit.*, p. 33.
[21] *Ibid*., p. 34.

exemple (Figure 6.1), celui du bastionnement de l'hexagone, vu sous l'angle du dessin (*Pourtraicture ichnographique*) et qui sera appliqué ensuite aux cas des polygones réguliers de cinq à dix côtés, après la considération des matériaux de construction.

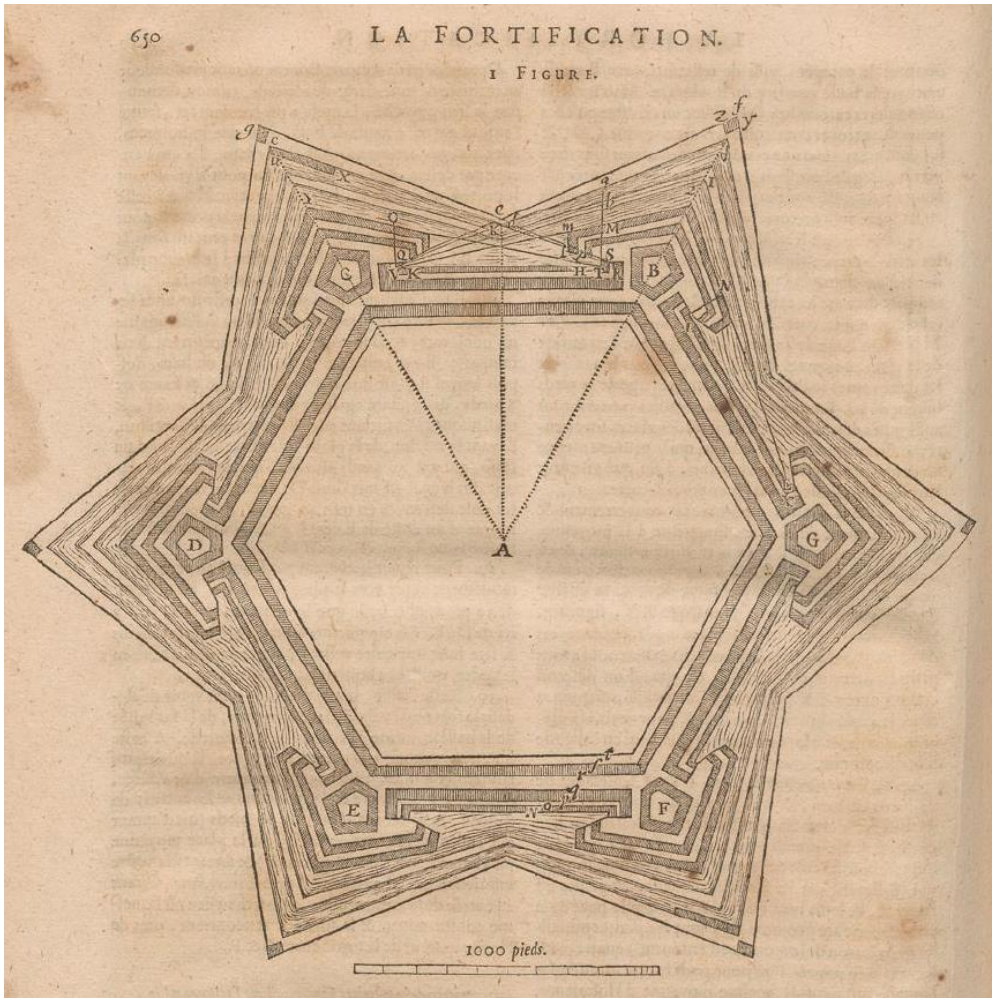


Figure 6.1

Stevin ne fonde pas son tracé sur des maximes, mais il donne d'emblée les longueurs de toutes les lignes de la figure. Le tracé est ensuite longuement décrit avec le détail des actions du dessinateur (prendre tant de pieds avec le compas sur l'échelle, tirer telle ligne, écrire le nom de tels points, etc.). Il dessine une figure symétrique présentant d'esthétiques parallèles en noir et blanc, mais sa *manière* n'aura pas de traduction sur le terrain. Partisan des forteresses maçonnées, il ne se soucie pas des coûts de construction, mais il souhaitait simplement écrire l'ouvrage de référence en langue néerlandaise qui manquait aux Provinces-Unies.

Dans les derniers chapitres, Stevin aborde divers points techniques qu'il discute en pesant les arguments en faveur de telle ou telle pratique. Cela lui permet une approche historique rudimentaire de la fortification, dont l'évolution est rapportée à celle de l'artillerie. Nous

notons donc des différences fondamentales avec l'ordre que préconise Errard. Stevin ne pratique pas une réduction en art à destination des ingénieurs de terrain, mais rédige un ensemble de leçons à l'usage de débutants auxquels il présente un florilège de problèmes qui se posent aux architectes des forteresses. Il aborde la fortification selon les deux aspects théorique et pratique, dans cet ordre, comme c'est le cas dans nombre de ses autres ouvrages dont les titres associent souvent *spiegeling* et *daet*. Il avait lui-même découvert ce procédé d'exposition comme étudiant à l'université de Leyde et l'applique ici pour son efficacité pédagogique. L'ouvrage reprend peut-être les cours de fortification qu'il a donnés à Maurice de Nassau et il anticipe les cours en langue vulgaire de l'école d'ingénieur que ce dernier fondera en 1600 au sein de l'université de Leyde, et dont nous ne savons pas si Stevin y a enseigné, bien qu'il en ait rédigé le programme[22]. Nous y reviendrons dans ce chapitre. Nous nous intéressons maintenant à Michel Coignet, dont les pratiques bien diffusées parmi les officiers sont postérieures de vingt ans à celles de Stevin et viennent après la publication des deux premières éditions de la *Fortification reduicte en art et demonstrée*.

1.2. LES MANUSCRITS DE MICHEL COIGNET (1612)

Comme nous l'avons indiqué, les manuscrits de Coignet sont disséminés dans plusieurs pays. Deux d'entre eux concernent l'architecture militaire, il s'agit de l'*Architectura militare*[23] de Rome et d'une partie du *Recueil de traités mathématiques*[24] de Bruxelles. Le manuscrit de l'*Architectura militare* contient de nombreuses comparaisons entre différentes méthodes de tracé des bastions, aussi bien qu'entre les partis-pris des auteurs auxquels Coignet se réfère. C'est en ce sens un ouvrage historique, qui s'appuie sur les auteurs italiens depuis Tartaglia, mais reproduit aussi sans en citer la source, des illustrations de l'*Architectura von Festungen* de Specklin (Cf. Annexe B3, figure 7.6). Coignet n'y indique pas sa méthode de fortification préférée, et les figures (a priori réalisées par son élève) ne sont

---

[22] Van den Heuvel, Charles, « Le traité incomplet de l'art militaire et l'instruction pour une école des ingénieurs de Simon Stevin », *art. cit.*, p. 109-110.

[23] Coignet, Michel, *Architectura militare per le fortificazioni moderne*, début du XVII^e^ siècle. Ms 1670, Biblioteca Angelica, Rome.

[24] Coignet, Michel, *Recueil de traités mathématiques de Michel Coignet : Des Tables de Sinus, Tangentes, Sécantes, ettc. Des Triangles plans… L'usaige des 12. divisions marquez sur la Reigle platte (apellee Pantometre)… Le tout donné Au Capitaine Thomas francquin quartier m[aist]re g[e]n[e]ral des Armees de sa Ma[jes]té et de leurs Altezes Ser.^mes^ es Païs bas par Monsieur Michiel Coignet, Mathematicien de leursdites Altezes*. 1612. Ms II 769, Bibliothèque royale de Belgique.

pas accompagnées des instructions pour leur tracé. Il est possible que ces instructions aient été fournies à part et que le tracé lui-même constitue un exercice pour l'élève. Cette supposition est en cohérence avec le contenu du *Recueil de traités mathématiques* qui expose justement les leçons[25] données à un capitaine de l'armée des archiducs (Annexe B3, figure 6.2). Comment les méthodes enseignées par Coignet se démarquent elles de celles de Stevin et des auteurs italiens ?

Si nouveauté il y a, c'est avant tout dans les outils mathématiques servant aux mesures. Dans le *Recueil*, nous trouvons un *Traicté des sinus*[26] dans lequel l'auteur reprend les travaux de Ptolémée et de Regiomontanus pour exposer la construction de la table des sinus. Il lui est adjoint un *Traicté des triangles plans*[27] qui expose, dans une de ses premières formulations, ce que nous appelons aujourd'hui la loi des sinus[28], puis les divers cas de résolution des triangles. Ces propositions sont appliquées à la mesure des longueurs inaccessibles, dont l'auteur donne des solutions « simples et élégantes[29] », puis à des problèmes de gnomonique et de fortification. Selon l'historiographie, ces problèmes n'ont pas d'importance pour le *Traicté des triangles plans* et leur présence est accidentelle[30]. Nous pensons au contraire qu'ils ont justement été insérés à cet endroit pour montrer l'efficacité de la trigonométrie dans résolution des problèmes qui se posent à des praticiens de divers domaines, et en particulier pour la fortification.

1.2.1. LA POSSIBILITÉ D'UN TRACÉ SANS INSTRUMENTS

Le premier problème traité par Coignet est celui du tracé d'un pentagone sur le terrain, à l'aide de piquets et de cordes sans instruments de visée (Figure 6.3).

Comme nous pouvons le constater, ce tracé sans instruments se base sur le calcul préalable des mesures de toutes les lignes de ce pentagone, calcul rendu possible par les tables

---

[25] Bosmans, Henri, « Le traité des sinus de Michiel Coignet… », *art. cit.*, p. 170.
[26] Coignet, Michel, *Recueil de traités mathématiques*, *op. cit.*, « Traicté des Sinus contenant un abrégé pour faire les tables des Sinus, par layde desquels se feront les tables des Tangentes et Secantes », fol. 2-13v, puis les tables proprement dites, fol. 14-16v. Ce traité a été étudié par le père Bosmans, dans Bosmans, Henri, « Le traité des sinus de Michiel Coignet… », *art. cit.*
[27] *Ibid.*, « Traicté des Triangles plains ou Rectilignes. Monstrant la practicq[ue] pour supputer avecq laÿde des trois tables de Sinus, Tangente et Secante, les costez, ou angles qu'on chercher ausditz triangles Rectilignes », fol. 18-29v.
[28] Bosmans, Henri, « Le traité des sinus de Michiel Coignet… », *art. cit.*, p. 96.
[29] *Ibid.*, p. 100.
[30] Bosmans estimait que les feuillets 30 à 37, traitant de ces questions, ne se trouvaient dans le *Recueil* que parce qu'ils étaient l'œuvre de Coignet (*Ibid.*, p. 94).

trigonométriques. Coignet fixe *a priori* la longueur du côté *BC* à 10 000 unités (« parties ») et résout le triangle *ADC* par la table des tangentes. L'angle *CAD* étant de 36 degrés, le rapport de *DC* à *AD* (qui est la tangente de *CAD*) est celui de 13 764 à 10 000 (NB : la cotangente de 36° est approximativement égale à 1,37638).

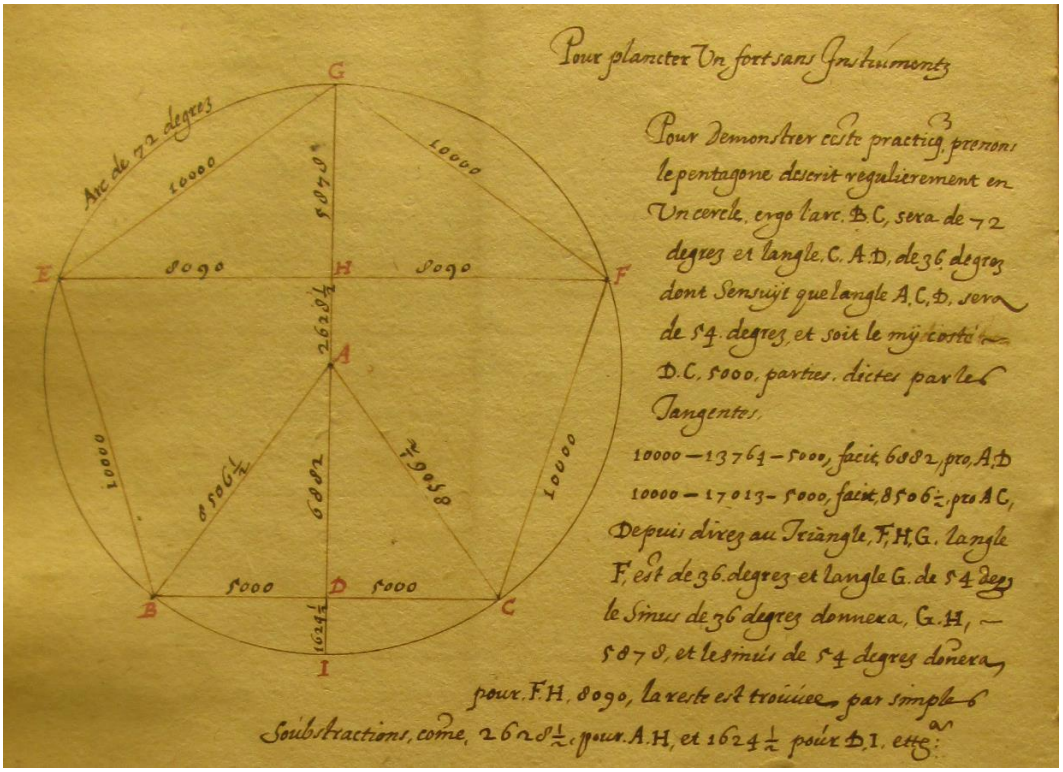


Figure 6.3

Les autres longueurs sont calculées d'une manière équivalente et toutes cotées sur la figure. Coignet utilise la similitude à la façon d'Errard, indiquant qu'il est possible d'obtenir des mesures proportionnelles en fonction de la taille souhaitée pour la forteresse. Il introduit par conséquent une « longueur-unité », concept absent des traités italiens qu'il référence, mais similaire à celui d'Errard fixant la longueur du flanc du bastion à 16 toises. Dans l'exemple qu'il donne, c'est la distance *BC* entre les centres de deux bastions voisins qu'il fixe à 400 pieds (environ 65 toises). Il explique ensuite les calculs de proportion et donne la procédure à suivre pour tracer le pentagone sur le terrain à l'aide de cordes et de piquets. La double page suivante est un tableau[31] récapitulant les valeurs similaires des lignes composant les polygones réguliers, du carré au dodécagone (Annexe B3, Figure 6.4). Le détail des calculs n'est pas donné.

[31] Coignet, Michel, *Recueil de traités mathématiques*, *op. cit.*, fol. 30v-31.

1.2.2 *MANIÈRE* DE BASTIONNER UN HEPTAGONE

L'exercice suivant nous intéresse parce qu'il indique une première *manière* générale de l'auteur[32], expliquée sur la figure de l'heptagone, premier polygone régulier non susceptible d'une construction exacte. Le bastionnement est d'abord réalisé selon une manière proche de celle de Lorini. Nous l'exposons en suivant la figure tracée par le rédacteur du manuscrit (Figure 6.5). Le côté [*AB*] de l'heptagone est divisé en quatre parties égales aux points *D*, *C* et *E*, engendrant ainsi la courtine [*DE*], puis les flancs [*DF*] et [*EG*] sont tracés perpendiculairement à cette courtine. Les faces [*FO*] et [*GP*] des bastions sont engendrées par les lignes de défense, tirées depuis la courtine jusqu'aux lignes capitales [*MA*) et [*NB*) prolongées vers l'extérieur de l'enceinte. Les demi-courtines [*CD*] et [*CE*] sont divisées en quatre parties égales aux points notés 6, 7 et 8 de part et d'autre, la distance étant reportée de l'autre côté pour obtenir les points notés 4. Les lignes de défense seront tirées depuis les points 4 pour un carré, 5 pour un pentagone, etc. La Figure 6.5 indique la construction dans le cas de l'heptagone, dont les lignes de défense sont par conséquent tirées depuis les points notés 7.

Le calcul de la mesure de l'angle du bastion *GPL* dépend de la valeur de l'angle *E7G*, dont le sinus *EG* et le cosinus *7G* sont dans le rapport de 2 à 6 (dans le triangle *E7G*). L'angle *E7G* est donc évalué à 18 degrés 26 minutes. Considérant le triangle rectangle *B7P*, Coignet soustrait cette dernière valeur de la mesure de l'angle *DBN*, 64 degrés 17 minutes, pour obtenir 45 degré 51 minutes pour l'angle *GPB*[33]. Il obtient donc pour l'angle du bastion le double de cette valeur, soit 91 degrés et 42 minutes.

---

[32] *Ibid*., « Pour trouver la grandeur des Angles Exterieurs des Bolverds, faictes selon la reigle g[e]n[e]rale de Monsieur Coignet », fol. 31v-32.

[33] Il utilise pour cela la première partie de la 32^{e} proposition du premier livre des *Éléments* d'Euclide : l'angle extérieur d'un triangle est égal à la somme des deux angles intérieurs qui lui sont opposés (Euclide, *Les Éléments (trad. Bernard Vitrac)*, *op. cit.*, vol. 1, p. 255).

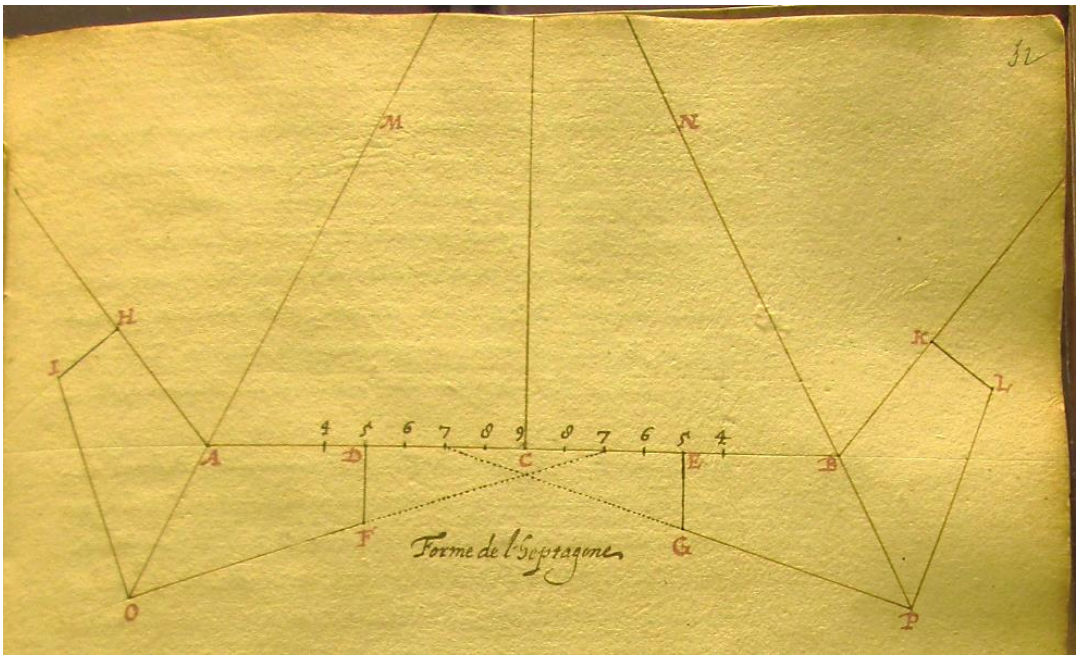


Figure 6.5

Si nous exceptons l'utilisation de la trigonométrie, cette démonstration aurait pu être écrite par Errard, tant l'approche fondée sur les triangles ressemble à la sienne. Or, nous avons déjà indiqué que Coignet citait Errard et Specklin parmi les principaux ingénieurs ayant écrit sur les fortifications, il ne fait aucun doute qu'il connaissait leurs ouvrages. Pouvons-nous donc lire ici un signe d'adhésion aux méthodes de la fortification géométrique erradienne ?

1.2.3. LA RECTIFICATION DU BASTION

Après avoir donné une table des angles des bastions des polygones[34] depuis le carré (64 degrés et 58 minutes) jusqu'au dodécagone (96 degrés et 52 minutes), Coignet revient sur sa construction, en critiquant la diversité des angles des bastions obtenus[35] :

> *Et combien que ceste n[os]tre practiq[ue] est facille, a retenir par memoire les places pour ficher les deffences, si est ce que suyvant ceste reigle les Bolverds ont des angles fort divers, car ceulx de l'exagone et nonagone sont aigus, mais ceulx de l'heptagone, octogone et les autres jusques au Dodecagone sont un peu obtus, Reste doncques de trouver les vraÿs lieux des deffences pour faire tousjours que langle du*

[34] Coignet, Michel, *Recueil de traités mathématiques*, *op. cit.*, fol. 32.
[35] *Ibid.*, fol. 32v.

Bolverd soit droict, en comencant a lexagone, veu que le pentagone et Tetragone par force ont langle du Bolverd aigu.

Le propos retient fortement notre attention : après avoir indiqué une méthode de tracé facile à retenir mais donnant des résultats variables, Coignet demande maintenant que l'angle flanqué soit droit, ce qui est la principale maxime d'Errard. Il cherche donc les « vrais lieux » des points depuis lesquels il faut tirer les lignes de défense qui engendrent les angles des bastions droits. Posant donc l'angle du bastion droit, il calcule à quelle distance doivent être placées les extrémités des lignes de défense sur la courtine, à l'aide des mêmes tables trigonométriques en considérant les longueurs recherchées comme des côtés de triangles rectangles. Il expose également le nouveau tracé sur l'exemple de l'hexagone (Figure 6.6).

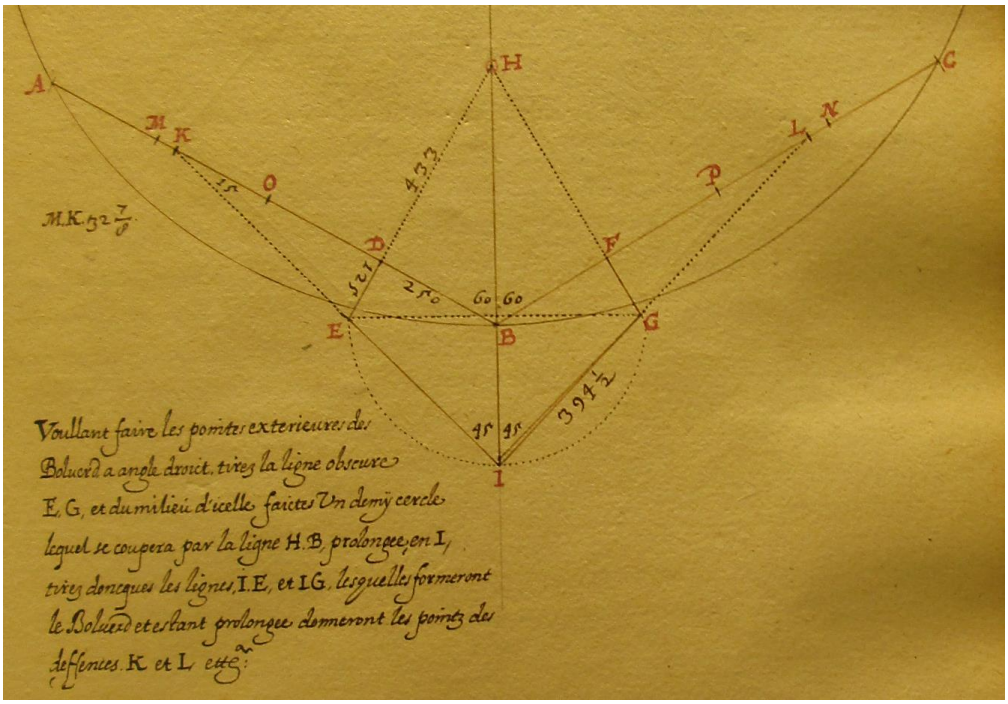


Figure 6.6

La longueur des côtés [*AB*] et [*BC*] de l'hexagone est fixée à 1000 pieds. Le quart de cette longueur, 250 pieds, est la distance séparant *B* des points *D* et *F* d'où sont tirés les flancs [*DE*] et [*FG*]. Coignet obtient la pointe *I* du bastion d'une manière que nous avons rencontrée chez Scala (cf. *supra*, chap. 5, §2.2), comme intersection du rayon prolongé et du cercle de diamètre [*EG*], ce qui assure que l'angle en *I* est droit. Les points *K* et *L* sont obtenus comme

intersection des lignes [*IE*) et [*IG*) avec les côtés de l'hexagone. Les mesures des longueurs sont calculées par la trigonométrie.

Cette méthode est utilisée pour calculer « les vraÿs lieux des deffences » des polygones de six à douze côtés[36], sur le principe d'une longueur de côté de 1000 pieds, d'une demi-gorge (terme non utilisé) de 250 pieds, d'un flanc de 125 pieds et d'un angle de 90° à la pointe du bastion. Une table synthétique récapitule toutes les valeurs, dont Coignet explique l'usage pour le tracé sur le terrain. Il est ainsi parvenu à rendre la pratique courante du tracé sur le terrain compatible avec la principale maxime de la fortification d'Errard et de Specklin, à savoir la rectitude de l'angle flanqué. Comme Errard fait partie des auteurs de référence de Coignet, nous y voyons un signe de la prise en compte des préceptes errardiens dans la pratique de la fortification en 1612[37] par un mathématicien qui en a saisi les enjeux.

En outre, nous réaffirmons notre appréciation de la cohérence de l'ensemble du recueil, dont l'auteur met en valeur l'intérêt de la trigonométrie dans son application à la résolution des problèmes des ingénieurs militaires sur le terrain. Il s'agit là d'une des premières manifestations de l'utilisation des méthodes trigonométriques en fortification. Les travaux de Coignet se distinguent ainsi de ceux d'Errard en ce qui concerne les calculs par l'usage des tables de sinus et de tangentes. Nous porterons particulièrement notre attention dans toute la suite de cette partie au rôle de la trigonométrie dans les ouvrages de fortification.

1.3. 1594-1612 : QUELS CHANGEMENTS DANS LES PRATIQUES ?

Comparons l'ordre du *Sterctenbouwing* de Stevin avec celui de l'*Architectura militare* de Coignet. Il s'agit en effet d'ensembles cohérents et complets, même si le manuscrit de Rome est augmenté d'un traité d'artillerie que nous ne trouvons pas chez Stevin. Les deux ouvrages ont une visée pédagogique et donnent une perspective historique sur divers points de la fortification. Contrairement à la *Fortification demonstrée et reduicte en art*, ils accordent peu de place aux tracés, ce qui se manifeste par l'absence de définitions spécifiques aux lignes et angles des figures géométriques. Avec la même approche que les traités italiens de Theti, de

[36] *Ibid.*, « Sensuÿvent les vraÿs lieux des deffences, pour faire langle du Bolverd droict, pour les autres figures polÿgonales depuys lexagone jusques au Dodecagone », fol. 34.
[37] Cette partie se termine par la description de la méthode de tracé sur le terrain de la ligne du fossé et la mention « Finis, 1612 » (*Ibid.*, fol. 35).

Pasino et de Lorini, nos deux savants flamands offrent à des lecteurs inexpérimentés un panorama des conceptions des grands auteurs de fortification.

La formulation des maximes établies à partir de données du terrain, caractéristique essentielle de la fortification géométrique erradienne, ne se retrouve ni dans le *Sterctenbouwing* de Stevin, ni dans les manuscrits de Coignet. Nous avons cependant relevé dans le *Recueil* de ce dernier une modification de la pratique courante du bastionnement, imposant comme préalable à la construction l'angle droit à la pointe des bastions, ce qui est la principale maxime errardienne. Ce principe, non suivi aux Pays-Bas à l'époque, nous paraît correspondre à la prise en compte des conceptions défendues dans la *Fortification demonstrée et reduicte en art*.

Un autre changement est intervenu entre l'époque du *Sterctenbouwing* et celle du *Recueil*, il concerne les calculs. Stevin donne d'emblée toutes les mesures au fur et à mesure de la procédure de construction de la forteresse. La forme de celle-ci est donc entièrement déterminée par les valeurs des lignes et des angles, non établies par le calcul. Coignet, lui, décrit d'abord une procédure de construction, puis il explique la manière de calculer les angles et les lignes au moyen des tables trigonométriques. Il est donc sur ce point dans la lignée d'Errard, créant d'abord une forme qui ne dépend pas des mesures absolues, mais de divisions de la courtine en parties égales. Ce n'est qu'ensuite qu'il calcule toutes les valeurs numériques afin de connaître exactement les longueurs et les angles du contour bastionné.

2. L'ÉCOLE DE LEYDE

La ville de Leyde est au début du XVII^e^ siècle un grand centre économique et intellectuel, fréquenté par des mathématiciens comme Stevin et Marolois, ou encore Van Ceulen et Van Schooten, protagonistes de la « controverse de la cyclométrie » que Jean Errard contribua à résoudre (cf. *supra*, chap. 3, §3). Elle est le cœur d'un bouillonnement de recherche et de développement de méthodes mathématiques appliquées aux problèmes concrets[38]. L'université attire de nombreux étudiants européens, et la fondation d'une classe de mathématiques appliquées par Maurice de Nassau à partir de 1600 va contribuer à la diffusion

[38] Bos, Henk J. M., « Simon Stevin mathématicien », *in* Elkhadem, Hossam & Bracke, Wouter (dir.), *Simon Stevin, 1548-1620. L'émergence de la nouvelle science*. Turnhout, Brepols, 2004, p. 50.

des nouvelles méthodes[39]. Mais comme nous l'avons vu, le contenu et le titre même des *Memoires* dénotent l'importance de Stevin pour lui. Il pourrait avoir bénéficié d'une certaine proximité avec le milieu des mathématiciens de Maurice de Nassau, sans doute par l'intermédiaire d'Alleaume, dont nous avons supposé qu'il était son maître. Nous étudierons donc les mathématiques et l'architecture militaire développés dans ce milieu, afin d'établir dans quelle mesure il est légitime de parler d'une école de fortification de Leyde et ce qu'elle doit à Errard.

2.1. Le rôle fondateur de Stevin

Dans les années 1590, la guerre d'indépendance des Pays-Bas prend un tournant décisif lorsque Maurice de Nassau et son cousin Guillaume Louis de Nassau-Dillenberg décident de passer à l'offensive. Les ingénieurs militaires jouent pour la première fois un rôle essentiel dans la prise de villes importantes comme Steenwijk en 1592, ce que soulignent les chroniques contemporaines, qui consacrent l'entrée des mathématiques de la fortification dans le monde militaire [40]. Il devient dès lors essentiel d'assurer la relève d'ingénieurs vieillissants comme Adriaan Anthoniszoon, que nous avons déjà évoqué au sujet de la controverse de la cyclométrie (cf. *supra*, chap. 3, §3.2). Or, les mathématiques n'étaient presque pas enseignées dans les universités récemment fondées (Leyde pour la Hollande en 1575, Franeker pour la Frise, en 1585, etc.) La formation aux aspects pratiques n'était assurée qu'en dehors de ces institutions par des maîtres privés comme l'était alors Ludoph van Ceulen[41] et l'armée des Provinces-Unies manquait d'ingénieurs formés aux nouvelles conceptions de la fortification. En 1598, le fils d'Anthoniszoon, Adriaan Metius, fut chargé d'un enseignement de mathématiques pratiques (arpentage et fortifications) en néerlandais à Franeker. En 1600, Maurice de Nassau demanda que soient donnés à Leyde des cours en néerlandais à destination des futurs ingénieurs. Il recommandait van Ceulen comme professeur et Stevin était chargé du programme des études de ce qui allait devenir la très réputée école d'ingénieur ou école militaire de Leyde[42]. Nous savons certes que Stevin avait été le maître de mathématiques de

[39] Van den Heuvel, Charles, « Le traité incomplet de l'art militaire… », *op. cit.*, p. 109.
[40] *Ibid.*, p. 97.
[41] *Ibid.*, p. 99.
[42] Molhuysen, P. C., *Bronnen tot de geschiedenis der Leidsche universiteit*, *op. cit.*, Résolution des curateurs de l'université de Leyde du 10 janvier 1600, p. 122-123.

Maurice de Nassau et un expert en fortification, mais cela le rendait-il capable de concevoir un programme d'enseignement à destination d'ingénieurs ?

2.1.1. Stevin pédagogue et défenseur de la langue vernaculaire

La dédicace de l'édition flamande du *Sterctenbouwing* de 1594 n'est pas reproduite dans les *Œuvres mathematiques* de 1634, nous ne pouvons donc pas lire en français l'objectif de l'auteur. Il est pourtant intéressant de constater que Stevin présente celui-ci comme un ouvrage didactique[43]. En effet, dédiant son ouvrage le 25 février 1594 à Hendrick van Brienen, son ancien condisciple de l'université de Leyde devenu député des États Généraux des Provinces-Unies, il s'explique sur les raisons de sa publication en flamand à propos des forteresses dignes ce nom, c'est-à-dire, selon lui, celles qui sont tracées par des méthodes mathématiques[44]. D'une part, si son traité est écrit en flamand, c'est parce qu'il s'adresse à de nombreuses personnes qui ne lisent ni l'italien ni le français, par exemple les soldats et les architectes qui veulent acquérir la science des fortifications. Prenant l'exemple de Van Roomen et de Cardan, il défend l'usage de la langue flamande, capable de transcrire les notions les plus subtiles aussi bien que le latin ou le français[45]. Dans un long passage de sa *Cosmographie*[46], il appelle de ses vœux le renouvellement du *siècle sage*, sorte d'âge d'or antédiluvien de la science. Il estime que dans chaque nation, l'exercice des arts doit être effectué dans son langage naturel[47] et démontre par conséquent les avantages de la langue flamande[48]

Par ailleurs, conscient de s'adresser à des hommes sans grandes connaissances mathématiques, il décide de s'appuyer sur un discours axiomatico-déductif inspiré d'Euclide, tout en reprenant à son compte la conception de son dédicataire, selon laquelle la théorie ne va pas sans la pratique[49] :

---

[43] Nous traduisons à partir de la traduction anglaise figurant dans l'édition moderne des œuvres de Stevin (Schukking, V. H., *The principal Works of Simon Stevin, vol IV, op. cit.*, p. 41-47).
[44] *Ibid.*, p. 41.
[45] Cf. Stevin, Simon, *Œuvres mathematiques*, *op. cit.*, p. 675, la critique des flamands qui s'expriment en français comme des perroquets.
[46] *Ibid.*, Partie *Cosmographie*, p. 110 *sqq*.
[47] *Ibid.*, p. 111-113.
[48] *Ibid.*, p. 113-124.
[49] Schukking, V. H., *The principal Works of Simon Stevin, vol IV, op. cit.*, p. 45-47 [notre traduction].

Bien que j'aie toujours été de l'opinion que les théories des Théoriciens pouvaient servir à prolonger le travail pratique des Practiciens, pour vous prouver concrètement combien le point de vue de Votre Honneur sur la combinaison des deux me convient, et parce que je ne veux pas que vous me comptiez parmi les « chasseurs d'ombre », je vous ai dédié cet exemple, qui, bien que ce ne soit (comme on dit) que des châteaux en l'air, ou plus proprement, des bastions de papier, s'approche bien plus près du sujet que des grandeurs théoriques séparées de la matière.

Ces intentions sont éclairées par d'autres passages des *Œuvres mathématiques* dans lesquels est reconnue l'imperfection des mesures concrètes[50]. Stevin unit la théorie à la pratique par des exemples puisés dans les auteurs cités. La formation des ingénieurs à Leyde allait donc être assurée en flamand, ce qui lui vaudra le qualificatif de *Duytsche Mathematique*[51]. Quel en était le programme[52] ?

2.1.2. LA *DUYTSCHE MATHEMATIQUE*

L'urgence d'une formation élémentaire et efficace transparaît dans les contenus et les modalités de la formation. L'apprentissage de l'arithmétique décimale, des techniques basiques de mesures d'aires, puis de volumes simples sur le papier et du tracé de plans de fortification était complété par des exercices pratiques sur le terrain, dans un espace qui fut aménagé pour cela dans l'enceinte de l'université[53]. L'été, les étudiants devaient assister les ingénieurs en poste dans les campagnes militaires des Provinces-Unies, l'hiver ils revenaient à Leyde pour les leçons théoriques. Les cours étaient dispensés en dehors de l'université, aussi la question de la certification de ces étudiants sans statut fut-elle vite posée. Il fut décidé qu'après avoir réussi un examen de mathématiques organisé par les professeurs, les étudiants devraient réaliser une maquette de forteresse en terre ou en bois. La réalisation en trois dimensions est donc vue comme le critère par excellence de réussite des ingénieurs.

---

[50] Cf. par exemple, Stevin, Simon, *Œuvres mathematiques*, *op. cit.*, « De la theorie meslée avec la practique », p. 127-128.
[51] Van Berkel, Klaas, « Simon Stevin et la fondation de l'école militaire de Leyde en 1600 », *op. cit.*, p. 100
[52] *Ibid*., Résolution de Stevin pour l'École d'ingénieurs, Annexe 338, p. 389*-391*. Nous utilisons les commentaires français de Van Berkel (« Simon Stevin et la fondation de l'école militaire de Leyde en 1600 », *op. cit.*, p. 100-103) et Van den Heuvel (« Le traité incomplet de l'art militaire… », *art. cit.*, p. 109-111), qui cite également un exemplaire de ce programme imprimé à Leyde et récemment retrouvé.
[53] Van Berkel, Klaas, « Simon Stevin et la fondation de l'école militaire de Leyde en 1600 », *op. cit.*, *loc. cit.*

Nous ne connaissons pas précisément les compétences mathématiques évaluées, ni le contenu détaillé des cours, qui n'ont jamais été publiés. Plusieurs historiens des mathématiques[54] ont analysé les manuscrits de la bibliothèque de l'université de Leyde, parmi lesquels se trouvent les cours que Frans van Schooten Sr donna vers 1620, et son fils Frans van Schooten Jr vers 1640. Pour les années 1610, nous trouvons un aperçu des mathématiques pratiquées à Leyde[55] dans les *Œuvres mathematiques* de Samuel Marolois que nous allons étudier.

2.2. Les *Opera Mathematica* de Samuel Marolois (1614/1616)

Samuel Marolois[56] est né en 1572 à La Haye. Son père, Nicolas[57], avait été envoyé en 1570 par les protestants de Valenciennes en ambassade auprès du Prince d'Orange. Sa démarche découverte, ses biens furent confisqués et il dut s'exiler aux Pays-Bas. Malgré une enfance dans la pauvreté, Samuel devint l'un des mathématiciens-ingénieurs des Provinces-Unies et son nom est resté l'équivalent pour la Hollande de celui d'Errard pour la France, puisqu'il fut considéré par ses contemporains comme « le père de la fortification hollandaise[58] ». Après la mort de Ludolph van Ceulen en 1610, Marolois brigua à plusieurs reprises son poste de la *Duytsche Mathematique*, et bénéficia pour cela de l'appui de Maurice de Nassau en 1614, mais c'est Frans van Schooten Sr qui fut choisi en 1615. Ce dernier avait l'avantage de pouvoir enseigner à la fois les mathématiques théoriques en latin à l'université et leur versant pratique en néerlandais. Marolois gagna sa vie comme maître privé et expert en fortification. Ses compétences de mathématicien et d'ingénieur étaient reconnues, car il fut plusieurs fois consulté avec Stevin sur des questions scientifiques et techniques par les États-Généraux de Hollande. Nous ne savons pas quelle a été sa formation et ne connaissons pas ses sources, mais nous chercherons à déterminer dans ses publications ce qu'il doit à Errard.

---

[54] Cf. Van Maanen, Jan, *Facets of Seventeenth century Mathematics in the Netherlands*, Utrecht, Drukkerij Elinkvijk BV, 1987, p. 200-209 ; Van den Heuvel, Charles, « Le traité incomplet de l'art militaire… », *op. cit.*, p. 110-112.
[55] Van Maanen, Jan, *Facets of Seventeenth century Mathematics in the Netherlands*, *op. cit.*, p. 8.
[56] Cf. De Waard, Cornelius, notice « Marolois (Samuel) », *in* Molhuysen, Philipp Christiaan & Blok, Petrus Johannes (dir.), *Nieuw Nederlandsch biografisch woordenboek*. Volume 2. Leiden, Sijthoff, 1912, col. 873-874.
[57] *Ibid.*, notice « Marolois (Nicolas) », col. 873.
[58] Cf. par exemple, Rohault, Jacques, *Œuvres posthumes*, *op. cit.*, p. 387.

Les *Oeuvres Mathematiques* de Samuel Marolois[59] ont été publiées dans un format oblong (« à l'italienne ») qui se rencontre rarement pour ce genre d'ouvrage à cette époque. C'est une édition luxueuse assortie de nombreuses planches hors texte qui en ont fait la réputation et le succès[60]. Le graveur de ces planches, Hendrik Hondius, était lui-même un élève de Marolois, comme le souligne la légende de son portrait gravé en 1662 (Annexe B3, Figure 6.7), ainsi que l'éditeur de l'ouvrage, ce qu'atteste le titre-frontispice des *Œuvres mathematiques* (Annexe B3, Figure 6.8) daté de 1614. Les personnages gravés sur ce frontispice ont été vus comme les destinataires de l'ouvrage[61], c'est-à-dire l'arpenteur, le navigateur, l'astronome et l'ingénieur des fortifications. Nous y voyons les quatre sciences annoncées dans le titre (Géométrie, Perspective, Architecture et Fortifications), symbolisées par les grands personnages d'Euclide, Vitellion, Vitruve et Archimède. Ces deux visions ne nous paraissent pas contradictoires mais complémentaires.

La date de publication de l'ouvrage reste problématique, car les pages de titre des différentes parties portent d'autres dates (1616 pour la Géométrie ; 1615 pour la *Fortification* et la *Perspective*, 1620 pour l'*Architecture* de Hondius qui est contenue dans certains exemplaires du recueil). Une édition de la *Geometrie* datée de 1613 a été signalée au XVIII[e] siècle[62]. La *Geometrie* aurait donc pu être distribuée avant le recueil des *Œuvres*, en l'attente de la finalisation de l'impression de la *Perspective*[63]. Cela paraît cohérent avec l'assez grand nombre de versions disponibles de la *Geometrie* seule. Marolois étant né en 1570 et ayant dû enseigner pour subsister, il est probable que l'imprimé ne soit que la version finale de ses notes de cours. Nous examinons la *Geometrie* de Marolois afin d'en comparer le contenu avec celui des ouvrages que nous avons précédemment étudiés.

---

[59] Marolois, Samuel, *Opera mathematica ou oeuvres mathematicques…*, *op. cit.*, 1614 [-1616]. Pour la pagination, nous nous référons à l'exemplaire de la bibliothèque de l'*Eidgenössische Technische Hochschule* (ETH) de Zürich (Rar 9726 GF), disponible en ligne sur e-rara.ch. Nous avons pu constater que la mise en page et les signatures des cahiers étaient différentes sur l'exemplaire de la Bibliothèque nationale de France (V-1991).
[60] Van Maanen, Jan, *Facets of Seventeenth century Mathematics in the Netherlands*, *op. cit.*, p. 12.
[61] *Ibid.*, p. 8 (à propos de la version redessinée en 1630).
[62] Elle se trouvait dans la bibliothèque du Cardinal Imperiali à Rome, selon la Bibliographie de l'Abbé Angelo Comolli (cité par Vosterman van Oijen, G. A., « Quelques arpenteurs hollandais de la fin du XVI[e] siècle et du commencement du XVII[e] siècle et leurs instruments », *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze Matematiche e Fisiche*, tome III (janvier 1870), p. 357).
[63] Vosterman van Oijen, G. A., « Quelques arpenteurs hollandais … », *op. cit.*, *loc. cit.*

2.2.1 LA *GEOMETRIE* DE 1616[64]

Nous l'avons écrit, ce traité a eu un succès certain, confirmé par sa traduction immédiate en allemand et plusieurs rééditions. Comme l'exprime clairement son titre, l'ouvrage contient la géométrie théorique et pratique nécessaire à la fortification (Annexe B3, Figure 6.9), aussi nous y trouvons une grande variété de matière, qui paraît correspondre à la géométrie des ingénieurs de Leyde. La première partie est une géométrie de construction, tournée vers la résolution de problèmes classiques (construction d'un triangle équilatéral, de parallèles, de perpendiculaires, etc.), ou liés à la mesure (division d'une ligne en parties de longueurs égales ou d'une figure en parties d'aires égales). Marolois suit l'ordre des définitions de la *Geometrie* d'Errard, allant jusqu'à en reprendre certaines expressions, par exemple au sujet des « tablettes ou trapezoides », dont il se justifie dans les mêmes termes qu'Errard de ne présenter aucune propriété[65]. Plus loin dans l'ouvrage[66], les définitions des solides sont également semblables à celles d'Errard.

Si les objets mathématiques définis par Marolois sont les mêmes que ceux de la *Geometrie et practique generale d'icelle*, son champ d'exploration est beaucoup plus large. Les soixante-treize propositions de cette première partie vont jusqu'à l'addition et la soustraction de figures, leur multiplication et division par des nombres, même irrationnels, et les problèmes de circonscription et d'inscription que n'abordait pas Errard. Marolois propose un florilège d'exercices de difficulté croissante, très bien éclairés par les gravures d'Hondius (voir deux exemples de planches, Annexe B3, Figures 6.10 et 6.17). La deuxième partie, sans titre, aborde en dix-huit théorèmes assortis de nombreux corollaires certaines propriétés, mais nous examinerons plutôt les suivantes qui sont davantage liées à la pratique du métier d'ingénieur.

La troisième partie expose d'une part des rudiments de trigonométrie (Annexe B3, Figure 6.12) et d'autre part la construction et l'usage d'un compas géométrique (Annexe B3, Figure 6.13), que Marolois utilise dans la mesure des longueurs par visée (Annexe B3, Figure 6.14) et l'arpentage. Cet instrument est très différent de celui d'Errard, car il permet des mesures d'angles et donc l'application immédiate de la trigonométrie sur le terrain. La troisième partie débute par un exposé concis des définitions des lignes trigonométriques et se poursuit par la

---

[64] Marolois, Samuel, *Geometrie contenant la theorie et practique d'icelle necessaire a la fortification par Sam. Marolois*. La haye, Hendrik Hondius & Arnhem, Joann Jansson, 1616.
[65] *Ibid*., fol. Av, col. B.
[66] *Ibid*., fol. Z, Zv & AA (col. A).

présentation des principaux théorèmes utilisés dans la résolution des triangles. Marolois n'approfondit pas comme Stevin la « doctrine des triangles » mais passe rapidement à l'usage de la table des sinus pour la résolution de triangles, techniques qui seront maintes fois mises en pratique dans la *Fortification*. La présentation des calculs est semblable à celle de la *Trigonometria* de Pitiscus[67], qui nous semble être une source majeure de Marolois, bien que celui-ci ne l'indique pas.

En effet, la quatrième partie de la géométrie est consacrée à la stéréométrie, ou mesure des volumes des solides, dont l'auteur admet qu'elle représente parfois une « excessive payne & grand travail[68] ». La moitié des pages[69] est consacrée au calcul du volume de terre utilisé pour la totalité des ouvrages défensifs d'une forteresse carrée (Annexe B3, Figure 6.15), ce en quoi Marolois suit entièrement Pitiscus[70]. L'ouvrage se clôt sur l'exposé du lever des plans à l'aide de la planchette.

Comme son titre l'indique, la *Practique de Geometrie* de Marolois se distingue donc nettement de celle d'Errard par son orientation pratique et sa description de techniques utilisées sur le terrain par les arpenteurs et les ingénieurs militaires. La *Geometrie* d'Errard portait sur la mesure d'objets mathématiques en dehors de tout contexte concret et sans rapport apparent avec l'architecture militaire. Marolois au contraire établit un lien fort entre sa *Geometrie* et la fortification en traitant d'arpentage et de lever de plans, ainsi que de l'estimation du volume de terre des remparts des forteresses. Les destinataires de Marolois ont des besoins précis en termes d'apprentissage des connaissances géométriques appliquées sur le terrain. Son ouvrage paraît donc bien adapté à l'enseignement de la géométrie de la *Duytsche Mathematique*, dont nous savons qu'il briguait la charge. Qu'en est-il de la dernière partie des *Opera Mathematica*, consacrée à l'architecture militaire ?

---

[67] Pitiscus, Bartholomæus, *Bartholomæi Pitisci Grunbergensis Silesij Trigonometriæ sive de dimensione Triangulor[um] Libri quinque, item Problematum varioru[m] nempe Geodæticorum, Altimetricorum, Geographicorum, Gnomonicorum et Astronomicorum : Libri Decem. Editio tertia. Cui cui recens accessit Problematum Architectonicorum liber unus*. Francfort, Jona Rosa [impr. Nicolas Hofmann], 1612.
[68] Marolois, Samuel, *Geometrie contenant la theorie et practique d'icelle…*, *op. cit.*, fol. Ff, col. A.
[69] *Ibid.*, fol. Ccv-Ggv.
[70] Pitiscus, Bartholomæus, *Bartholomæi Pitisci Grunbergensis Silesij Trigonometriæ*, op. cit., deuxième partie (*Problematum variorum*), problèmes X à XV, p. 50-88.

2.2.2. LA *FORTIFICATION* (1615)

Si l'on en croit son frontispice (Annexe B3, Figure 6.16), l'ouvrage paraît en 1615, c'est-à-dire à une époque où aucun autre traité de cette qualité n'est publié en français[71], ce qui est peut-être une raison de son succès. Son titre mentionne le double aspect de l'attaque et de la défense[72], mais il n'est que très peu question de l'artillerie. En revanche, Marolois se situe nettement sur le terrain des opérations militaires, puisqu'il traite longuement des approches, des mines et des stratégies de siège, illustrées par des planches (Annexe B3, Figures 6.17 et 6.18) dont nous retrouverons maints extraits chez Gentillâtre (cf. *infra*, chap. 7, §1.3). Dans le registre de l'architecture, il va même jusqu'à exposer la construction des bâtiments, depuis l'établissement du devis et l'appel d'offre pour les différentes tranches du chantier jusqu'à la réalisation effective des murailles selon la nature du sol[73], ce qui se retrouve dans les planches illustrant les outils nécessaires au travail sur le terrain (Annexe B3, Figures 6.19 et 6.20). L'ouvrage est donc moins une réflexion théorique qu'un manuel à l'usage des futurs ingénieurs. Il est en cela très différent de la *Fortification demonstrée et reduicte en art*, que Jean Errard adressait à des personnes de son niveau.

Nous notons par ailleurs que les termes du titre (« supputée et dessignée ») font référence aux deux approches calculatoire et graphique, qui sont deux caractéristiques de l'ouvrage. Les planches magnifiquement gravées (Annexe B3, Figures 6.21 et 6.22) portent des figures qui viennent à point nommé illustrer un texte souvent obscur, ce qu'explique l'auteur dans la partie consacrée à la perspective : « D'autant que ce present discours voit si hastivement le jour je crains qu'on y trouvera quelques abus, tant à lortographie qu'à la frase, lequels j'espere de corriger, au cas que vos liberalitez permettent, que la seconde edition se puisse veoir[74]. » La préface s'adressant aux Députés des États-Généraux des Provinces-Unies, il est tentant d'y voir un appel de la part de celui qui brigue le poste de professeur à la *Duytsche Mathematique*.

---

[71] En effet, l'ouvrage de Du Praissac que nous avons mentionné plus haut est un petit in-8° traitant peu de fortification, et pas du tout de géométrie. Nous verrons au chapitre 8 que le traité de fortification des *Memoires mathematiques* d'Henrion (1613) est également bien peu développé.

[72] Marolois, Samuel, *Fortification ou architecture militaire tant offensive que deffensive, suputee & dessignee par Samuel Marolois*. La haye, Hendrik Hondius, 1615.

[73] *Ibid*., fol. Hhv, *sqq*.

[74] Marolois, Samuel, *Perspective contenant la Theorie et Practique d'icelle par Sam. Marolois*. La haye, Hendrik Hondius, 1615, préface.

Signalons que Marolois ne cite presque jamais ses sources. Nous avons trouvé exactement trois mentions d'auteurs dans tout le recueil : dans la *Geometrie*, Simon Stevin pour l'un de ses théorèmes d'arithmétique[75] ; dans la *Perspective*, Hans Wredeman de Vriese, dont l'œuvre est en partie reprise ; dans la *Fortification*, nous pouvons lire à propos de l'angle flanqué qu'il doit être droit : « comme a fort bien remarque le diligent & expert Jean Errard de Barleducq ingenieur de la M.[té] de France[76]. » Marolois peut avoir repris cette mention de la *Trigonometria* de Pitiscus[77], qui cite Errard (avec Specklin) également à propos du choix de l'angle flanqué droit, au moins à partir de l'ennéagone, mais nous soulignons néanmoins le caractère exceptionnel, et dithyrambique, de la citation.

Nous l'avons écrit, Marolois ne cherche pas à produire un ouvrage de théorie, mais se situe au niveau de l'expérience quotidienne de l'ingénieur, non pas pour relater des faits, mais pour offrir des techniques de calcul et des méthodes de tracé exposées le plus clairement possible. De ce point de vue, le commencement de l'ouvrage est une réussite, puisqu'il présente tous les termes de la fortification sans définition littérale, mais à l'aide d'une illustration (Figure 6.22) sur laquelle tous les points sont nommés.

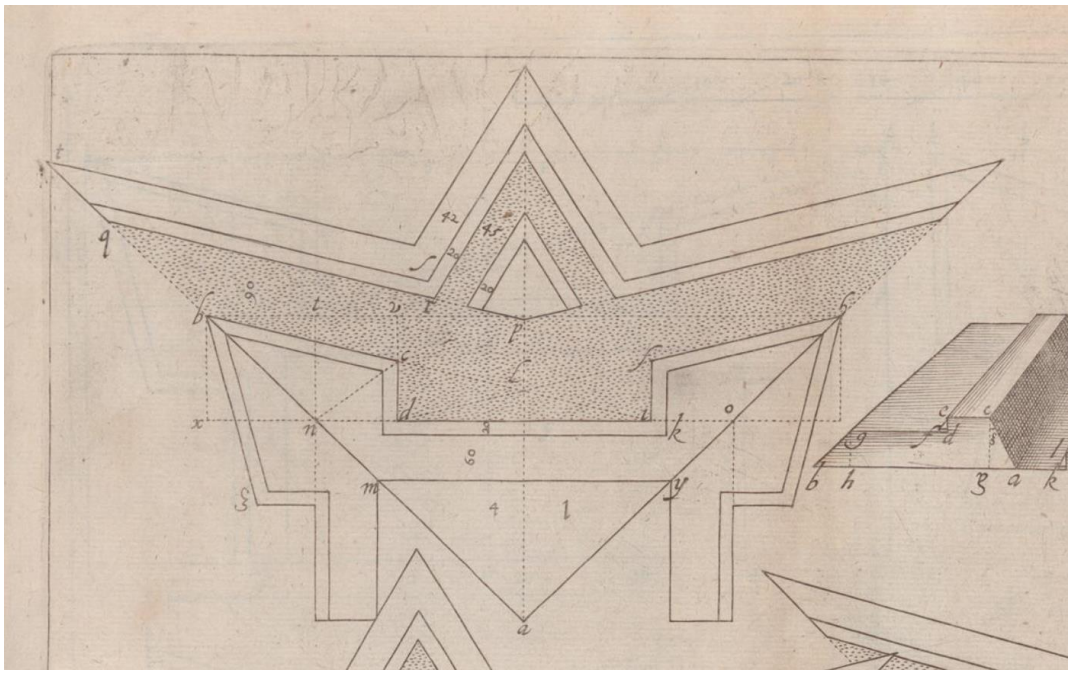


Figure 6.22 [extrait]

[75] Marolois, Samuel, *Geometrie contenant la theorie et practique d'icelle…*, *op. cit.*, fol E (col. A).
[76] Marolois, Samuel, *Fortification ou architecture militaire…*, *op. cit.*, fol. Hh (col. A).
[77] Pitiscus, Bartholomæus, *Bartholomæi Pitisci Grunbergensis Silesij Trigonometriæ*, op. cit., deuxième partie (*Problematum variorum*), p. 32.

Certes, l'auteur semble d'abord peu enclin à perdre du temps et de la place, considérant que les mots de la fortification sont bien connus, mais il trouve ce moyen de l'illustration graphique « pour contenter les ignorants[78] ». Notons que ces définitions viennent après un court panorama historique sur l'évolution de la fortification, dans la lignée de Lorini.

Les maximes de la fortification

Marolois adopte une des caractéristiques essentielles de la fortification géométrique errardienne, la formulation de maximes. Cependant, comme nous allons le voir, l'établissement de ces maximes n'est pas préalable aux constructions mais viennent au contraire après un nombre important d'études de cas, guidés par les valeurs indicatives des angles calculées au préalable.

En effet, immédiatement après les définitions, Marolois étudie les relations entre les divers angles du front bastionné. Ces relations pouvaient être soupçonnées dans la *Fortification demonstrée et reduicte en art*, mais n'étaient pas exprimées, bien que, pour Errard, la considération des angles guide entièrement la conception des bastions, leur tracé et la démonstration de leur adéquation aux maximes déclarées. L'approche de Marolois est différente, car il propose pour chaque polygone, du carré au dodécagone, « 3 ou 4 divers desseings pour puis apres en choisir le melieur[79] ». Si ses tracés ne sont pas fixés, du moins dans le premier livre, c'est parce que son objectif est de montrer comment se calculent toutes les longueurs et tous les angles par la trigonométrie, quel que soit le contour donné, ce qui est effectivement réalisé en une quarantaine de pages couvertes de calculs.

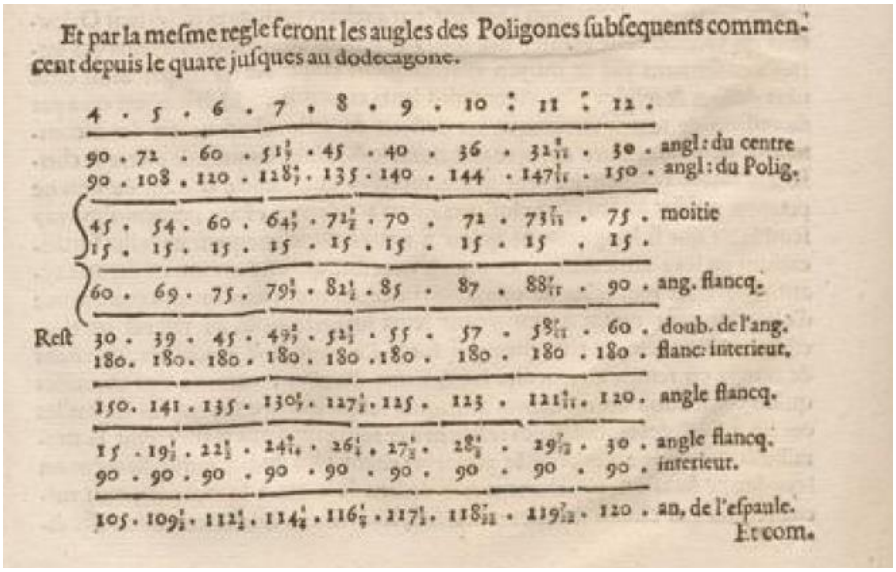
Marolois exprime la valeur des angles des forteresses en fonction du nombre de côtés du polygone régulier sur lequel elle est construite. Le principe qui le guide est celui qu'Errard avait placé au fondement de ses tracés : il faut privilégier l'angle droit, « bastant de resister à la baterie qui se faict aussi toujours à angles droits pour esbranler tant plus la face du Bouleverdt[80] ». L'expression même suit celle d'Errard : « Parce que les premieres batteries qu'on faict pour esbranler une muraille, & ruyner un corps, se font à la mire & angles droicts[81] ». Cependant, à la différence d'Errard, l'angle droit n'est pas imposé dès les premiers polygones, mais s'obtient progressivement par une règle de calcul unique qui permet

[78] Marolois, Samuel, *Fortification ou architecture militaire…*, *op. cit.*, fol. A (col. B).
[79] *Ibid.*, fol. Av (col. A)
[80] *Ibid.*, fol. B (col. A).
[81] Errard, Jean, *La fortification réduicte en art et demonstrée…*, *op. cit.*, 1600, p. 23.

d'augmenter la valeur de l'angle flanqué avec celle de l'angle au centre du polygone, passant de 60 degrés pour le carré (valeur choisie également par Errard), à 90 degrés pour le dodécagone[82] :

> *Pour doncques proportionnellement accroistre les angles des Forteresses selon qu'augmente l'angle de leur Poligone nous prendrons la moitié des angles d'iceux y adjousterons 15 degrez, la somme sera l'angle du boulevert, lequel nous nommerons angle flancqué, & si l'angle flancqué est soubstraict de l'angle du Poligone restera le double de l'angle flancquant interieur lequel estant soubstraict de 180 deg[rez] restera l'angle flancquant exterieur ou de tenaille & si a l'angle flancquant interieur est adjousté 90 degrez, la somme sera l'angle de l'espaule.*

Les résultats sont consignés dans une table (Figure 6.23) qui explicite la procédure de calcul et servira d'indicateur pour la suite des constructions. La connaissance de ces angles est crucial pour l'utilisation des théorèmes de trigonométrie.



Et par la meſme regle feront les augles des Poligones ſubſequents commencent depuis le quare juſques au dodecagone.

	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	90	72	60	51 3/7	45	40	36	32 8/11	30	angl: du centre
	90	108	120	128 4/7	135	140	144	147 3/11	150	angl: du Polig.
	45	54	60	64 2/7	67 1/2	70	72	73 7/11	75	moitie
	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
	60	69	75	79 3/7	82 1/2	85	87	88 7/11	90	ang. flancq.
Reſt	30	39	45	49 3/7	52 1/2	55	57	58 7/11	60	doub. de l'ang.
	180	180	180	180	180	180	180	180	180	flanc: interieur.
	150	141	135	130 5/7	127 1/2	125	123	121 7/11	120	angle flancq.
	15	19 1/2	22 1/2	24 6/7	26 1/4	27 1/2	28 8/11	29 7/22	30	angle flancq.
	90	90	90	90	90	90	90	90	90	interieur.
	105	109 1/2	112 1/2	114 6/7	116 1/4	117 1/2	118 8/11	119 7/22	120	an. de l'eſpaule.

Et com.

Figure 6.23

Il ne s'agit en fait que d'un essai de cadrage, très proche d'une tentative équivalente de Pitiscus[83]. Marolois avait annoncé donner cette règle simple dans la mesure où « les angles ne sont guerrez changez par la diversité des desseings ». Les valeurs ne sont donc qu'indicatives, mais cet essai nous paraît important. L'auteur n'impose pas l'unique angle droit comme

[82] Marolois, Samuel, *Fortification ou architecture militaire…*, *op. cit.*, fol. Av (col. B).
[83] Pitiscus, Bartholomæus, *Bartholomæi Pitisci Grunbergensis Silesij Trigonometriæ*, op. cit., deuxième partie (*Problematum variorum*), p. 32-36.

Errard, mais cherche à encadrer les valeurs des angles qui seront acceptables. S'il ne donne pas ses raisons, c'est probablement que la procédure a été conçue de manière à produire des valeurs croissantes dans les limites fixées.

Dans la suite de la première partie de la *Fortification*, Marolois étudie une cinquantaine de méthodes de bastionnement de polygones, du carré au dodécagone. À chaque fois, il fixe des grandeurs *a priori* (longueurs, angles, rapports de longueurs) et calcule toutes les autres par la trigonométrie. Dans chacune des constructions 42 à 59 (Annexe B3, Figure 6.24), il fixe la proportion des longueurs de la face et de la courtine dans des rapports simples : 4 à 5 pour le carré et le pentagone, 3 à 4 pour l'hexagone et finalement 2 à 3, la proportion sesquialtère, au-delà de l'heptagone. Au fur et à mesure des essais se dessine une permanence de choix de 24 et 36 unités pour les longueurs et de 40 degrés pour l'angle entre l'épaule et la courtine, le sommet de cet angle étant pris au sommet du polygone intérieur, ou « centre du bastion ». L'unité de longueur est la verge des pays du Rhin qu'utilisent à l'époque les arpenteurs de Leyde, subdivisée en douze pieds de douze pouces[84].

Puisqu'il n'est pas question que les « amateurs » s'obligent à retenir tous les cas étudiés[85], Marolois tranche en faveur de règles de construction simples qu'il expose après avoir décrit quelques exemples de procédures de bastionnement. La première partie se clôt donc sur l'établissement des onze maximes de la fortification[86]. Reprennent-elles les « principales parties & essentielles de l'art de fortification » d'Errard ?

À la suite d'une première maxime promouvant ses constructions (« Les places qui seront fortifiez comme dessus seront millieures que les autres »), Marolois considère la longueur de la ligne de défense :

> *2. Maxime. Que la ligne de deffence qui sorte de l'angle du flancq à l'angle du Boulevert nommé ligne defence fichante ne doibt estre guerre plus longue que de 60*

[84] Le « verge rhynlandique » ou verge des pays du Rhin est l'unité de mesure employée à Leyde. Elle est subdivisée en douze pieds, alors que la toise parisienne l'est en six pieds (Manesson Mallet, *Les Travaux de Mars*…, *Seconde partie*, *op. cit.*, 1671, fol. e iiij v.) D'après Dögen, le pied de Paris vaut environ 1,055 pied de Rhynlande (Dögen, Matthias, *L'architecture militaire moderne*…, *op. cit*, 1648, p. 30), ce qui donne l'équivalent de deux toises pour une verge.
[85] Marolois, Samuel, *Fortification ou architecture militaire…*, *op. cit.*, Note 1, fol. Ddv (col. A)
[86] *Ibid.*, fol. Kkv.

verges[87]*, parce que c'est la portée du mousquet. Mais si on veult defendre la face avec le Canon, elle peut estre longue de 100 ou 120 verges.*

L'expression de « défense fichante » employée ici renvoie au fait que cette ligne, menant de la pointe du bastion à l'angle du flanc, ne rase pas *a priori* la face du bastion, comme c'était le cas chez Errard. Marolois envisage en outre l'utilisation du canon par les assiégés, ce qui le distingue fondamentalement sa construction de celle d'Errard. Ce dernier rendait la défense au canon quasiment impossible, puisque les flancs de ses bastions donnaient directement sur la courtine et qu'il avait dû inventer un système de pivot pour diriger le canon vers le fossé. Au contraire Marolois reprend les valeurs des angles calculées au début du premier livre (Figure 6.23), variant progressivement de 60° pour le carré à 90° pour le dodécagone. La rectitude de l'angle des bastions n'est donc plus un principe posé *a priori* comme chez Errard, mais au contraire, une valeur limite choisie pour conserver un flanquement suffisant des faces des bastions entre elles et avec la courtine, comme cela est justifié dans deux des maximes suivantes :

3. Maxime. Que tant plus l'angle de la tenaille est petit tant melieur il est parce que les faces se regardent plus directement. Voyla pourquoi qu'es desseings au-dessus du Dodecagonne, on fera l'angle du Boulevert seulement de 90 degrez, afin que l'angle de la tenaille soit tant plus serré.

[…] *5. Maxime. Que tant plus avant la defence se faict en la courtine le melieur il est, par ce qu'on a tant plus de feu ou lieu pour defendre faces : Voyla aussi pourquoi qu'es desseings au-dessus du Dodecagone, on fera l'angle du Boulevert de 90 degrez, afin que le feu soit de plus grande estendue.*

La cinquième maxime préconise donc suffisamment de « feu dans la courtine », c'est-à-dire d'espace pour les défenseurs entre l'angle de l'épaule et le point où la ligne de défense rencontre la courtine, dans le cas des défenses fichantes. Les autres maximes angulaires prennent également le contrepied des principes errardiens en ne fixant pas les valeurs des angles, mais en leur donnant seulement des limites :

6. Maxime. Que l'angle flancqué ne doibt estre moins que 60 & pour le plus 90 degrez.

---

[87] Soit 120 toises en vertu de l'équivalence donnée plus haut à la note 84.

[…] *9. Maxime. Que l'angle flancquant interieur, ne doibt estre moins que 15 degrez mais tant plus il est grand le melieur il est.*

10. Maxime. Que l'angle du flancq est tousjours droict, l'angle de l'espaule est pour le moins 105 degrez : & le plus qu'il est grand le melieur il sera.

La sixième maxime, première expression d'une des caractéristiques majeures de la nouvelle fortification hollandaise, sera reprise par fortificateurs qui succèderont à Marolois. La manière de ce dernier repose enfin sur une huitième maxime, radicalement nouvelle, fixant la longueur de deux lignes non contiguës, la face et la courtine :

8. Maxime. Qu'en toute Forteresse, nous posons la face de 24 verges & la courtine de 36 suivant quoi les lignes des Poligones exterieures seront environ 80 verges. Les lignes des Poligones interieures environ 60 verges. En l'Heptagone, [&] es Poligones au-dessoubs, sont les Poligones exterieurs plus de 80 & au dessus moins que les 80 verges. Les Poligones interieurs qui sont au-dessoubs dudict Heptagone sont moins que 60 verges & au dessus plus que 60 verges, l'un accroissant & l'autre diminuant […]

Dans les autres cas pour lesquels ces préceptes doivent être adaptés, la onzième maxime renvoie le lecteur aux tables situées en fin d'ouvrage, fournissant les valeurs des demi-gorges, des flancs et des faces, classés selon la valeur des angles. Elles sont adjointes aux « tables supputées » qui récapitulent les valeurs retenues pour les longueurs et les angles évalués dans le corps de l'ouvrage (Annexe B3, Figure 6.25-*a*[88]). La *Fortification* de Marolois peut donc servir de manuel à destination de l'ingénieur, qui dispose avec ces tables d'un modèle de construction dans lequel toutes les valeurs ont été calculées (« supputées ») au préalable.

2.2.3. MAROLOIS ET L'HÉRITAGE ERRARDIEN

Quelle est la portée de la fortification géométrique errardienne dans l'ouvrage de Samuel Marolois ? L'ordre de son traité est très différent de l'ordre errardien, mais nous avons montré comment ses écrits font écho à ceux d'Errard. Nous avons d'abord relevé l'omniprésence des mathématiques chez ces deux auteurs profondément géomètres. Même si le Hollandais

[88] La table de l'édition de 1615 comportant de nombreuses fautes d'impression, nous donnons dans l'Annexe B, Figure 6.25-*b* la version corrigée par Albert Girard (Marolois, Samuel, *Fortifications ou architecture militaire…*, *Reveuë, Augmentée et Corrigée par Albert Girard, Mathématicien*. Amsterdam, Jan Janszen, 1627, planche suivant la p. 46).

s'applique davantage à des questions concrètes et offre une place privilégiée aux calculs, il conserve le modèle du discours déductif et le recours aux théorèmes euclidiens. Marolois suit également Errard dans la détermination des critères d'une bonne fortification, exprimés par ses maximes, qu'il ne place cependant pas comme son prédécesseur en préalable aux constructions. En fait, son traité met plus en valeur les calculs que les tracés, car l'usage de la trigonométrie simplifie considérablement l'évaluation des longueurs et des angles.

Si Marolois ne remet pas en cause le principe des maximes, il ne les établit pas sur les données de terrain, mais sur un florilège d'exploration de formes, basée sur un cadrage indicatif des angles du contour bastionné. Errard n'exposait aucune recherche de ce type, il fixait au contraire les principaux angles de manière absolue avant les tracés, et mettait en œuvre une méthode de construction unique sur les polygones successifs à partir de l'hexagone. Ce n'est que dans le cas de la fortification irrégulière qu'il dérogeait à ses principes, tout en les conservant comme modèles. Sur les formes engendrées, Marolois conserve une possibilité de variations à l'intérieur d'un cadre prédéfini.

L'un des apports marquants du traité de Marolois est la mise en évidence de l'efficacité de la trigonométrie dans le domaine de la fortification. Cela peut expliquer la pérennité de sa *manière*, que nous pouvons opposer au déclin de celle d'Errard. Tous deux ont néanmoins à l'esprit l'importance d'une maîtrise préalable des angles. Marolois, sans doute plus pragmatique, garde une souplesse importante dans ses tracés, surtout lorsqu'il s'agit de toiser les quantités de terre et de pierre, partie essentielle de la pratique des ingénieurs militaires. Nous allons voir de quelle façon les successeurs de Marolois vont à leur tour mettre ses conceptions à la portée d'un public élargi.

2.3. LES SUCCESSEURS DE MAROLOIS : *L'ÉCOLE DE LEYDE*

De mêmes que ses *Œuvres mathématiques*, la *Fortification* de Marolois sera plusieurs fois rééditée. Albert Girard[89] et Frans van Schooten[90] en donneront séparément des versions corrigées en 1627 et 1628. Albert Girard avait exercé la fonction d'ingénieur au service de

[89] Deuxième édition, *Reveuë, Augmentée et Corrigée par Albert Girard, Mathématicien*. Amsterdam, Jan Janszen [Joann Jansson], 1627 ; 1648.
[90] Deuxième édition, *corrigée & augmentée par François van Schoten* [Frans van Schooten], *Mathematicien & Professeur és Fortifications & sciences qui en despendent, en l'Université de Leyde*. Amsterdam, Guillaume Jansson Caesius, 1628.

Maurice de Nassau, ce qui, joint à ses grandes compétences mathématiques, le qualifiait pour réordonner et clarifier avec sagacité le travail de Marolois, comme il le fera aussi pour les *Œuvres mathématiques* de Simon Stevin en 1634, dans l'édition de référence qui connaîtra également un grand succès. La *Fortification* de Marolois, traduite par Henry Hexham en 1638[91], sera le premier ouvrage anglais à exposer les nouvelles théories du bastionnement. Girard la traduira également en allemand et en flamand, ce qui contribuera encore plus au succès et vaudra aux tracés de Marolois le qualificatif de *manière hollandaise*.

Plusieurs auteurs se réclamant de Marolois vont prolonger son œuvre de fortification, et les ouvrages vont se succéder à intervalles réguliers. La bonne diffusion de ces ouvrages est assurée par les réseaux commerciaux des grandes familles d'imprimeurs hollandais Elsevier et Jansson, ou des De Bry à Francfort, qui trouvent sans doute là un marché porteur pour leurs beaux volumes in-folio aux remarquables planches. Pour donner un exemple, citons la préface au lecteur que Jean Theodore de Bry insère dans sa réimpression de la *Fortification demonstrée et reduicte en art* à Francfort en 1617[92]. Il explique répondre à la sollicitation de « quelques gens de bien » qui déplorent la rareté et la cherté de l'ouvrage original. La conjonction d'une demande croissante avec une offre peu importante a engendré cette édition dont il n'est pas sûr qu'elle soit parfaitement honnête (cf. *infra*, §2.3).

Autour de 1630, ce sont d'abord les mathématiciens Albert Girard et Franz van Schooten que nous venons de mentionner, qui corrigent la première édition très défaillante de la *Fortification* de Marolois sans y apporter de modifications sur le fond. En 1631, les Elzevier font paraître à Leyde, en allemand, l'*Architectura militaris* du Polonais Adam Freytag[93], dit Fritach, ouvrage promis à un grand succès attesté par plusieurs rééditions et sa publication en français chez les mêmes libraires en 1635, puis à Paris en 1640 et 1668[94]. Sur le frontispice de

---

[91] Hexham, Henry, *The Art of Fortification, or Architecture militaire, as well Offensive as defensive, compiled & set forth by Samuel Marolois. Reviewed, Augmented and Corrected by Albert Girard, Mathematician& translated out of French into English*. Amsterdam, John Johnson [Joann Jansson], 1638.

[92] Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et démonstrée par Jean Errard de Bar-le-Duc, Ingenieur du Treschrestien Roy de France et de Navarre. Edition seconde, augmentee de plusieurs desseins, declarez par belles figures entaillees en cuyvre*. Francfort sur le Mein, Jean Theodore de Bry, 1617, fol.):(4, non signé.

[93] Fritach (Freytag), Adam, *Architectura militaris nova et aucta, oder Newe vermehrte Fortification von Regular Vestungen, von Irregular Vestungen, und Aussen Wercken, von Praxi offensivâ und defensivâ : auff die nervelte Niederländische praxin gerichtet und beschrieben. Durch Adamum Freitag der Mathematum Lievbhabern.* Leyde, Bonaventure et Abraham Elzeviers, 1631.

[94] Fritach, Adam, *L'architecture militaire ou la fortification nouvelle, Augmentée et enrichie de forteresses regulieres, irregulieres, et de dehors ; le tout a la practique moderne*. Leyde, les Elzeviers, 1635 ; Paris, Toussaint Quinet, [1639-] 1640 ; Guillaume de Luynes, 1668.

l'ouvrage, dont le décor fait appel aux mathématiques théoriques et instrumentées (Annexe B3, Figure 6.26), l'auteur est présenté comme *mathematicien*. L'ouvrage est divisé en trois livres, qui suivent un ordre limpide, similaire à celui de l'ouvrage de Marolois, à ceci près que Fritach s'explique beaucoup mieux sur ses choix et compare les différentes procédures appliquées par les ingénieurs hollandais qu'il a pu suivre, en particulier au siège de Bois-le-Duc (s'Hertogenbosch, dans le Nord-Brabant) auquel il se réfère souvent.

Fritach est particulièrement clair sur les définitions des termes de la fortification, qu'il donne en flamand, en français, en allemand et en latin. Signalons qu'il est l'un des premiers utilisateurs effectifs de la *Disme* de Simon Stevin, y compris ses caractères d'imprimerie spécifiques, et qu'il va même jusqu'à utiliser une verge de Rhinlande décimale, c'est-à-dire subdivisée en dix pouces au lieu de douze. L'ouvrage présente d'ailleurs une table de concordance entre les deux types de verges (Annexe B3, Figure 6.27). D'une manière générale, l'*Architectura militaris* de Fritach se situe dans la ligne de la *Fortification* de Marolois, dont il reprend une partie du sommaire, les principes de calcul et l'esthétique des planches, dues en partie à Willem Hondius, l'un des fils de Hendrik, qui avait gravé les planches du « Marolois », comme les officiers nommeront l'ouvrage dans le courant du siècle[95].

Au cours des années 1640 paraîtront de nouveaux ouvrages chez les éditeurs hollandais Elzevier et Jansson, très présents sur la marché du livre parisien[96]. Ces ouvrages ne présentent pas de grande originalité par rapport à ceux de Marolois et de Fritach qu'ils reprennent globalement, aussi bien les contenus que l'esthétique générale. Les *Elementorum architecturæ militaris* de Nikolaus Goldmann[97] paraissent en latin en 1643, et leur version française en 1645[98], en même temps que l'*Architectura militaris*[99] de l'astronome Andreas Cellarius, qui

---

[95] Cf. la lettre de Pierre Gassendi, à Bruxelles, à Nicolas-Claude Fabri de Pereisc, le 21 juillet 1629, citée dans Beeckman, Isaac, de Waard, C. (éd.), *Journal tenu par Isaac Beeckman de 1604 à 1634, publié avec une introduction et des notes par Cornélius de Waard.* Tome 3, La Haye, Martinus Nijhof, 1953, p. 95.

[96] Martin, Henri-Jean, *Livres, pouvoirs et société à Paris au XVII^e siècle (1598-1701), op. cit.*, tome 1, p. 306-316 et tome 2, p. 591.

[97] Goldmann, Nikolaus, *Elementorum architecturæ militaris Libri IV. Quorum 1. De Delineationibus. 2. De orthographia & Ichnographia. 3. De stereometria & Sciagraphia. 4. De Mechanico modo, & de Offensione. ex conatu Nicolai Goldmanni Vratislaviensis Silesii*. Leyde, Elseviers, 1643.

[98] Goldmann, Nikolaus, *La nouvelle fortification de Nicolas Goldman*. Leyde, Elseviers, 1645.

[99] Cellarius, Andreas, *Architectura militaris, oder, Gründtliche Underweisung der heuttiges tages so wohl in Niederlandt als andern örttern gebräuchlichen Fortification oder Vestungsbau. Aus den besten Authoribus zusammen getragen und in ein volkommen wreck gebracht durch Andream Cellarium der mathematischen kunst Liebhabern.* Amsterdam, Jodocus Jansson, 1645.

ne connaîtra qu'une version en allemand. Les contenus sont éventuellement mis à jour par l'adjonction des techniques de tracé des nouveaux ouvrages détachés qui se font dans les fortifications hollandaises, ouvrages à cornes, à couronnes, etc. La série des traités d'architecture militaire popularisant les conceptions de l'école de Leyde s'achèvera en 1648 par la publication d'un ouvrage davantage porté sur la réflexion historique et les citations d'auteurs antiques que sur applications concrètes de la géométrie sur le terrain. C'est l'*Architecture militaire moderne*[100] de Matthias Dögen, qui reprend la totalité des sujets abordés par Fritach en l'enrobant dans un discours historique, parsemé de fréquentes anecdotes et récits de sièges que l'auteur a puisé dans les classiques de l'antiquité, aussi bien que dans les chroniques contemporaines dont nous avons déjà mentionné le fleurissement à propos du siège d'Ostende (cf. *supra*, chap. 5, §4.1).

Toutes ces publications contribuent à diffuser les conceptions de Marolois et ses développements par Fritach. Le nord de l'Europe va se couvrir de forteresses bâties suivant la manière hollandaise que les jeunes officiers auront apprise dans ces ouvrages. Il est donc légitime de parler d'une *école de Leyde* en matière de fortification. Sans s'attacher aux aspects militaires des contours bastionnés en eux-mêmes, nous distinguons trois caractéristiques des ouvrages publiés dans ce contexte.

D'abord, les méthodes trigonométriques viennent remplacer les théorèmes de la géométrie euclidienne du triangle. Ces méthodes, rapides et efficaces, sont exposées en détail sur de nombreux exemples. Elles permettent également aux auteurs de traiter les difficiles questions de toisé des matériaux liées à la pratique effective de la construction sur le terrain. Leur utilisation est rendue possible par un choix angulaire initial différent de celui d'Errard. En effet, pour les Hollandais, le flanc doit toujours être perpendiculaire à la courtine (l'angle de l'épaule est droit), tandis que, pour Errard, cela n'est vrai qu'à partir de l'ennéagone. Pour les polygones de moins de neuf côtés, le flanc d'Errard est perpendiculaire

Les deux autres caractéristiques sont en partie dues à la qualité technique de l'imprimerie hollandaise. Il s'agit d'une part de l'établissement et de l'utilisation de « tables supputées » c'est-à-dire de tableaux présentant les valeurs de toutes les longueurs et de tous les angles des forteresses régulières, calculées en fonction du nombre de côtés du polygone considéré. Ces

[100] Dögen, Matthias *L'architecture militaire moderne ou Fortification: confirmée par diverses histoires tant anciennes que nouvelles, & enrichie des figures des principales Forteresses qui sont en l'Europe*. Amsterdam, Louys Elzeviers, 1648.

tables représentent un nouvel outil pour tous les ingénieurs qui ont à créer ou réparer dans l'urgence des enceintes bastionnées, dont ils pourront dorénavant établir les plans sans avoir à effectuer eux-mêmes les fastidieux calculs. D'autre part, la qualité sans précédent des gravures fait des ouvrages des objets de prestige, d'où leur présence dans les grandes bibliothèques européennes. Notons cependant que le regroupement des gravures en planches chez les libraires Elzevier et Jansson concerne essentiellement les figures géométriques. Il ne s'y trouve pas de représentation de soldats à leur poste ou de scènes de siège, que nous avions nommés ordres errardiens du plan-relief et de la guerre. Les représentations réalistes de scènes de combats se trouvent déplacées vers les estampes, dont le commerce devient florissant.

Ces caractéristiques éloignent les traités hollandais de la fortification géométrique errardienne. Elles les apparentent davantage à une fortification trigonométrique, dans laquelle les contours font l'objet de calculs sans difficulté, rendus possibles par le choix initial de l'angle droit pour angle de l'épaule. Ce choix permet aux auteurs de considérer systématiquement les longueurs à évaluer comme côtés de triangles rectangles, c'est-à-dire comme des sinus, des tangentes ou des sécantes.

CHAPITRE 7

LES MANIÈRES DE FORTIFIER APRÈS 1610

Errard meurt en 1610 quelques semaines seulement après son roi, alors que la guerre au Pays-Bas vient de s'interrompre pour douze ans. Cette guerre a consacré l'usage des mines en complément de celui des batteries de canons. Les mineurs creusent des galeries au fond desquels les sapeurs déposent leurs explosifs (*fourneaux*) qui provoqueront l'éboulement des murailles. Il s'agit donc pour les défenseurs de maintenir l'ennemi à distance par le feu des canons et non plus seulement des mousquets. Les bastions doivent maintenant être conçus pour porter l'artillerie des défenseurs, ce qui n'est pas le cas de ceux d'Errard, dont le flanc donne sur la courtine plutôt que sur le fossé.

Les bastions d'Errard, avec leurs hauts murs et leur angle flanqué droit, sont d'un autre temps, comme ceux de Guerini[1], de Specklin ou de Lorini, conçus pour la défense au mousquet, face à des hommes armés investissant l'enceinte fortifiée. La manière d'Errard est donc vite abandonnée sur le terrain[2]. La fortification errardienne allait-elle également rapidement disparaître face à la nouvelle manière hollandaise ?

Plusieurs manières de fortifier vont donc être inventées et pratiquées, mais les ouvrages écrits par les ingénieurs en France conservent leur spécificité, certains venant même s'opposer aux conceptions hollandaises[3]. La recherche en histoire militaire a montré l'apparition dans les premières décennies du XVII^e^ siècle d'une littérature à destination des officiers[4]. Ils seront de plus en plus nombreux au cours de ce siècle, mais connaîtrons des fortunes diverses. Certains seront abondamment commentés, tandis que d'autres auront apparemment peu de portée.

Quels sont en France les inventeurs de fortification les plus importants après Errard ? Les auteurs majeurs sont reconnus dès la deuxième moitié du XVII^e^ siècle dans les grands ouvrages

---

[1] Voir les citadelles de Wülzburg (Weissenburg, Bavière) et de Spandau (Berlin). Vor aussi le plan du fort de Spandau conservé à Berlin (Cf. Biller, Thomas, *Der "Lynarplan" und die Entstehung der Zitadelle Spandau im 16. Jahrhundert*. Berlin, Bürgerbeirat Zitadelle Spandau, 1981).

[2] Lallemend, Marcel, Boinette, Alfred, *Jean Errard de Bar-le-Duc…*, *op. cit.*, p. 255-262.

[3] Par exemple, Pagan, Blaise François, Comte de Merveilles, *Les Fortifications du Comte de Pagan*. Paris, Cardin Besongne, 1645.

[4] Bély, Lucien, Bérenger, Jean, Corvisier, André, *Guerre et paix dans l'Europe du XVII^e^ siècle*. Paris, SEDES, 1991, p. 33-36.

de synthèse que sont *L'art de fortifier* de Milliet Dechales[5], les *Travaux de Mars* d'Allain Manesson Mallet[6] ou le *Traité de Fortification* d'Ozanam[7]. Ces ouvrages de synthèse privilégient les auteurs français, et, à l'exception de l'école de Leyde, n'accordent qu'une place très réduite aux pratiques étrangères, brièvement évoquée à travers l'exemple de Sardi. Les Français n'estiment guère les angles aigus des bastions italiens, qui offrent trop peu de résistance aux batteries des assaillants[8]. Outre celui d'Errard, systématiquement cité, les noms les plus fréquents sont ceux de Marolois, du Chevalier de Ville et de Pagan, dont nous examinons les ouvrages. Nous évoquerons plus brièvement certains auteurs moins connus lorsque leur rapport à la fortification géométrique éclaire notre travail. Dans tous les cas, notre examen se focalise sur leurs liens avec la fortification errardienne, dont nous avons rappelé en préambule les caractéristiques que nous retenons pour notre analyse.

Nous n'abordons pas ici la fortification enseignée dans le cadre militaire dans les écoles de Cadets-Gentilshommes créées à la fin du XVII^e^ siècle[9]. En effet, bien que le rôle qui y est dévolu aux figures géométriques dans l'apprentissage du bastionnement ait retenu notre attention, les textes conservés[10] sont de l'époque de Vauban et ne font plus aucune référence à la fortification géométrique errardienne. Nous réservons de même pour un autre travail l'étude

---

[5] Milliet Dechales, Claude-François (S.J.), *L'art de fortifier, de defendre et d'attaquer les places, suivant les methodes Françoises, Hollandoises, Italiennes, & Espagnoles. Le tout enrichy de Figures en taille douce. Par le R.P. Claude François Milliet Dechales, de la Compagnie de Jesus*. Paris, Estienne Michallet, 1677.

[6] Manesson Mallet, Allain, *Les Travaux de Mars ou la Fortification nouvelle, tant reguliere qu'irreguliere, divisée en trois parties*. Paris, l'auteur, Jean Henault & Claude Barbin, 1671.

[7] Ozanam, Jacques, *Traité de Fortification, contenant Les Methodes anciennes & modernes pour la Construction & la Deffense des Places, Et la maniere de les attaquer, expliquée plus au long qu'elle n'a été jusques a présent. Par Monsieur Ozanam, Professeur des Mathematiques*. Paris, Jombert, 1694.

[8] Ozanam, Jacques, *Traité de Fortification…*, *op. cit*., p. 152 *sq*.

[9] Hennet, Léon, *Les Compagnies de Cadets-Gentilshommes et les Écoles militaires, par Léon Hennet, sous-chef aux Archives de la guerre*. Paris, Librairie militaire de L. Baudoin, 1889.

[10] Famuel, Claude, *L'Art héroïque ou l'Architecture militaire, divisé en deux traitez. Le premier apprend à bien fortifier les Places tant regulieres qu'irregulieres : l'autre parle de la maniere de les attaquer. Ces deux traitez sont expliqués par le Sieur Famuel, Chanoine de l'Eglise Cathedralle de Toul, & Professeur és Mathematiques dans l'Ecolle Royalle des Cadets Gentilshommes que sa Majesté a établie dans sa Citadelle de Metz*. Metz, Pierre Collignon, 1584; François Bouchard, 1685 ; Malgrape, R., *Traité de fortifications divisé en quatre parties. Qui contiennent tout ce qu'on peut desirer en cette Science. Par le Sieur R. Malgrape, Professeur Royal des Mathematiques, pour la Compagnie de M^rs^. les Cadets-Gentilhommes de la Garnison de Sarre-Loüis, commandée par Monsieur de Morton*. Luxembourg, André Chevallier, 1688. Voir également le dossier de Genedot, professeur de mathématiques de la Compagnie de Cadets-Gentilshommes de Charlemont en 1692, embastillé pour espionnage en 1707 (Ms 10 580 « Haute trahison », Dossier de Pierre Genedot, Bibliothèque de l'Arsenal, Archives de la Bastille), ainsi que Pinault, Matthieu (Sieur des Jaunaux), *Traité des Fortifications à l'usage de la Compagnie de Gentilshommes de garnison dans la Citadelle de Cambray*. Douai, Mairesse, 1690.

des manuscrits circulant parmi les ingénieurs des Provinces de France à partir des années 1690, et dont une version sera publiée sous le nom de Desprez de St Savin en 1735[11].

1. LA RÉCEPTION DE LA FORTIFICATION ERRARDIENNE PAR LES INGÉNIEURS AU DÉBUT DU XVII[e] SIÈCLE

Les travaux d'historiens modernes[12] ont mis en évidence l'apparition en France de la figure de l'ingénieur militaire, puis la lente formation d'une « corporation » par l'organisation administrative d'un service des fortifications et la mise en place progressive d'un recrutement basé sur les compétences et d'une formation commune. Au début du XVII[e] siècle, les ingénieurs se forment par eux-mêmes, probablement surtout sur le terrain[13]. Les collèges et les universités sont des lieux d'enseignement des lettres et de la philosophie[14] peu à même d'offrir une formation scientifique et technique commune à ces praticiens. Nous n'avons par ailleurs pas connaissance de lieux où les ingénieurs auraient été invités à partager leurs points de vue et leurs pratiques sous les règnes d'Henri IV et de Louis XIII, si ce n'est lors de certaines réunions du Conseil du roi[15] ou lors des campagnes militaires.

La circulation des savoirs des ingénieurs militaires, favorisée par la mobilité de ceux-ci, est attestée dès le début du XVII[e] siècle[16]. Leurs prouesses pendant les guerres de Flandres sont rendues célèbres par des publications de plus en plus nombreuses. Nous avons déjà souligné (cf. *supra*, chap. 5, §4.1) l'impact du siège d'Ostende sur la production de chroniques militaires, dont la bonne diffusion témoigne l'intérêt d'un lectorat avide de récits techniques détaillés. La publication de plans des villes assiégées et de cartes stratégiques répond à une

---

[11] Desprez de Saint-Savin, Pierre Samuel, *Nouvelle ecole militaire ou la Fortification moderne, divisée en quatre parties, ornée de cent-cinquante planches en taille-douce, dédié à Son Altesse Sérénissime, Monseigneur le Prince de Conty, par P. S. Desprez de S[t] Savin, Ingenieur et professeur de Mathématiques*. Paris, P. G. Le Mercier, 1735.

[12] Blanchard, Anne, *Les ingénieurs du « Roy »…*, *op. cit.*, 1979 ; Vérin, Hélène, *La gloire des ingénieurs...*, *op. cit.*, 1993 ; Buisseret, David, *Les ingénieurs du roi au temps de Henri IV... op. cit.*, 1965 ; *Ingénieurs et fortifications avant Vauban…*, *op. cit.*, 2000.

[13] Martens, Pieter, Van de Vijver, Dirk, « Engineers and the Circulation of Knowledge in the Spanish Netherlands », *in* Dupré, Sven, De Munck, Bert, Thomas, Werner, Van Paemel, Geert (dir.), *Embattled Territory. The Circulation of Knowledge in the Spanish Netherlands*. Gand, Academia Press, 2016, p. 95.

[14] Chartier, Roger, Compère, Marie-Madeleine & Julia Dominique, *L'éducation en France du XVI[e] au XVIII[e] siècle*. Paris, SEDES, 1976, chap. v « Naissance du collège », p. 147-173.

[15] Lallemend, Marcel & Boinette Alfred, *Jean Errard…*, *op. cit.*, p. 295.

[16] Voir sur ce sujet Virol, Michèle, « La circulation des savoirs des ingénieurs militaires (XVII[e]-XVIII[e] siècles) » *in* González Bernaldo, Pilar et Hilaire-Peréz, Liliane (dir.), *Les savoirs-mondes*. Rennes, PUR, 2015, p. 251-259 ; Martens, Pieter, Van de Vijver, Dirk, « Engineers and the Circulation of Knowledge…", *op. cit.*

demande de plus en plus forte. Dès la fin du XVI^e^ siècle, la Flandre, en particulier la ville d'Anvers[17], devient l'un des grands centres de production de gravures, d'estampes, de livres, de fabrique d'instruments scientifiques. Les libraires hollandais développent leurs échanges commerciaux avec les pays d'Europe et les autres parties du monde. Sous les presses de Christophe Plantin, puis celles de ses gendres, Franciscus Raphelengius à Leyde et Jan Moretus à Anvers, paraissent des traités de fortification, dont ceux d'Aurelio de Pasino[18] et de Simon Stevin[19] que nous avons déjà mentionnés.

Mais tous les ingénieurs ne bénéficient pas, comme Stevin avec Maurice de Nassau, de la proximité et de la bienveillance d'un mécène qui encourage leurs publications. Les inventions de Pompeo Targone au siège d'Ostende sont décrites et rendues célèbres par les chroniques, comme le *Delle guerre di Fiandra* de Pompeo Giustiniano[20], ou le très populaire récit d'Henrick van Haestens, *La Nouvelle Troyes*[21], mais faute de publication à son nom, son souvenir s'effacera. C'est aussi le cas d'autres ingénieurs réputés pour leurs réalisations, comme David d'Orléans (van Orliens), ou Jacques Alleaume, lequel semble pourtant avoir joué un rôle important dans la conception ou le perfectionnement du compas de proportion, comme nous le verrons plus loin en étudiant les textes de Didier Henrion.

Les réalisations de ces ingénieurs sont pourtant connues de leurs contemporains. Nous en trouvons par exemple un témoignage dans *Les nouvelles inventions de fortifier les places* d'Honorat de Meynier (1626)[22], qui rend hommage dans sa préface (cf. Annexe B3, Figure 7.1) aux plus célèbres d'entre eux. Ce type de citation n'est pas spécifique à Meynier. En effet, contrairement à Errard, les nouveaux ingénieurs référencent de plus en plus souvent leurs homologues, que ceux-ci aient effectivement publié des ouvrages ou simplement brillé

---

[17] Meskens, Ad, *Practical Mathematics in a Commercial Metropolis. Mathematical Life in Late 16th Century Antwerp*. Dordrecht, Heidelberg, New York, London, Springer, 2013, p. IX-X & 5-8.

[18] Pasino, Aurélio de, *Discours sur plusieurs poincts de l'architecture de guerre..., op. cit.*, Anvers, Christofle Plantin, 1579.

[19] Stevin, Simon, *De Sterctenbouwing..., op. cit.*, Leyde, Francoys van Ravelenghien, 1594.

[20] Giustiniano, Pompeo, *Delle Guerre di Fiandra Libri VI. Di Pompeo Giustiniano del Consiglio di guerra di S.M.C. e suo Maestro di Campo d'infanteria Italiana. Posti in Luce da Gioseppe Gamurini Gentil'huomo Aretino con le figure delle cose piu notabili*. Anvers, Appresso Ioachimo Trognesio, 1609, p. 63-66 et planche VII, p. 75-79 et planche X, p. 83.

[21] Van Haestens, Henrick, *La Nouvelle Troye, ou Memorable histoire du siege d'Ostende, le plus signalé qu'on ait veu en l'Europe.* Leyde, Loys Elzevier, 1615, p. 266 et planches 12 & 13.

[22] Meynier, Honorat de, *Les nouvelles inventions de fortifier les places. Contre la puissance d'Assaillir par Traverses, Galleries, Mines, Canons & autres machines de guerre. Presentees au Roy par Honorat de Meynier, Provençal. Le tout representé par figures gravees en taille douce par Chrispin de Pas le Jeune.* Paris, Nicolas Rousset et Julien Jacquin, 1626.

sur les champs de bataille. Citons par exemple un *Traicté de fortiffications*[23] manuscrit qu'une mention marginale (Annexe B3, Figures 7.2 et 7.3), attribué à un certain Herar, dont nous n'envisageons pas qu'il s'agisse de Jean Errard[24], ou le manuscrit de l'*Architectura Militare*[25] de l'ingénieur anversois Michel Coignet (Annexe B3, Figure 7.4) que nous avons déjà cité. La liste de Coignet (Annexe B3, Figure 7.5) comme ses citations graphiques de l'*Architectura* de Specklin (Annexe B3, Figure 7.6) mettent en évidence sa connexion avec les principales pratiques européennes.

Nous allons donc examiner plusieurs manuscrits, en y cherchant les traces de la circulation de la fortification errardienne sur le terrain. Nous étudions les carnets de trois ingénieurs d'origines différentes qui ont exercé dans les années 1610-1620, afin de déterminer l'importance de la fortification errardienne dans leurs écrits.

Nous avons déjà mentionné (cf. *supra*, chap. 1, §1.1) la pratique courante chez les ingénieurs et les architectes de la Renaissance de conserver leurs dessins dans des carnets ou des feuillets reliés, qu'il s'agisse d'esquisser la réalisation d'un projet, de schématiser sur le papier certaines de leurs idées ou de prendre le croquis de dispositifs techniques qu'ils rencontraient. Les carnets de Leonard de Vinci et de Francesco di Giorgio Martini, par exemple, sont bien connus et ont été étudiés en détail[26]. Cette pratique tend à s'étendre dans le courant du XVI^e^ siècle chez les ingénieurs, laissant de plus en plus de place à l'exercice du dessin pour l'apprentissage davantage que pour l'invention[27]. Nous allons examiner trois manuscrits des années 1610-1620, très différents tant par leur origine que par leur forme et leurs visées. Nous observerons l'étendue des domaines étudiés et les méthodes employées

---

[23] *Traité de fortiffications manuscrit contenant quantité de figures avec les advis et explications sur chacune faict et composé par le Sieur herar, fameux ingenieur du Roy Henry quatre…* Ms français 663, Bibliothèque nationale de France.

[24] Dans la liste qu'il contient figure Adam Fritach, né en 1602 et qui ne publiera qu'après 1631 son ouvrage d'Architecture militaire (Fritach (Freytag), Adam, *Architectura militaris nova et aucta, oder Newe vermehrte Fortification von Regular Vestungen, von Irregular Vestungen, und Aussen Wercken, von Praxi offensivâ und defensivâ : auff die nervelte Niederländische praxin gerichtet und beschrieben. Durch Adamum Freitag der Mathematum Lievbhabern.* Leyde, Bonaventure et Abraham Elzeviers, 1631. Édition en français : *L'architecture militaire ou la fortification nouvelle, Augmentée et enrichie de forteresses regulieres, irregulieres, et de dehors ; le tout a la practique moderne*. Leyde, les Elzeviers, 1635) (cf. *supra*, chap. 6, §2.3).

[25] Coignet, Michel, *Architectura militare per le fortificazioni moderne*, début du XVII^e^ siècle. Ms 1670, Biblioteca Angelica, Rome.

[26] Cf. par exemple Long, Pamela, « Picturing the machines: Francesco di Giorgio and Leonardo da Vinci in the 1490s », *in* Lefèvre, Wolfgang (dir.), *Picturing Machines, 1400-1700*. Cambridge (MA), The MIT Press, 2004, p. 117-141.

[27] Cf. Lefèvre, Wolfgang, « Introduction », *in* Lefèvre, Wolfgang (dir.), *Picturing Machines, 1400-1700*, op. cit., p. 3-4.

pour le tracé des forteresses, en restant attentif à celles qui peuvent s'apparenter à la fortification géométrique errardienne.

1.1. Le manuscrit de Madrid (v. 1610) : un livre en préparation ?

La Bibliothèque nationale espagnole conserve un imposant manuscrit de trois-cent dix-sept feuillets et plus de cinq cents planches[28], appelé *Arquitectura y máquinas militares*. L'auteur anonyme n'a pas été identifié, mais nous pouvons trouver dans les illustrations de nombreuses indications de son appartenance à l'armée espagnole. Le frontispice du deuxième feuillet (Annexe B3, figure 7.7) porte en effet les armoiries de l'archiduc Albert (en haut) et celles du Comte de Bucquoy (en bas), Général de l'Artillerie de l'Armée des Flandres, héros du siège d'Ostende. Ces armoiries se retrouvent sur les canons présentés sur plusieurs planches[29], canons qui portent tous la date de 1609. Un canon supplémentaire figurant sur une planche inachevée[30] porte la date de 1610 mais ses écussons ne contiennent plus d'armoiries. Nous supposons que cette date représente la période de finalisation du manuscrit, puisque la plupart des faits d'arme qui y sont cités datent d'avant 1610 : « surprise » de Rabe (1598)[31], siège d'Ostende (1601-1604)[32], prise de Rheinberg (1606)[33], etc. Outre la présence du manuscrit à Madrid, nous postulons l'origine espagnole du rédacteur par sa position dans l'Armée des Flandres et quelques orthographes particulières[34]. Au vu du nombre important de sujets abordés et de sa maîtrise de la langue française, il nous paraît qu'il s'agissait d'un ingénieur militaire, lettré et dessinateur talentueux. Sa qualité d'homme lettré se lit dans la devise qu'il a choisi d'insérer en page de garde du volume, sur une bannière portée par un rameau de chêne et une plume entrelacés : « Ex utraque gloria[35] » (Annexe B3, figure 7.8). La dernière page du volume[36] est pour nous une allégorie du métier d'ingénieur militaire (Annexe B3, figure 7.9), mêlant aux armes (fleuret et bouclier) les outils de la géométrie de terrain (bêche, pelle, cordeaux et piquets).

---

[28] Ms RES/210, Biblioteca nacional de España.
[29] *Ibid*., fol. 44v, 47v, 49v, 51v & 52v.
[30] *Ibid*., fol. 55.
[31] *Ibid*., fol. 168.
[32] *Ibid*., fol. 141v, 221v, 229v, 233, 262v, 263, 298v.
[33] *Ibid*., fol. 131v, 254v, 287.
[34] Ainsi le nom du fameux ingénieur Pompeo Targone est-il écrit Tarragona (*Ibid*., fol. 269).
[35] « De l'une et l'autre viennent la gloire » (*Ibid*., fol. 1).
[36] *Ibid*., fol. 317v.

Contenus et mise en ordre

Le manuscrit est composé de deux parties conçues différemment, car la première (*ff*. 1-117) ne contient aucun texte tandis que les planches de la seconde (*ff*. 127-317v) sont largement commentées. Le lecteur garde une impression d'inachèvement dûe à l'absence de légendes sur les dernières planches, qui laissent cependant des espaces en blanc à cet effet[37], ainsi que quelques croquis inachevés dont une partie crayonnée n'a pas été repassée à l'encre[38]. Dans la première partie, l'auteur a représenté des sièges de villes maritimes du point de vue des assaillants. Ses plans ont des points communs avec ceux d'Ostende et de l'Écluse, mais nous ne saurions les y identifier complétement, d'autant qu'une dizaine de planches suivantes décrivent des assauts purement théoriques de forteresses régulières, puis l'ordonnancement des troupes et la castramétation. La suite de cette partie est consacrée à l'artillerie et aux techniques d'assaut vue du point de vue des mineurs (qui creusent les galeries) et des sapeurs (qui placent les explosifs). Elle contient quatre planches de fortification que nous commentons ci-après.

La deuxième partie du manuscrit est divisée en plusieurs sections, séparées par des pages de titres ornées, mais sans écriture. Ces sections traitent successivement de tout ce qui concerne le travail du métal (mortiers, engins explosifs et incendiaires, grenades, pétard, ponts et outils d'assaut, chevaux de frise) ; le travail du bois (chevalets, échelles, outils de menuiserie, échelles de cordes et leurs mécanismes d'accroche, vérins, palissades de protection, etc. ; les ponts flottants, pieux de défense, ponts d'assaut sur les fossés en eau ; et finalement les moulins, palans et dispositifs mécaniques à base de vis, engrenages, etc. Pour cette dernière partie, il est manifeste que l'auteur s'inspire des théâtres de machines, ainsi que des travaux de Ramelli et d'Errard qu'il paraît copier dans certains de ses dessins.

La fortification

Les deux premières planches de fortification[39] (Annexe B3, Figures 7.10 & 7.11) montrent le bastionnement d'un carré à la manière espagnole et le tracé d'un pentagone sur le terrain. Le tiers inférieur du cadre est occupé par les vues de profil, dans l'ordre errardien du plan-relief sur la première planche, mais dans un ordre entièrement géométrique sur la seconde,

[37] *Ibid*., fol. 302-316v.
[38] *Ibid*., fol. 307, 309v, 313v, 314.
[39] *Ibid*., fol. 18v & 19 respectivement.

lorsqu'il s'agit de déterminer la pente (le talus) à donner à l'escarpe. Sans le texte explicatif, il est difficile de savoir à quels cas correspondent les quatre talus dessinés. Les deux planches nous semblent adaptées à la construction d'un fortin, ou d'un « fort de campagne » selon l'expression de l'époque, ce qui n'est qu'une toute petite partie des compétences de l'ingénieur militaire dans la conduite d'un siège. Cela se voit d'ailleurs par le peu de place occupé par ce sujet sur l'ensemble des thèmes abordés. La manière de fortifier exposée est ordinaire, elle ne manifeste pas un centre d'intérêt essentiel de l'auteur.

Les deux autres planches de fortification sont d'un autre type (Annexe B3, Figures 7.12 et 7.13), que nous pensons plus tardif car elles sont dans le style des illustrations d'Hendrik Hondius pour la *Fortification* de Marolois (cf. *infra*, §2.2). Sur chacune d'entre elles, l'auteur présente simultanément le plan et le profil d'un front bastionné en indiquant les longueurs de toutes les lignes considérées. Les tracés, fort proches de celui que nous avons étudié chez Coignet, ne semblent pas un objectif principal de l'auteur, puisqu'il ne précise pas l'emplacement des « deffenses » qui permettent de construire les bastions. Les deux planches sont très semblables, à ceci près que dans la première les bastions sont munis d'orillons, alors que la seconde ils contiennent aussi des casemates d'un tracé plus complexe.

Que retirons-nous de l'examen de ce manuscrit ? C'est une minutieuse description de tous les aspects du métier d'un ingénieur impliqué dans le siège d'une place, en comprenant les interventions des autres corps de métiers auquel il fait appel (maçons, menuisiers, artilleurs, soldats). Il annexe aussi un inventaire de toutes les machines de guerre et d'assaut que l'auteur a rencontrées, ainsi que de nombreux dispositifs techniques. En particulier, les planches présentant les outils sont une compilation de tout ce dont les ouvriers et artisans disposent au service de l'ingénieur. L'architecture n'est pas l'occupation principale des ingénieurs de l'armée assaillante sur un champ de bataille. Ce manuscrit met en évidence l'opposition entre les architectes qui mettent les places en état de défense avant les conflits, et les ingénieurs qui sont sur le terrain au moment des combats. Les seconds prennent part aux conflits et inventent des machines meurtrières, tandis que les premiers n'interviennent plus dès que les murs sont construits. Rappelons que notre étude biographique (cf. *supra*, chap. 3, §1) nous avait conduit à classer Jean Errard plutôt dans la première catégorie. Le contraste entre le manuscrit de Madrid et la *Fortification demonstrée et reduicte en art* tient d'une part au peu de place accordée aux questions d'architecture militaire dans le manuscrit, et d'autre part dans son caractère purement descriptif. Il nous permet de réaffirmer l'importance de l'organisation des connaissances dans la *réduction en art* errardienne.

L'opposition entre ingénieurs impliqués dans les conflits et architectes éloignés du terrain existe aussi dans les manuscrits que nous étudions. Nous allons maintenant nous intéresser à des carnets qui n'ont plus la même valeur documentaire sur les pratiques et outils de terrain, mais ressemblent plutôt à des cahiers d'essai.

1.2. UN CARNET D'ESQUISSES EN ITALIEN (V. 1625)

La Bibliothèque du Congrès américain possède plusieurs manuscrits d'ingénieurs, dont un *sketchbook on military art*[40], carnet d'esquisses italien des années 1620, d'auteur inconnu (Annexe B3, Figure 7.14). Un manuscrit très similaire, également rédigé en italien, se trouve à Munich[41]. Dans sa structure, la première partie de ces deux carnets est proche des notes du cours de fortification que Galilée donnait à Padoue dans les années 1590[42] : rappels assez poussés de géométrie pratique, exercices variés de bastionnement de forteresses régulières, études de cas d'enceinte fortifiées côtières, fluviales de plaines ou de montagne. Nous n'affirmerons pas qu'il s'agit d'extraits de ces cours, puisque les deux manuscrits sont complétés par des dessins de machines qui ne sont pas galiléens. Nous dirons seulement qu'une partie du contenu pourrait avoir été assez librement inspiré du cours de Padoue. Par ailleurs, les deux carnets présentent des variations, qui nous amènent à penser à une pratique pédagogique laissant une certaine initiative dans les exercices graphiques, si du moins il s'agit d'exercices effectués sous la conduite d'une même personne, ce que nous ne saurions affirmer. Nous étudierons principalement le *sketchbook,* car il est le plus complet et que le manuscrit de Munich n'en représente grossièrement que le premier quart, consacré à la géométrie et à la fortification. Le *sketchbook* y ajoute l'attaque des places par tranchée et mine, le lever de plans, de très nombreuses esquisses, coloriées ou non, sur l'exercice du métier d'artilleur, sur les ponts, les canons, les mousquets, des engins explosifs, etc. Il se clôt sur une étude complète de dispositifs simples (levier, poulie, palan, vis d'Archimède,

---

[40] Anonyme, *Sketchbook on military art, including geometry, fortifications, artillery, mechanics, and pyrotechnics*, XVII[e] siècle [vers 1625]. Ms 27, Lessing J. Rosenwald Collection. Library of Congress, Washington DC, USA.

[41] Anonyme, *Trattato di fortificazione*, début du XVII[e] siècle. Ms Cod.icon. 218, Bayersiche Staatsbibliothek, Munich.

[42] Galilei, Galileo, *Trattato delle fortificazioni*, vers 1592-1593. Ms D 296 inf., Biblioteca Ambrosiana, Milan. Édité dans *Le Opere di Galileo Galilei, edizione nazionale*, vol. II, Fortificazioni. Firenze, G. Barbera, 1891, p. 79-146. Voir Pisano, Raffaele & Bussotti, Paolo, « Galileo in Padoua : architecture, fortifications, mathematics and "practical" science », *Lettera Matematica* International edition, vol. 3, n°2, juin 2015, p. 209-222.

pompes…), des machines de levage et des illustrations de perspective à la Dürer (Annexe B3, Figures 7.16 et 7.17). Le talent du dessinateur lui a permis de ne pas recopier servilement les traités dont il s'inspire mais de les réinterpréter librement. Une datation approximative de son travail est possible, puisqu'il cite Francesco Tensini[43], dont la première édition de l'ouvrage[44] paraît en 1624.

Les exercices de géométrie pratique sont nombreux et de complexité croissante : tracés classiques de perpendiculaires, parallèles et bissectrices (Annexe B3, figure 7.15) ; reproduction de figures à l'aide du compas avec contraintes d'aire ou de forme (Annexe B3, figure 7.18) ; problèmes sur le cercle, quadrature, construction du centre, etc. (Annexe B3, figure 7.19) ; inscription et circonscription de figures, polygones réguliers, ovales (Annexe B3, figures 7.20 & 7.21). Ces dernières figures nous intéressent, car elles ne font pas partie des formes standard de nos ouvrages avant celui de Jean Errard, qui inclut l'ovale dans son étude systématique à partir de 1604[45].

Deux pratiques de la fortification sans texte

De tous ces exercices, le texte en vis-à-vis ne donne que les énoncés et il faut chercher dans les figures le détail des constructions. Mais les figures sont très explicites, les lignes de construction étant tracées en rouge ou en pointillés (Annexe B3, Figures 7.18 à 7.23). Si l'auteur du manuscrit a omis de donner des légendes à tous ses tracés, c'est peut-être justement parce que le texte n'est pas nécessaire, toutes les informations indispensables étant données sur les figures. Nous remarquerons cependant que ce n'est pas le cas de la première série de polygones fortifiés[46] dont les traits de construction disparaissent sous les couleurs (Annexe B3, Figures 7.22 & 7.23).

Les cinquante premiers feuillets du *sketchbook* sont, à l'image de ces plans colorés. Ils évoquent des exercices de construction, de dessin et de mise en couleur, qui seraient effectués sous la conduite d'un maître, dans un ordre qui paraît assez courant, comme nous l'avons rappelé en citant les cours de Galilée. Le reste du recueil ressemble davantage à un véritable

---

[43] Anonyme, *Sketchbook on military art…*, *op. cit.*, fol. 28v & 102v [non folioté].
[44] Tensini, Francesco, *La fortificatione guardia difesa et espugnatione delle fortezze esperimentata in diverse guerre del Cavaliero Franc^co^ Tensini da Crema gia Ingegnero, Capitano, et Logotenente generale dell'artigleria del Duca di Baviera, del Re di Spagna, e dell'Imperator Rodolpho secondo. Et hora personnagio condotto della Ser. Signoria di Venetia. Al Ser.^mo^ Pren.^pe^ Et Eccle.^mo^ Senato veneto.* Venise, s.n. [Evangelista Deuchino], 1624.
[45] Errard, Jean, *La fortification démonstrée et reducte en art...*, *op. cit.*, Paris, 1604, Troiséme Livre, chap. IX, « Comment on doit fortifier une place de forme ovale », p. 85-87.
[46] Anonyme, *Sketchbook on military art…*, *op. cit.*, fol. 21-27.

carnet d'esquisses, dont les feuillets regroupent parfois plusieurs croquis inachevés mêlant des sujets différents. Nous supposons donc qu'il s'agit d'un ensemble d'images que l'auteur du recueil a choisies lui-même de conserver, au gré des ressources qu'il avait à sa disposition et en les redessinant à sa propre main, comme nous l'avons remarqué pour la perspective. Cela nous intéresse d'autant plus que c'est dans cette deuxième partie que nous trouvons l'explication, graphique, de la construction de bastions, sur deux planches successives[47]. La figure la plus explicite, bien qu'inachevée, est celle du feuillet 55 (Figure 7.24), qui montre comment bastionner un pentagone, à partir des longueurs exclusivement, y compris pour la construction approchée du pentagone même :

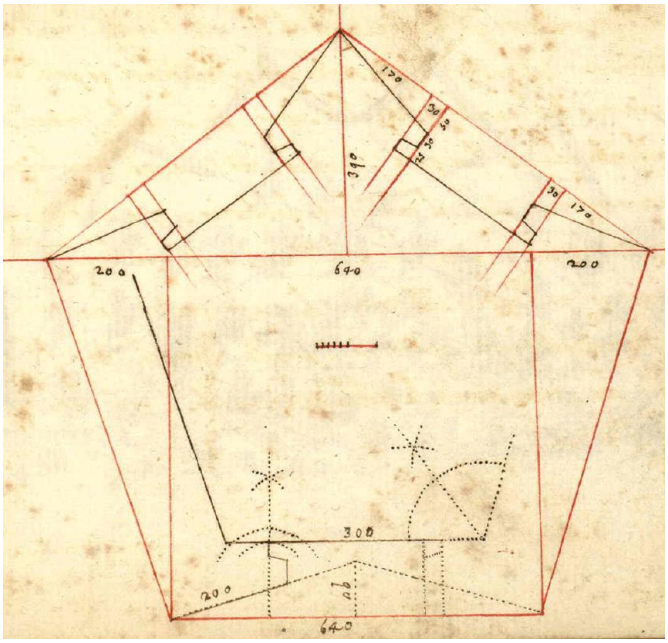


Figure 7.24

Nous trouvons ici une parfaite illustration des avantages de l'usage de la couleur et de la cotation directe des longueurs sur les segments. Le lecteur, même apprenti-géomètre, devient capable de reconstituer la procédure de tracé sans disposer des instructions écrites. Remarquons que la construction est uniquement basée sur des longueurs de segments, le tracé de perpendiculaires mis à part.

L'autre figure n'est pas si explicite, car ses lignes ne sont ni coloriées ni cotées (Figure 7.25). En revanche, nous pouvons y reconnaître la source utilisée, puisque la figure expose la manière de bastionner l'hexagone de Jean Errard, avec ses pointillés caractéristiques montrant

[47] *Ibid.*, fol. 54 & 55 respectivement.

le tracé de la bissectrice du demi-angle du bastion, ainsi que le cercle tangent aux deux côtés de ce demi-angle. Le tracé des orillons n'est pas explicite et ne correspond pas exactement à celui d'Errard. De plus, le dessinateur a jouté les pointillés qui complètent la forme carrée du bastion, comme nous l'avons nous-même souligné (cf. *supra*, chap. 5, §3.5). Il a par ailleurs tracé l'intérieur de l'enceinte beaucoup plus rapproché de la courtine que sur l'original. Curieusement, la figure est reproduite à l'envers par rapport à celle de l'ouvrage d'Errard, puisque le cercle y figure à droite. Dans aucune édition de la *Fortification démonstrée et reduicte* en art, même une version de basse qualité plagiée en 1675[48], nous n'avons pu trouver cette orientation, elle donc été choisie par l'auteur italien du *Sketchbook*.

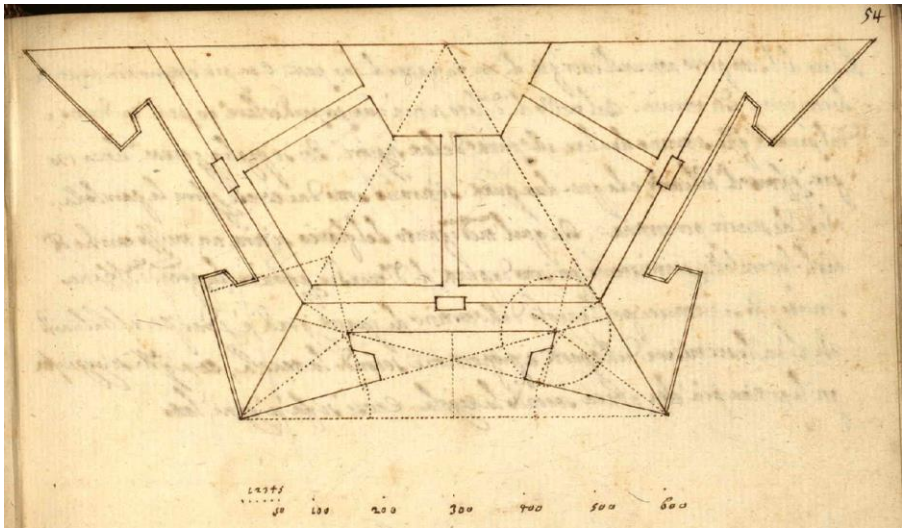


Figure 7.25

La Figure 7.25 contient tous les éléments des trois illustrations qu'Errard avait incluses dans sa *Fortification* au chapitre sur le bastionnement de l'hexagone régulier (cf. *supra*, chap. 5, §3.4.3). Elle contient en particulier les éléments nécessaires aux démonstrations géométriques d'Errard, cercles inscrit, bissectrice, etc. Notre dessinateur italien a donc ici aussi efficacement synthétisé les sources utilisées.

Le *Sketchbook* est, dans la veine de l'*Arquitectura y máquinas militares* de Madrid, un ensemble imposant d'esquisses ayant trait à une grande variété de domaines liés au métier

[48] [Errard, Andreas], *Kurtze Anweisung zur Allgemeinen Fortification. Wie nemlich dieselbe auff einen sehr furtzen, geschwinden und gantz leichten Weg, ohne einiges calculiren ins gemein, so wol in Irregular- als Regular-Figuren, zu practiciren, zusamt denen dazu bedürfftigen, nothwendigen Principiis Geometriae. Erster [Ander, Dritter] Theil, Allen Chevallieren, Officiren, und andern Liebhabern der Fortification, so deß Rechnens unerfahren, zu Dienst beschrieben. Par Feu Andreas Errard, De Bar-Le-Duc, Ingenieur Ordinaire du Roy.* [3 volumes]. Mümpelgart, Gedr. bey Joann Christoph Wiedenmann, 1675.

d'ingénieur militaire. À la différence du manuscrit madrilène, il présente cependant des exercices de géométrie et des croquis adaptés de sources imprimées. Il ne s'agit donc pas d'un manuscrit préparatoire à une publication, mais, comme son équivalent espagnol, il rassemble de nombreux documents graphiques en un tout encyclopédique. L'architecture militaire occupe peu de place dans ces deux manuscrits. Rappelons cependant que le principal schéma explicatif du *sketchbook* est une synthèse de plusieurs figures de la *Fortification* de Jean Errard. Nous allons étudier un troisième ensemble de carnets, écrits cette fois-ci en français et composés dans la sphère française. La fortification errardienne y a-t-elle plus d'importance que dans les manuscrits précédents ?

1.3. LES *CARNETS* DE JACQUES GENTILLÂTRE (V. 1625)

À la Bibliothèque nationale de France se trouve un ensemble de carnets, reliés au XIX^e^ siècle, référencé sous l'appellation *Manuel d'un ingénieur-architecte de la première moitié du XVII^e^ siècle*[49], que nous désignons sous l'appellation de *Carnets*. Il a été étudié par plusieurs historiens de l'architecture[50], dont les interprétations divergent. Les *Carnets* sont vus soit comme une compilation à usage professionnel (un *commonplace book*)[51], soit comme un manuscrit préparatoire à la publication d'un traité complet d'architecture, original en grande partie[52]. Dans l'étude la plus récente, la part attribuée à Gentillâtre est estimée à moins de 50%[53]. Nous avons prolongé ce travail en mettant à profit nos recherches sur les ouvrages scientifiques et techniques de l'époque, continuant ainsi à tracer dans ces carnets ce que l'auteur avait puisé dans des sources extérieures. Notre travail est loin d'être achevé, mais nous permet néanmoins de nous situer par rapport aux options des historiens. Nous avons consigné dans l'Annexe A3.1 les résultats provisoires de cette recherche, centrée sur les contenus mathématiques et délaissant l'architecture que nous connaissons moins bien. Le

[49] Ms français 14 727, Bibliothèque nationale de France.
[50] En France, Liliane Châtelet-Lange a en particulier attribué les carnets à Gentillâtre (Châtelet-Lange, Liliane, *Jacques Gentillâtre. Montbéliard, Genève, Chalon-sur-Saône, Lyon*. Monuments et mémoires de la Fondation Eugène Piot, Tome 70, 1989. p. 71-138). Voir aussi sa notice *Jacques Gentillâtre* dans *The Dictionary of Art*, vol. 12. New York, Grove, 1996, p. 309-310. En Angleterre, voir Marr, Alexander, « Copying, Commonplaces, and Technical Knowledge: The Architect-Engineer as Reader », *in* Damm, Heiko, Thimann Michael & Zittel, Claus, "The Artist as Reader: on Education and Non-Education of Early Modern Artists", *Intersections, Interdisciplinary studies in Early Modern Culture*, vol. 27. Leiden, Brill, 2013, p. 428-470.
[51] Marr, Alexander, « Copying, Commonplaces… », *op. cit.*, p. 426, *passim*.
[52] Châtelet-Lange, Liliane, *Jacques Gentillâtre*, notice citée, p. 310.
[53] Marr, Alexander, « Copying, Commonplaces… », *op. cit.*, p. 435.

lecteur pourra constater que pour tout ce qui concerne les mathématiques et les machines, les parties recopiées sont largement majoritaires. Nous en estimons le volume à plus de 90%, ce qui fait des *Carnets* avant tout une documentation à l'usage de leur rédacteur. Mais loin d'être un simple plagiaire et malgré les grandes libertés qu'il prend avec l'orthographe des textes qu'il copie, Gentillâtre a réussi à donner un ordre cohérent à cet amoncellement de citations. Quelques repères biographiques[54] nous permettront de mieux comprendre la constitution des *Carnets*, dont nous décrirons le contenu et l'ordonnancement. Nous aurons ainsi une vision générale d'une documentation professionnelle assemblée par un praticien des années 1620, et la place qu'y tiennent les œuvres d'Errard.

1.3.1. Repères biographiques

Né vers 1578 à Sainte Menehould, Gentillâtre s'est formé à l'architecture et au dessin à Paris, dans l'atelier de Jacques II Androuet du Cerceau, le fils du célèbre architecte dont nous avons plusieurs fois croisé le chemin, en particulier lorsque nous avons étudié le théâtre de machines de Jacques Besson (cf. *supra*, chap. 3, §2.1). Vers 1602, il quitte Paris pour Sedan, où réside Jean Errard, mais nous ne savons pas précisément pour quelle raison. Il semble qu'il y ait été l'architecte d'au moins un hôtel particulier, puis se soit déplacé en Lorraine et en Franche-Comté, pour exercer son art au service de la famille de Thon jusqu'en 1607. Il entre en 1610 au service du duc de Wurtemberg à Montbéliard comme architecte et fortificateur, aux côtés de Claude Flamand et sans doute dans la proximité d'Heinrich Schickhardt[55]. Recommandé par le gouverneur de Montbéliard, il s'installe en juin 1611 à Genève pour y entreprendre des travaux hydrauliques et stratégiques, mais il est chassé en 1612, après l'échec de ses essais de machines d'adduction d'eau. Flamand le déclare incapable et reprend tous ses projets. Il semble que Gentillâtre ne s'occupera plus que d'architecture, dans la région de Chalon-sur-Saône et de Mâcon, avant de partir dans les années 1620 à Lyon, où sa trace se perd. Sa probable appartenance à la religion réformée[56] explique à la fois sa position dans le cercle des Androuet du Cerceau, ses résidences dans des places-fortes calvinistes et ses divers emplois au service de grandes familles protestantes.

---

[54] Châtelet-Lange, Liliane, *Jacques Gentillâtre. Montbéliard, Genève, Chalon-sur-Saône, Lyon*, *op. cit.*
[55] *Ibid.*, p. 73.
[56] *Ibid.*, p. 128.

1.3.2. QUE POUVAIENT REPRÉSENTER LES *CARNETS* POUR GENTILLÂTRE ?

À quoi peuvent avoir servi tous ces extraits dans l'activité de leur compilateur ? Sans doute ont-ils été composés sur le long terme et dans une optique professionnelle plus proche du métier d'ingénieur que de celui d'architecte, optique dans laquelle devait être Gentillâtre au moins jusqu'à son échec de Genève. Sans doute désargenté la plupart du temps[57], il ne possédait pas (ou peu) de livres et s'est servi de ceux qu'il trouvait dans les bibliothèques de seigneurs pour lesquels il travaillait ou d'ingénieurs qu'il a pu fréquenter. Nous pensons qu'il a rencontré Errard et Flamand comme l'indiquent sa biographie et la place de leurs écrits dans sa compilation. Il a en tout cas une vision d'ensemble éclairée des matières qu'il aborde, même s'il fait preuve de maladresses dans sa rédaction. Les extraits qu'il compile sont toujours associés avec subtilité de telle façon qu'ils se complètent les uns les autres. Les *Carnets* seraient donc une documentation professionnelle d'ingénieur.

Nous avons une autre hypothèse sur leur raison d'être. La documentation de Gentillâtre contient des extraits de traités d'arithmétique et de géométrie sans rapport direct avec les occupations professionnelles des ingénieurs, ni même des architectes. Comme il ne s'agit pas de ses cahiers d'apprentissage, nous pouvons postuler que le compilateur les avait rassemblés pour une autre activité, celle de professeur, comme nombre de ses contemporains à la recherche d'emploi, ainsi que nous le verrons dans la suite de notre étude. Nous nous appuyons sur la page 6 du manuscrit (Annexe B3, Figure 7.26), qui devait en être la page de garde avant que les carnets soient reliés. Elle porte la signature répétée de « Monsieur de Lestoille » avec des essais d'ornements calligraphiques qui nous semblent appartenir à une jeune personne. Comme le château de L'étoile est situé dans la proximité de Chalon, nous pensons que Gentillâtre a pu être le précepteur d'un jeune noble de cette lignée, ce que tend à confirmer la mention de « Monsieur de Chabanne », qui est également un titre porté par les membres de la famille. Gentillâtre aurait ainsi été amené à enseigner les mathématiques, l'architecture, la fortification, ce qui nous paraît cohérent avec les pratiques d'éducation de la noblesse au début du XVII^e^ siècle, que nous détaillerons dans notre chapitre 8.

[57] Châtelet-Lange, Liliane, *Jacques Gentillâtre. Montbéliard, Genève, Chalon-sur-Saône, Lyon*, *op. cit.*, p. 136.

1.3.3. NATURE ET COMPOSITION DES *CARNETS*

Au point de vue professionnel, l'historiographie a surtout retenu de Gentillâtre ses activités d'architecte, s'intéressant peu aux mathématiques et à l'art militaire, ce qui a donné lieu à l'interprétation des *Carnets* comme projet d'ouvrage suivant le modèle vitruvien[58]. Mais en tenant compte de l'importante quantité d'extraits consacrés à l'arithmétique, à la géométrie, à l'art militaire, ainsi qu'à des croquis de machines, nous souscrivons davantage à l'autre interprétation[59] que notre propre recherche vient appuyer, voyant plutôt dans les *Carnets* une documentation d'ingénieur, comme nous allons le justifier.

Les *Carnets* sont constitués de trente-et-un cahiers qui ont été montés sur onglets et reliés au XIX^e^ siècle à la Bibliothèque nationale (Annexe B3, figure 7.27). L'ordre du montage est basé sur les en-têtes d'un grand nombre de feuillets, séparant la majeure partie de l'ouvrage en dix livres (numérotation en onze livres, mais absence du neuvième). Certains feuillets sont isolés, certains sont manquants (Annexe B3, Figures 7.28). De nombreuses pages sont blanches (voir le sommaire détaillé dans l'Annexe A3.1, §II), de par la nature même de la composition des *Carnets*, Gentillâtre laissant souvent quelques feuillets libres avant d'entamer une nouvelle partie, afin de pouvoir compléter sa compilation au fur et à mesure de ses lectures. Cela est visible par exemple sur un feuillet présentant diverses mesures utilisées par les ingénieurs[60] (Annexe B3, Figure 7.29). Les trois mesures de la partie centrale (Bavière, Nuremberg, Vienne) sont écrites à l'encre noire et sont tirées de l'*Architectura von Vestungen* de Specklin[61]. Les trois mesures de droite (Montbéliard, Comté de Bourgogne, Savoie) proviennent, avec les mêmes légendes orthographiées différemment, du livre d'arpentage de Claude Flamand[62], à moins que ce ne soit de la contrefaçon parue en 1625 sous le nom d'auteur de Zacarie[63]. Le « car de pied d'Itally » et le « car de pied d'Allemaigne » tout à gauche sont encore d'une encre différente.

---

[58] Châtelet-Lange, Liliane, notice *Jacques Gentillâtre* dans *The Dictionary of Art*, *op. cit.*, p. 310.
[59] Marr, Alexander, « Copying, Commonplaces, and Technical Knowledge… », *op. cit.*, p. 435-438.
[60] [Gentillâtre, Jacques], *Manuel d'un ingénieur-architecte…*, *op. cit.*, « Diuersité de mesure de pied de plusieur contres [contrées] et region », fol. 65.
[61] Specklin, Daniel, *Architectura von Vestungen…*, *op. cit.*, Strasbourg, 1608, Kupfer Blatt n°3, p. 13.
[62] Flamand, Claude, *La practique et usage d'arpenter…*, op. cit., Montbéliard, 1611, planche dépliante, p. 1.
[63] Zacarie, le Sr, *Livre d'arithmetique et geometrie. Avec l'Art d'Arpenter, Mesurer toutes superficies de terre. Nouvellement mis en lumiere par le S^r^ Zacarie, Profeß. és Mathematiques. Reveu, corrigé & augmenté de nouveau. Ensemble un Traicté de la Boussole. Nécessaire à tous ceux qui font profession és Mathematiques*, Paris, Nicolas Rousset, 1625, planche dépliante de la p. 64.

D'autres feuillets couverts de croquis sont issus de plusieurs sources similaires, par exemple Cataneo, Specklin, Pasino et Marolois[64] pour la façon d'abattre des bastions[65]. Les dispositifs perspectifs de Dürer et d'Errard sont reproduits conjointement (Annexe B3, Figure 7.30), non sans impertinence car le modèle de Dürer est remplacé par une vache et le lion d'Errard par un hexagone. Nous trouvons aussi la recollection de pages différentes d'une seule et même source, comme la double page consacrée au tir en batterie sur la maçonnerie des fossés[66] (Annexe B3, Figure 7.31), qui met à contribution cinq endroits différents du *Discours* de Pasino[67]. Par ailleurs des sections entières[68] ne font appel qu'à une seule source, comme le *Théâtre des instrumens* de Jacques Besson[69]. Comme nous allons le voir, le nombre de ces sources est très important, ce que rend indispensable la variété des domaines abordés : arithmétique, nombreux problèmes de géométrie théorique, géométrie pratique, et mesures de longueurs, d'aires, de volumes, statique et dynamique, fortification, artillerie, machines de guerre, architecture, perspective, diverses machines.

1.3.4. CONTENU ET SOURCES DES *CARNETS*

Après un premier cahier mal placé par les relieurs et consacré aux solides et à leurs patrons, l'arithmétique occupe une soixantaine de feuillets. Les principaux ouvrages copiés sont des arithmétiques commerciales très courantes du milieu du XVI^e^ siècle[70], mais Gentillâtre s'en remet aux explications de Claude Flamand lorsqu'il s'agit de fractions[71] ou d'extractions de racines carrées[72]. La partie géométrique est deux fois plus importante (cent-trente feuillets) et fait l'objet d'une répartition en six livres thématiques, dont trois sont très proches dans leur structure, comme dans leur contenu, de la *Géométrie* de Flamand. Il se pourrait donc qu'ils aient été composés vers 1608, lorsque Gentillâtre faisait ses classes

---

[64] Voir l'Annexe A3.1, §IV.
[65] [Gentillâtre, Jacques], *Manuel d'un ingénieur-architecte…*, *op. cit.*, « La facon dassallir aucune places simple fortifié », fol. 222.
[66] [Gentillâtre, Jacques], *Manuel d'un ingénieur-architecte…*, *op. cit.*, fol. 222v-223.
[67] Pasino, Aurélio de, *Discours sur plusieurs poincts de l'architecture de guerre...*, *op. cit.*, p. 31, 34, 62, 63, 68 & 71.
[68] [Gentillâtre, Jacques], *Manuel d'un ingénieur-architecte…*, *op. cit.*, fol. 554-577v.
[69] Besson, Jacques, *Theatre des instrumens Mathematiques & Mechaniques...*, *op. cit.*, (Lyon, 1578). Voir le détail dans l'Annexe 1.2, §IV.
[70] Savonne, Pierre de, *L'arithmetique de Pierre de Savonne dict Talon, natif d'Avignon, comté de Venisse…*, Lyon, Benoît Rigaud, 1571 ; Trenchant, Jean
[71] Flamand, Claude, *Les Mathematicques et Geometrie, departies en six livres….*, *op. cit.*, « Le second livre, des fractions geometriques », p. 54-57.
[72] *Ibid.*, « Pour extraire la racine quarrée », p. 97 [paginée 90 par erreur par l'imprimeur Jacques Foillet].

d'ingénieur à Montbéliard. Bien que les sources soient très diverses, l'organisation de cette partie n'est pas laissée au hasard, nous en voulons pour exemple le contenu du sixième cahier[73]. La couture et le petit nombre de pages blanches de ce cahier montrent que sa composition en a été décidée avant la rédaction. Gentillâtre a choisi d'insérer un prologue général[74] qu'il emprunte intégralement à un ouvrage des années 1550, la *Paraphrase de l'Astrolabe* de Jacques Focard[75], qu'il fallait vraiment avoir parcouru pour y trouver ce texte sans réel rapport avec son sujet.

À la suite de cette arithmétique, les en-têtes des pages indiquent leur regroupement par « livres » thématiques. Les deux premiers livres concernent la géométrie théorique, mais ne sont pas tirés des *Éléments* d'Euclide, malgré leur disponibilité au début du XVII^e^ siècle dans plusieurs éditions en français, dont celle d'Errard. Les sources choisies par Gentillâtre sont plutôt des ouvrages tournés vers la pratique. Nous avons étudié la plupart d'entre eux dans le premier chapitre. Il s'agit essentiellement de l'une ou l'autre des versions de la *Geometrie* de Charles de Bovelles[76], sans doute la réédition de Denise Cavellat en 1608 d'après nos recoupements, de la *Geometrie et horologiographie* de Jean Bullant[77], également rééditée par Denise Cavellat en 1608 et de la *Practique de la geometrie* d'Oronce Fine dans la traduction de Pierre Forcadel[78]. Le troisième livre, consacré à la mesure des superficies planes et à l'arpentage[79] est une synthèse des ouvrages de Claude Flamand et d'Oronce Fine cités (Annexe B3, Figure 7.32). C'est le cas également du quatrième livre consacré aux solides et à la mesure de leur volume[80]. Le cinquième livre, traitant de statique et de machines simples, trouve son origine et son titre dans la *Geometrie* de Flamand, dont proviennent les seize

---

[73] [Gentillâtre, Jacques], *Manuel d'un ingénieur-architecte…*, *op. cit.*, fol. 62-75.
[74] *Ibid.*, « Des genre et especes de geometri », fol. 63-64.
[75] Focard, Jacques, *Paraphrase de l'astrolabe contenant les Principes de Geometrie, la Sphere, l'Astrolabe, ou, declaration des choses celestes, le Miroir du Monde, ou, exposition des parties de la terre.* Lyon, Jean de Tournes, 1546.
[76] Bovelles, Charles de, *Livre singulier & utile touchant l'Art et Practique de geometrie...*, op. cit., Paris, Simon de Colines, 1542, puis Regnaud Chaudière & Claude son filz, 1547, 1551, puis Denise Cavellat, 1608.
[77] Bullant, Jean, *Petit traicté de geometrie et d'horologiographie pratique, par Jean Bullant, architecte de haut & puissant seigneur, Monsieur le Duc de Montmorency, Pair & Connestable de France.* Paris, Guillaume Cavellat, 1564. Édition augmentée *par Claude de Boissière Dauphinois*. Paris, Denise Cavellat, 1608.
[78] Fine, Oronce [Forcadel, Pierre, trad.], *La Practique de la geometrie d'Oronce… Reveüe & traduicte par Pierre Forcadel, Lecteur du Roy és Mathématiques*, *op. cit.*, Paris, Gilles Gourbin, 1570, 1586.
[79] [Gentillâtre, Jacques], *Manuel d'un ingénieur-architecte…*, *op. cit.*, « Troisieme liure de geometry de la mesure des superficiplaine et de l'art et pratic darpenter arttres necessaire a tout republic com laboureur et autre gens menager », fol. 110r-144.
[80] [Gentillâtre, Jacques], *Manuel d'un ingénieur-architecte…*, *op. cit.*, « Quatrieme Liure de geometri de la mesure des corps solide... », fol. 146-162v.

premières pages, les cinq autres étant empruntées à Salomon de Caus[81] et sans doute copiées plus tard, puisque l'ouvrage de Caus n'a paru qu'en 1615, tandis que Gentillâtre pouvait consulter celui de Flamand à Montbéliard dès son arrivée.

Nous pourrions nous étonner que le sixième livre[82], consacré à la mesure des longueurs, soit placé en dernier dans cette progression. Ce sujet aurait dû en toute logique être traité vant la mesure des aires et des volumes, suivant en cela le plan classique des ouvrages de géométrie pratique que nous avons référencés au chapitre 1. Il y a cependant une certaine cohérence dans cet ordre : les livres précédents abordent des questions de géométrie sur le papier, celui-ci est le premier qui traite de mesures sur le terrain, c'est une sorte de prologue à la fortification, sujet du septième livre. Gentillâtre a directement pris les illustrations des ouvrages qui traitent des instruments, comme le *carré géométrique* d'Oronce Fine[83], l'*holomètre* d'Abel Foullon[84], le *graphomètre* de Philippe Danfrie (mais dans une copie conforme à celui de la *Fortification* d'Errard), le *cosmolabe* de Jacques Besson[85] ou l'instrument de géométrie de Jean Errard[86] (Annexe B3, Figures 7.33). Nous n'aborderons pas ici en détail les livres d'architecture[87] qui ont été étudiés par ailleurs[88], mais nous concentrerons sur les livres consacrés à la fortification et à l'art militaire. Car si les *Carnets* se réfèrent peu à la *Geometrie* d'Errard, il n'en va pas de même pour la fortification.

1.3.5. La place prépondérante d'Errard en fortification

Dans cette partie, nous sommes loin de l'aspect « cahier d'essais » que le *Sketchbook* italien présentait. En fortification, comme dans tous les livres précédents, les sources retenues sont fidèlement recopiées et peu modifiées, rien ne ressemble à des exercices de tracé.

---

[81] Caus, Salomon de, *Les raisons des forces mouvantes avec diverses machines tant utilles que plaisantes aus quelles sont adjoints plusieurs desseings de grotes & fontaines. Par Salomon de Caus, Ingenieur & architecte de son Altesse Palatine Electorale*. Francfort, Jan Norton, 1615.

[82] [Gentillâtre, Jacques], *Manuel d'un ingénieur-architecte…*, *op. cit.*, « Quatrieme Liure de geometri de la mesure des corps solide... », fol. 146-162v.

[83] Fine, Oronce [Forcadel, Pierre, trad.], *La Practique de la geometrie d'Oronce…*, *op. cit.*, 1570, 1586.

[84] Foullon, Abel, *Usaige et description de l'holometre...*, *op. cit.*, Paris, 1555 ; 1561 ; 1567.

[85] Besson, Jacques, *Le Cosmolabe ou Instrument Universel concernant toutes observations...*, *op. cit.*, Paris, 1567.

[86] Errard, Jean, *La Geometrie et practique generalle d'icelle…*, *op. cit.*, Paris, 1594, 1602. Réédition augmentée par Didier Henrion, Paris, 1619, 1620, 1621.

[87] [Gentillâtre, Jacques], *Manuel d'un ingénieur-architecte…*, *op. cit.*, « Dixieme liure de La demonstration de larchitecture des batiment de plusieur condition a sçauoir… », fol. 340-405v & « Onzieme liure de la Demonstration des traict de masongnerie le tout mis en ordre », fol.

[88] Alexander Marr appelle de ses vœux des études plus systématiques (Marr, Alexander, « Copying, Commonplaces, and Technical Knowledge…», *op. cit*, p. 442) et annonce un travail en cours (*Ibid*., p. 444).

L'ensemble des soixante-douze feuillets sur le sujet de l'art militaire occupe les cahiers 14 à 16. Le septième livre du recueil en occupe trente et une pages[89], qui reproduisent scrupuleusement de très larges extraits de la *Fortification* de Jean Errard, dans l'édition parisienne de 1604, que Gentillâtre pouvait consulter pendant son séjour à Sedan. La plupart des planches y sont reproduites, sauf les plans des polygones au-delà de l'octogone et leurs figures de bastionnement au-delà du dodécagone. Sur l'exemple que nous donnons ci-dessous (Figure 7.34), la page de droite reprend très fidèlement la première figure de la *Fortification demonstrée et reduicte en art*,[90] et celle de gauche est la copie du texte qui lui correspond[91].

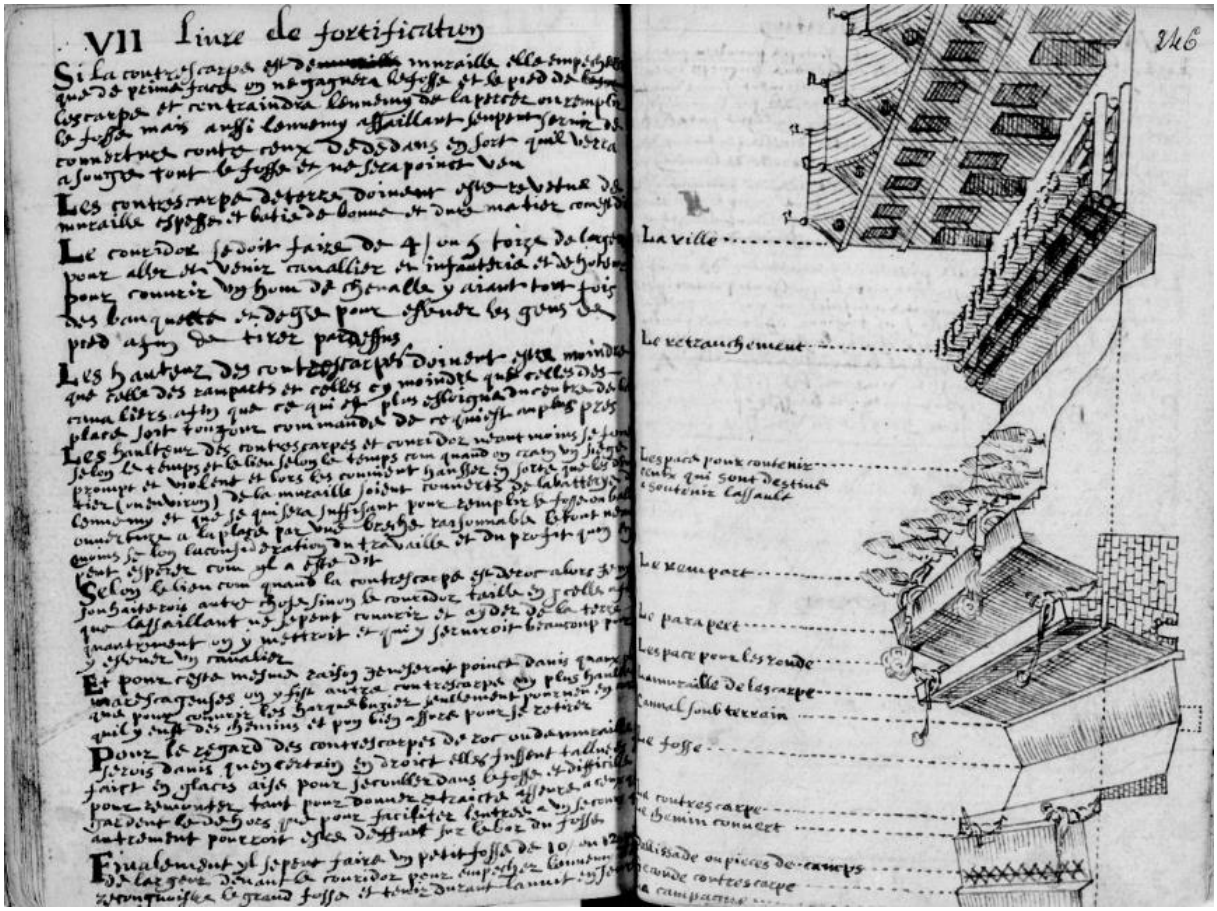


Figure 7.34

La reproduction du texte original est réalisée avec davantage de soin pour ces citations de l'ouvrage de Jean Errard que pour les autres textes des *Carnets*. Il ne s'y trouve presque aucune variation orthographique par rapport à l'imprimé de la *Fortification demonstrée et*

[89] [Gentillâtre, Jacques], *Manuel d'un ingénieur-architecte…*, *op. cit.*, « Septieme Liure de la demonstration de Larchitecture des fortification a scauoir de bien fortifier les ville sitadelle et château...… », fol. 238-278.
[90] Errard, Jean, *La Fortification…*, *op. cit.*, Paris, 1604, p. 19.
[91] *Ibid.*, p. 18-20.

reduicte en art, ce qui indique l'attention avec laquelle les citations ont été notées. Le copiste va jusqu'à terminer son extrait par « Fin de la fortification demonstre et reduit en art[92] ». Il est donc clair que l'original représentait pour Gentillâtre la référence par excellence.

Est-ce à supposer qu'il s'agit du premier texte de fortification dont il ait eu connaissance ? Nous ne pouvons pas l'affirmer avec certitude, d'autant que le premier extrait de fortification du recueil[93] est une reproduction du chapitre des *Discours militaires* de Du Praissac consacré à ce sujet[94]. Nous reviendrons plus loin sur cet ouvrage qui met l'art militaire à portée de tous les esprits curieux[95]. Gentillâtre le reproduit de manière moins attentive, car il en abrège les contenus et ne range pas son extrait sous l'en-tête de « Livre de fortification ». Un autre ensemble précédant l'extrait de la *Fortification* d'Errard est composé surtout d'illustrations, reprises d'ouvrages que nous avons cités plus haut, ceux de Cataneo, Specklin, Pasino, et surtout celui de Samuel Marolois[96] dont la première édition date de 1615, et que nous avons étudié en détail au chapitre 6.

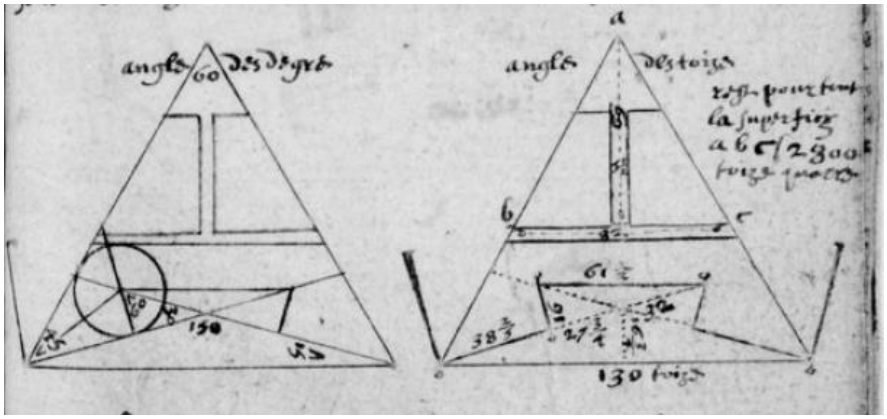


Figure 7.35

Notons la seule modification significative que Gentillâtre se soit autorisé à apporter au texte de Jean Errard, et qui est sans doute à rapprocher de sa formation d'architecte. Il a

[92] [Gentillâtre, Jacques], *Manuel d'un ingénieur-architecte…*, *op. cit.*, fol. 278.
[93] *Ibid.*, fol. 208-212.
[94] Praissac (le S[r] du), *Les discours militaires…*, *op. cit.*, la V[ve] Matthieu Guillemot & Samuel Thiboust, 1612 ; 1614 ; 1615 ; 1622.
[95] Cf. Salzmann, Jean-Pierre, « Une méthode de raisonnement tactique à l'aube du XVII[e] siècle », *Stratégique* n°88, Paris, Institut de Stratégie des Conflits, avril 2007.
[96] Marolois, Samuel, *Opera mathematica ou oeuvres mathématicques. Traictans de Geometrie, Perspective, Architecture et Fortifications par Samuel Marolois. Ausquels sont ajoins les fondements de la Perspective, & Architecture de J[an] Wredm[an] [de] Vriese. Augmentée & Corrigée en divers endroicts par le mesme Auteur.* La haye, Hendrik Hondius, 1614 [-1616]. La troisième partie existe comme ouvrage indépendant : Marolois, Samuel, *Fortification ou architecture militaire tant offensive que deffensive, suputee & dessignee par Samuel Marolois.* La haye, Hendrik Hondius, 1615.

reproduit les figures démonstratives du bastionnement des polygones avec les valeurs des diverses mesures (Figure 7.35)[97], ce qui ne se trouvait pas du tout chez Errard. Il ne fait là que reprendre les résultats obtenus dans le texte original, mais sans reproduire les calculs et démonstrations géométriques. Si ses légendes (*Angles des degrés*, *Angles des toises*) dénotent une certaine confusion dans les définitions mathématiques, les figures ainsi modifiées sont de véritables plans, qui permettent de reproduire les figures sans faire de calculs et même sans autre besoin que la règle et une échelle de mesure.

La partie consacrée à l'art militaire se clôt sur le huitième livre[98] consacré aux machines de guerre, principalement extrait d'ouvrages que nous avons mentionnés au chapitre 1.

1.4. Conclusion : les papiers d'ingénieurs

À travers notre examen de ces manuscrits, tous catalogués comme *carnets d'ingénieurs*, nous avons découvert différentes facettes d'une pratique de documentation graphique[99]. Un aspect commun nous frappe à la simple consultation des sommaires, c'est la vaste étendue des connaissances abordées, ce que nous avions déjà noté chez Stevin et Coignet, mais également, chez des personnes de moindre envergure, comme Constantinoys, de Beste ou les de Cœulre (cf. chap. 2, §4). Les ingénieurs de terrain rassemblent une documentation à laquelle ils donnent une forme personnelle, de la prépublication d'ouvrages dont ils sont les auteurs à la compilation documentaire de sources extérieures, en passant par les cahiers d'exercice contenant même leurs erreurs de débutants.

Nous avons pu constater également que la fortification vue par les ingénieurs ne représente qu'un de leurs nombreux centres d'intérêt dans tout ce qui touche à l'art militaire, qui devient un objet de curiosité partagé par des lecteurs de plus en plus nombreux, comme nous le confirme le succès d'un ouvrage tel que les *Discours* de Du Praissac. S'attarder sur la fortification revient à s'attarder sur la géométrie, ce qui n'est pas le souci principal des rédacteurs des écrits que nous avons étudiés. Par ailleurs, nous avons mesuré l'importance de la maîtrise du dessin dans l'établissement des divers carnets. Les ingénieurs ont développé un

---

[97] *Ibid*., fol. 249, 253-v, 254v, 255.
[98] [Gentillâtre, Jacques], *Manuel d'un ingénieur-architecte…*, *op. cit.*, « Huitieme liure demonstrantes plusieur machine seruant a lart militaire tant pour asallir que pour defandre », fol. 278v-321.
[99] Cf. Marr, Alexander, « Copying, Commonplaces… », *op. cit.*

langage graphique[100] qui leur permet tantôt de résumer toutes les informations nécessaires sur des croquis épurés, tantôt de croquer avec talent des scènes de la vie ordinaire des militaires à l'assaut d'une place ou de géomètres dans l'exercice de leur métier.

Nous terminons cette conclusion par le constat du peu de portée de la méthode errardienne dans le milieu des ingénieurs au début du XVII[e] siècle, du moins pour ce que nous connaissons de ce qu'ils retiennent pour leur propre documentation. Si nous avons trouvé peu de traces de l'héritage errardien dans ce qu'ils écrivent, cela peut être parce que ces contemporains de notre auteur s'étaient formés comme lui auprès de maîtres italiens ou en référence à eux, en tout cas à une époque où les méthodes italiennes étaient globalement les seules appliquées. Le faible tirage de l'édition de 1600 de la *Fortification* ne pouvait pas contribuer à une large diffusion de ses contenus. L'impression bilingue à Francfort en 1604 permettra d'en augmenter l'audience, en touchant des personnes comme Heinrich Schickhardt[101], ingénieur du Prince de Wurtemberg et rival de Claude Flamand à Montbéliard[102], ou Levinus Hulsius, l'érudit compilateur d'un fameux traité d'instruments mathématiques[103]. La possession de l'ouvrage ne fait pas pour autant de ces « honnêtes hommes » des disciples d'Errard.

Nous avons constaté cependant que la disponibilité de l'ouvrage le mettait à la portée de personnages de moindre importance comme Jacques Gentillâtre, dont la copie fidèle du texte et des gravures d'Errard montre l'estime en laquelle la fortification géométrique errardienne pouvait être tenue dans certains milieux. Elle occupe également une petite place dans le *Sketchbook*, mais n'en constitue pas moins la seule démonstration (au sens graphique) explicite d'une méthode de bastionnement. Nous avions cependant constaté (cf. *supra*, chap. 6) qu'un scientifique d'envergure comme Coignet prend en considération les maximes errardiennes au point de modifier sa pratique courante du bastionnement. La *fortification*

---

[100] Cf. Cámara Muñoz, Alicia, « La profesión de ingeniero : los ingenieros del rey », op. cit., p 153. Nous renvoyons aussi à l'étude de Manuel Silva Suáres, « El lenguaje gráfico: inflexion y pervivencias », *in* Silva Suárez, Manuel (dir.), *Técnica e ingenieria en España I…, op. cit.*, p. 243-310.

[101] Schickhardt, Heinrich, *Inventarium 1630-1632. Inventaire des biens et des œuvres d'un architecte de la Renaissance. Transcrit, traduit et annoté par André Bouvard, Eckhard Christof, Roman Janssen & Charles Zumsteeg, sous la direction de Denise Rietsch*. Karlsruhe, G. Braun, 2013. Voir sur ce sujet Bouvard, André, « Heinrich Schickhardt, "Liste de mes livres. 1631" : l'inventaire autographe d'un architecte des ducs de Wurtemberg », *Cahiers de RECITS*, Université de technologie de Belfort-Montbéliard, fascicule n°6, 2008, pp. 31-55.

[102] Cf. Bouvard, André, « L'ingéniaire et le Baumestre : une rivalité d'architecte à Montbéliard à la fin du XVI[e] siècle », *Bulletin et Mémoires de la Société d'Émulation de Montbéliard*, fascicule n°125, 2002, pp. 385-408.

[103] Hulsius, Levinus, *Erster [Ander - Dritter] Tractat Der Mecanischen Instrumenten : Gründlicher, Augenscheilicher Bericht deß newen Geometrischen Gruntreissenden Instruments*. Frankfurt am Main, l'auteur, 1604. Edition latine : Frankfurt am Main, Wolfgang Richter, aux dépens de l'auteur, 1605. La liste des ouvrages

géométrique apparaît donc dans les écrits comme un modèle parmi d'autres et nous n'avons trouvé que chez Coignet des signes d'adhésion à cette méthode. Avec la publication de traités en français sur la fortification hollandaise à partir de 1615, elle va se trouver concurrencée par celles de l'école de Leyde.

2. LA NOUVELLE FORTIFICATION FRANÇAISE APRÈS JEAN ERRARD

Des années 1610, aucun traité de fortification édité en France ne nous est parvenu[104]. Seul celui de Jean Errard redevient disponible, dans son édition de Francfort de 1617 déjà citée. Le sujet est cependant abordé en 1613 dans les *Memoires mathematiques* d'Henrion, que nous étudierons au chapitre 8, ainsi que dans le petit manuel sur l'art militaire déjà cité, les *Discours militaires* du Sieur du Praissac[105]. Probablement commissaire d'artillerie[106], Du Praissac fait preuve d'une bonne connaissance des affaires militaires de la guerre de Flandre puisqu'il décrit les mouvements de troupe de Maurice de Nassau à Nieuwpoort (1600) et Julliers (1610), et reproduit les gravures sur le maniement des armes du traité de Jacques de Gheyn[107]. Sur la fortification, il est le premier en France à présenter en parallèle quatre façons de fortifier, la française, l'espagnole, l'italienne et la hollandaise. La façon française est celle d'Errard, qualifiée pour la première fois de *manière*[108].

---

[104] Nous écartons les ouvrages militaires n'abordant qu'incidemment le sujet à propos des sièges, sans traiter de la construction des forteresses, comme Billon, Jeremie de (Sieur de la Prugne), *Instructions militaires, divisees en six livres : le sommaire desquels est contenu en la page suivante. Par Jeremie de Billon, Escuyer, S^r^ de la Prugne, Lieutenant de Monsieur de Chappes*. Lyon, Barthelemy Ancelin, 1617 ; La Vallée, Antoine de (Sieur de Montissuc), *Parentheses et documents militaires, traictans parfaictement des fortifications, sieges, tranchees, bateries, pointer les canons, tirer plans des pays, Provinces & Royaumes, faire toute sorte de bataillons, du devoir des rondes, & sentinelles, d'exercer, faire loger, marcher, & combattre les gens de guerre. Aussi du moyen de mettre promptement en ordre de bataille, tel nombre d'hommes qu'on voudra, avec toutes les reigles pour ce necessaires*. Lyon, Pierre Drobet, 1622.

[105] Praissac (le S^r^ du), *Les discours militaires dediez à sa Maiesté. Par le S^r^ du Praissac. Derniere edition (sic). Reveuë, corrigée & augmentée par l'Autheur.* Paris, la V^ve^ Matthieu Guillemot & Samuel Thiboust, 1612 ; 1614 ; 1615 ; 1622, etc.

[106] Salzmann, Jean-Pierre, « Une méthode de raisonnement… », *op. cit.*, p. 197.

[107] Gheyn, Jacques (II) de, *Maniement d'armes d'arquebuses, mousquetz, et piques. En conformite de l'ordre de Monseigneur le Prince Maurice, Prince d'Orange, Comte de Nassau & Gouverneur et Capitain General de Geldres, Hollande, Zeelande, Utrecht, Overyssel &c ripresenté par figures, par Jaques de Gheyn. Ensemble les enseigneme[n]s par escrit a l'utilite de tous amateurs des armes, et ausi pour tois, Capitaines & commandeurs, pour par cecy pouvoir plus facillement enseigner a leurs soldatz inexperimentez, l'entier et parfait maniement dicelles armes*. Amsterdam, Robert de Baudous, 1608.

[108] Praissac (le S^r^ du), *Les discours militaires…*, *op. cit.*, « La manière de fortifier les places selon les François », p. 42.

Que restera-t-il de cette première manière et de la fortification géométrique errardienne dans les ouvrages français au XVII^e siècle ? Nous étudions d'abord ceux dont les auteurs, que nous qualifions de *neveux* d'Errard, s'en réclament ou s'y réfèrent explicitement.

2.1. LES ANNÉES 1620 : LES *NEVEUX* D'ERRARD

En mourant en 1610, Errard laissait sa *Fortification* dans un état qui ne le satisfaisait plus. Son neveu Alexis témoigne avoir été chargé par lui de la révision de l'ouvrage en vue d'une troisième édition, qui paraîtra en 1620[109] :

> *Mais comme la perfection ne gist pas au commencement, ledit Sieur Errard se mit à reveoir & examiner curieusement & exactement ledit Livre, afin de le rendre de plus facile intelligence ; Il luy eust donné la derniere main, si la mort ne l'eust prevenu : Le desir qu'il avoit de servir à V[ostre]. M[ajesté] & au public, le convia (quelques heures auparavant son trespas) à me commander d'effectuer son intention.*

Rendre son livre « de plus facile intelligence » signifie pour Errard le mettre à la portée d'un nombre croissant de lecteurs, en admettant que le texte présente des lacunes ou des zones d'ombres et que l'iconographie est sans doute perfectible. Dès l'édition de 1600, il avait invité ses lecteurs à poursuivre les calculs simplement ébauchés avec la précision suffisante pour son propos[110] :

> *Ceux qui se delecteront és supputations Arithmetiques, pourront plus precisément cognoistre la puissance des lignes, & prendre plaisir à telles recherches, me contentant d'en donner l'ouverture autant qu'il en faut, pour parvenir au point desiré, tant de ceste figure, que des autres suyvantes.*

Nous avions déjà relevé la même humilité lorsqu'il priait les amateurs de belles sciences d'accepter les imperfections de sa géométrie, de la part de « celluy qui sera tresaise qu'un

---

[109] Errard, Jean & Errard, Alexis, *La fortification démonstrée et réduicte en art par feu I. Errard de Bar-le-Duc, Ingenieur du Treschrestien Roy de France et de Nauarre reveue corrigee & augmentée par A. Errard, son nepveu, aussi Ingenieur ordinaire du Roy suivant les memoires de l'Autheur. Contre les grandes Erreurs de l'Impreßion contrefaicte en Allemaigne Dédiee à sa Majesté*. Paris, s.n. [Pierre Delon imprimeur], 1620, Adresse (d'Alexis Errard) « Au Roy », fol. ãij non paginé.
[110] Errard, Jean, *la Fortification reduicte en art et demonstrée*, *op. cit.*, 1600, p. 32.

autre face mieux[111] ». En 1600, les derniers paragraphes de la *Fortification* se faisaient un premier écho de cette incitation à suivre ses traces :

> *Je mettray fin a cet œuvre, puis que (Graces à Dieu), je suis aucunement venu à bout de mon intention, qui a esté de metre en avant quelques notables principes, & reduire en art la fortification, du moins la rendre honorable & l'esclaircir plus qu'elle n'a jamais esté : afin que ceux apres par le moyen de ces commencemens, ayent l'occasion de l'amplifier & luy donner la lime qui luy est requise […] car les sciences humaines (principallement celle cy) s'estendent si loing, qu'il faudroit la vie de deux hommes pour en trouver le bout & leur donner la perfection qu'elles doivent avoir*[112].

Le but d'Errard était de donner à la fortification un nouveau rang, puisque cette promotion n'avait pas été entreprise par ses prédécesseurs, mais il savait que cet objectif dépassait ses propres possibilités. Nous voyons dans ses encouragements la volonté de susciter des vocations auprès de ses successeurs français. Le flambeau ne sera pas transmis à son fils Maximin, malheureusement mort en 1607, mais à son neveu Alexis. C'est la première raison de notre choix de ce terme de *neveux* pour qualifier ceux qui prolongeront le travail d'Errard, afin de lui donner la « lime » nécessaire. La seconde raison est liée à la célèbre expression cartésienne (presque contemporaine d'Errard) de l'encouragement au travail et à la poursuite de la route tracée. Nous nous référons en effet à la formule par laquelle Descartes, dans sa *Geometrie*, invite ses successeurs à reprendre le flambeau de l'imagination créatrice, laissant certaines parties de son travail inachevées dans ce but : « Et j'espere que nos neveux me sçauront gré, non seulement des choses que j'ay icy expliquées, mais aussi de celles que j'ay omises volontairement, afin de leur laisser le plaisir de les inventer[113]. » Nous ne prétendrons pas qu'Errard ait eu la volonté de promouvoir le plaisir de la recherche au point de laisser dans l'ombre une partie de ses résultats. Il nous paraît cependant clair qu'il se pensait le traceur d'une nouvelle voie en fondant sa fortification sur la géométrie, et qu'il restait préoccupé de l'éducation mathématique de la jeune noblesse française.

---

[111] Errard, Jean, *La Geometrie et practique generalle d'icelle…*, *op. cit.*, 1594, fol. ãij-v, non paginé.
[112] Errard, Jean, *la Fortification reduicte en art et demonstrée*, *op. cit.*, 1600, p. 102.
[113] Descartes, René, Descartes, René, *Discours de la methode pour bien conduire sa raison & chercher la vérité dans les sciences. Plus la dioptrique, les meteores et la geometrie qui sont des essais de cete methode*. Leyde, Jan Maire, 1637, « La Geometrie », p. 413.

2.1.1. La troisième édition de la *Fortification demonstrée et reduicte en art* par Alexis Errard (1620/1622)

Allain Manesson Mallet à propos de la *manière de Fortifier* selon Errard, précise : « sous le nom d'Errard nous comprenons aussi son Neveu, qui a suivy la mesme Construction, & soustenu les mesmes Maximes[114]. » Alexis Errard était lui aussi ingénieur ordinaire du roi, ce dont témoigne un *Advis pour le retablissement de la riviere de Bievre* publié en 1625[115], et par conséquent tout à fait apte à retravailler la *Fortification* de son oncle. En ce qui concerne les contenus, nous confirmons que cette troisième édition de l'ouvrage ne se démarque pas des précédentes, dont elle garde exactement la structure. Alexis précise dans l'adresse au roi en avoir reçu la commande de son oncle, dont il suit exactement les volontés pour offrir l'ouvrage « suivant le premier desseing de son principal Autheur[116] ». C'est probablement la raison pour laquelle, il ne tient pas compte de la nouvelle *manière hollandaise* qu'il doit sans doute connaître, d'autant que, comme nous le verrons, elle se diffuse assez bien en France après la parution de l'ouvrage de Marolois.

Genèse de l'ouvrage

Nous ne connaissons pas exactement les conditions dans lesquelles a été préparée cette édition. Henrion avait annoncé en 1613 son intention de donner une version commentée de l'ouvrage d'Errard, « si d'autres ne le font » (cf. *infra*, chap. 8, §1.4), mais il explique plus tard y avoir renoncé : « ayant sceu que Monsieur Errard, nepveu du deffunct & Ingenieur du Roy le desiroit faire, je me deportay de mon entreprise[117]. » Le projet d'Alexis Errard était donc connu vers 1613, au moins dans le milieu des ingénieurs et des mathématiciens. Alexis obtient en mai 1615 un privilège royal[118] d'une longueur assez exceptionnelle due au rappel des circonstances particulières de la publication. Il y est en effet écrit que des exemplaires des

---

[114] Manesson Mallet ; *Les Travaux de Mars*, op. cit., Deuxième partie, p. 73.
[115] Anonyme, *Discours sur l'inondation arrivée aux faux-bourg S. Marcel lez Paris, par la rivière de Bievre le lendemain de la Pentecoste 1625*… Paris, Jean Barbote, 1625, p. 10-14.
[116] Errard, Jean & Errard, Alexis, *La fortification démonstrée et réduicte en art par feu I. Errard de Bar-le-Duc, Ingenieur du Treschrestien Roy de France et de Nauarre reveue corrigee & augmentée par A. Errard, son nepveu, aussi Ingenieur ordinaire du Roy suivant les memoires de l'Autheur. Contre les grandes Erreurs de l'Impreßion contrefaicte en Allemaigne Dédiee à sa Majesté*. Paris, s.n. [Pierre Delon imprimeur], 1620, adresse « Au Roy », fol. ãij non paginé.
[117] Henrion, Didier, *Briefve instruction pour construire les fortifications pratiquees aux Pays Bas, par D. Henrion, Professeur és Mathématiques.* Paris, s.n., 1620, p. 1 [repris dans Henrion, Didier, *Collection ou recueil de divers traictez mathematiques*…, *op. cit.*, Paris, Abraham Pacard, 1621.]
[118] Errard, Jean & Errard, Alexis, *La fortification…*, *op. cit.*, fol. signé §, *sq*, inséré en fin d'ouvrage.

œuvres d'Errard ont été dérobés, y compris la *Fortification*, avec les cuivres originaux de ses planches. Le privilège accorde à Alexis non seulement la protection de ses droits pendant dix ans, mais également le soutien royal pour le recouvrement du matériel volé. Nous apprenons également qu'il aurait fait entièrement recomposer le texte et regraver toutes les illustrations pour la nouvelle édition de l'ouvrage. Nous avons effectivement pu vérifier qu'aucune composition antérieure du texte n'a été réutilisée et que toutes les figures et gravures sont nouvelles, puisque chacune d'entre elle présente de petites ou de grandes variations par rapport aux versions de 1600 et de 1604 (cf. Annexe A2.2, § VI), mais diffère également de celles qui ont été gravées à Francfort. Les cuivres des planches originales semblent bel et bien avoir disparu, puisqu'ils ne sont pas non plus utilisés pour la contrefaçon de 1675, prétendue de Montbéliard, que nous avons déjà mentionnée[119]. Le nouveau frontispice (Annexe B3, figure 7.36) porte la signature d'Isaac Briot, qui pourrait être également l'auteur des nouvelles illustrations. Le titre orné porte la mention *Contre les grandes Erreurs de l'impreßion contrefaicte en Allemaigne*, qui nous semble se rapporter à l'édition de 1617 que nous avons mentionnée plus haut.

Aspect matériel, diffusion

L'ouvrage est un bel in-folio, imprimé avec force bandeaux et lettrines en partie identiques à ceux de l'édition de 1604. À première vue, l'impression est luxueuse, mais nous remarquons vite quelques défauts d'encrage, particulièrement pour les cuivres. Nous avons été étonné de constater que l'exemplaire de Richelieu[120] portait un important défaut à la page 11, tandis que celui de la bibliothèque royale, aux armes de Louis XIII[121], offre une très mauvais qualité d'impression des gravures. Les exemplaires destinés aux grands personnages n'étaient donc pas parfaits, même s'ils étaient magnifiquement reliés. Nous avons cherché si les exemplaires localisés (Worldcat, KVK, etc.) présentaient des qualités d'impression diverses ou des variantes qui pouvaient être le signe de plusieurs émissions de l'ouvrage. Les premiers que nous avons consultés portant plusieurs différences, nous avons enquêté auprès des bibliothèques qui en possèdent un ou plusieurs exemplaires[122], afin de connaître les différents

[119] [Errard, Andreas], *Kurtze Anweisung zur Allgemeinen Fortification.., op. cit.*, Mümpelgart, 1675.
[120] Bibliothèque Mazarine, 2° 4814 (1)
[121] Bibliothèque nationale de France, Res-V-413.
[122] Voir notre questionnaire *Google document*, en anglais et en français, disponibles à ces adresses : https://docs.google.com/forms/d/1a0yr2AAm9l1DN3p2B5xoWpNFB0ao0BcOrs0A98n9vbw/viewform

états du texte et des illustrations. Avec un taux de retour significatif de notre questionnaire, y compris de la part des institutions étrangères, (cf. Annexe A2.2, § V) nous sommes en mesure de donner quelques indications nouvelles sur la fabrication de l'ouvrage.

Les exemplaires analysés présentent une grande unité, tant pour le texte que pour les illustrations. En effet, nous n'avons relevé aucune variante dans le contenu écrit de l'ouvrage, si ce n'est quelques fautes typographiques : en-tête « Second livre » de la page 100 dans tous les exemplaires, numérotation renversée de la p. 12 dans 12% des cas, erreurs typographiques marginales (20% des cas pour le titre de la p. 84, 5% pour le sous-titre du fol. 4). De même, les gravures (bois comme cuivres) sont identiques d'un exemplaire à l'autre, si ce n'est leur position plus ou moins centrale sur les feuillets et les grandes disparités de l'encrage, surtout aux livres 3 et 4. Dans presque la moitié des exemplaires, cela a engendré des surimpressions, des taches ou des marques provenant du séchage des feuillets.

Dans l'état actuel de notre travail, il ne nous est pas possible de déterminer le ou les ateliers dans lesquels l'ouvrage a été imprimé, nous savons cependant qu'il est orné de culs-de-lampe aux initiales aux initiales P.D.L., Pierre Delon Libraire, dont la marque figure sur la page de titre du quatrième livre. Les bandeaux d'imprimerie (Annexe B3, Figures 7.37 et 7.38) se retrouvent dans plusieurs ouvrages publiés par la veuve d'Abel L'Angelier, Françoise de Louvain, décédée en 1620 et dont Pierre Delon pourrait avoir repris l'affaire, puisque le cul-de-lampe à ses initiales provient du matériel des L'Angelier[123]. Nous savons également qu'Isaac Briot, graveur du nouveau frontispice, a travaillé pour Françoise de Louvain, qui était une figure notoire du protestantisme à Paris[124]. Alexis Errard pourrait donc avoir suivi la voie de son oncle dans les réseaux d'imprimeurs protestants parisiens, d'autant que Delon semble avoir été de la même confession[125] et Briot aussi[126]. Cet hypothèse est corroborée par l'inventaire après décès du fonds de librairie de Françoise de Louvain[127]. Il s'y trouve dans les deux lots des exemplaires de la *Fortification* d'Errard (parfois écrit *Evrart*, ou *errart*), à côté des *Discours* de La Noue, des *Œuvres* de Marolois et de la *Castrametation* de Stevin, ouvrages proposés « en blanc », c'est-à-dire non reliés. La *Fortification* d'Errard coûte 40

---

https://docs.google.com/forms/d/1fxDSyVC9AXKR42ZDYESGQ2KrASIVW4JwoVnOWOzPoKo/viewform

[123] BaTyR n°28599.

[124] Balsamo, Jean & Simonin, Michel, *Abel L'Angelier & Françoise de Louvain (1574-1620). Suivi du catalogue des ouvrages publiés par Abel L'Angelier (1574-1610) et la veuve L'Angelier (1610-1620)*. Genève, Droz, « Travaux d'Humanisme de Renaissance n°CCCLVIII, 2002, p. 134, *passim*.

[125] Il obtint par exemple le privilège d'un ouvrage de théologie protestante d'Henry de Montagu en 1615 (notice IdRef, d'après Renouard).

[126] Viénot, John, *Histoire de la Réforme française…*, *op. cit.*, p. 117.

[127] Balsamo, Jean & Simonin, Michel, *Abel L'Angelier & Françoise de Louvain…*, *op. cit.*, p. 499-519.

sols, alors que celle de Marolois, dont les exemplaires sont, il est vrai, qualifiés d'*Imparfaictz*, n'en vaut que 30. À titre de comparaison, les *Œuvres mathematiques* de Marolois, reliées dans un état parfait, coûtent 9 livres (soit 180 sols), mais c'est un ouvrage volumineux et contenant de nombreuses planches, tandis que la *Fortification* d'Errard avec une simple reliure en parchemin est cotée 2 livres. Sa présence dans l'inventaire montre en tout cas qu'elle est distribué depuis Paris vers la Hollande, puisque les L'Angelier avaient des accords avec les maisons Plantin à Anvers et Moretus à Leyde[128].

Quoi qu'il en soit, la commercialisation de l'ouvrage par Pierre Delon ou à travers les réseaux des L'Angelier s'est révélée efficace. Parmi la cinquantaine d'exemplaires que nous avons localisés dans le monde, une grande majorité porte des *ex-libris* prestigieux (Sully, Harlay, Moriau, de Neufville, le duc de Saxe Weimar…) ou des références de catalogues d'institutions religieuses, c'est-à-dire qu'ils se trouvaient dans de grandes bibliothèques souvent ouvertes aux lecteurs extérieurs. L'édition de Francfort qui paraît vers 1622 subsiste en une quarantaine d'exemplaires localisés, qui ne semblent pas avoir appartenu à de si grands personnages, mais dont le prix probablement plus abordable a permis la diffusion dans d'autres milieux. Ainsi, cette large diffusion peut-elle avoir été le but de la réédition.

De nouveaux destinataires

Nous avons rappelé qu'Alexis affirme avoir satisfait à la commande de son oncle de terminer les améliorations qu'il souhaitait pour son ouvrage, sans en dépasser le projet. Dans l'avertissement au lecteur[129], il précise quelles ont été ses interventions et dans quel but. Sans surprise, il s'agit avant tout de rendre plus clair l'exposé, en l'augmentant de « quelques discours nécessaires pour parvenir à une facile intelligence de ce qui y est proposé ». Il explique qu'il a œuvré « pour le soulagement des Esprits moins versez en l'Art de Fortification, & pour desembarrasser celuy de l'Apprenty ». Le destinataire de l'ouvrage a donc changé, car l'auteur souhaite élargir son audience aux débutants qui n'auraient pas la teinture mathématique suffisante pour comprendre les implicites du texte ou des figures. Cela nous paraît cohérent avec le projet de Jean, tel que nous l'avons vu évoluer de la première édition à la seconde.

---

[128] *Ibid*., p. 24-25, *passim*.
[129] Errard, Jean & Errard, Alexis, *La fortification démonstrée et réduicte en art*…, *op. cit.*, « Advertissement au lecteur sur le subject de la reimpression de ce Livre, et touchant ce quia esté de nouveau adjousté en iceluy », fol. ãijv, non paginé. *Ibid.*, pour les citations suivantes.

La fin de cet avertissement est rédigée à la première personne alors qu'elle reprend à la lettre l'« Advertissement aux lecteurs » qui figurait en prologue en 1604. Jean Errard s'y exprimait par le « nous » en s'adressant à des lecteurs au pluriel, alors qu'Alexis emploie le « je » en s'adressant à son « amy lecteur ». Il n'est plus comme son oncle celui qui dialogue au sein d'un réseau ou d'une communauté d'ingénieurs, mais il se positionne davantage comme un précepteur bienveillant face à son élève. Son discours se rapproche de celui d'un *magister* qui laisserait moins d'initiative à son élève. Examinons les modifications qu'Alexis a opérées dans l'ouvrage pour en clarifier le propos.

La clarification de l'ouvrage

Le premier changement visible est la description des pièces d'artillerie de l'armée française, conformément à ce qu'avait annoncé Jean Errard dès la première édition de son ouvrage, puisqu'il avait basé ses principes sur une étude de la force des canons qu'il estimait insuffisante de par le manque d'expérimentations (cf. *supra*, chap. 5, §3.4). Alexis insère au début de l'ouvrage un cahier à la pagination spécifique[130], qui présente l'ensemble des pièces d'artillerie françaises avec la totalité de leurs constituants métalliques. Il développe en conséquence les paragraphes qui traitent de l'utilisation des canons dans la défense des places[131].

Nous avions souligné quelques faiblesses de la *Fortification* de Jean Errard dans les livres 2 et 3, en ce qui concerne les définitions ambiguës ou manquantes et les explications lacunaires. Pour y remédier, Alexis a recours à la présentation d'un sommaire analytique commun à ces deux livres sous une forme qui se trouvait chez Stevin en 1605[132] et, plus précisément dans le cas des fortifications, en 1594[133]. Les accolades permettent de montrer la la classification des forteresses, selon leur forme (Annexe B3, Figure 7.39), ou selon les mesures de leurs lignes et de leurs angles sur le plan, ou de leurs hauteurs sur leur profil (Annexe B3, Figure 7.40). Cette double page contient aussi les maximes principales de la fortification, dont une sixième maxime concernant la taille minimale de 40 toises pour les faces des bastions, contrainte qui ne figurait pas dans les maximes des éditions précédentes.

---

[130] *Ibid*., fol. A-A iiijv (non signé) : « S'ensuit la pesanteur du canon, coulevrine, bastarde, moyenne, faucon et fauconneau : avec le dénombrement et poids de toutes les pieces necessaires pour la ferrure des Affusts & Roüages d'iceux », à partir du fol. A iij.
[131] *Ibid*., p. 9, 23 & 28.
[132] Stevin, Simon, *Memoires mathematiques*…, *op. cit*., 1605-1608, par exemple *Cosmographie*, p. 142.
[133] Stevin, Simon, *De Sterctenbouwing*…, op. cit., 1594, « Cortbegrip », fol. *4v non signé.

Le lecteur bénéficie ainsi d'une vue d'ensemble de tous les cas possibles, selon ces deux critères de classification. C'est en quelque sorte un tableau de synthèse qu'il pourra facilement retenir.

En ce qui concerne les calculs de longueurs, notons qu'Henrion signale dès 1613 les difficultés liées à la non-présentation des opérations effectuées et à l'utilisation d'outils mathématiques pas toujours très efficaces comparés à la trigonométrie (cf. *infra*, chap. 8, §1.4). D'un point de vue matériel, la version d'Alexis Errard offre d'abord un meilleur confort de lecture puisque les nombres y sont systématiquement écrits en toutes lettres, surtout les fractions, presqu'illisibles dans les éditions précédentes. En outre, l'aspect graphique de la construction des bastions des polygones est maintenant séparé de la démonstration de leur adéquation aux contraintes des maximes. Prenons l'exemple fondamental de l'hexagone, à propos duquel Jean Errard avait explicité ses méthodes géométriques de calcul des longueurs et des angles. Dans la troisième édition, cet exemple est traité en deux chapitres distincts. Le premier, intitulé « Construction de l'hexagone » (Annexe B3, Figure 7.41), concerne exclusivement la méthode de tracé des bastions, sans aucune référence aux démonstrations géométriques. Le texte en est nouveau. Le second, sous le titre de « Demonstration de l'hexagone » (Annexe B3, Figure 7.42) reprend le texte de l'édition de 1604 sans modification.

Ainsi, Alexis Errard permet au lecteur débutant de s'initier aux tracés sans pour autant avoir à étudier les démonstrations qui viennent ensuite. Cela nous paraît procéder de la même tendance que celle que nous avons constatée chez Marolois et ses successeurs de l'école de Leyde, c'est-à-dire la présentation claire de valeurs déjà calculées, qui peuvent servir de références à des lecteurs qui n'auraient pas le loisir ou la capacité d'entreprendre eux-mêmes les calculs. Certes, Alexis n'utilise pas les propositions de la trigonométrie, mais cela ne signifie pas qu'il les méconnaisse pour autant. L'introduction de ces nouveaux outils mathématiques l'aurait probablement entraîné vers des modifications profondes et l'auraient donc amené à outrepasser le commandement de son oncle « d'effectuer son intention ».

Notons cependant le souci de clarté qui caractérise les modifications apportées à la troisième édition de la *Fortification demonstrée et reduicte en art*. Selon nous, il s'apparente à la volonté pédagogique de mettre l'ouvrage à la portée de nouveaux destinataires, quoique l'édition luxueuse de l'ouvrage n'en fasse pas un manuel. Nous examinerons de nouveau cette question au chapitre 8.

2.1.2. LES *PRACTIQUES* DE JEAN FABRE (1624/1629)

Selon sa préface de ses *Practiques sur l'ordre et regle de fortifier*[134], Jean Fabre a composé son ouvrage dès 1620, c'est-à-dire à l'époque de la troisième édition de la *Fortification* d'Errard. Le privilège de Louis XIII, accordé en 1624, mentionne l'auteur comme « nostre cher & bien amé le Sr Jean Fabre, Ingenieur ordinaire aux Fortification de France & de nos camps et armees ». Nous avons peu d'autres informations sur sa vie, sinon qu'il était un cartographe de talent[135], auteur d'une fameuse carte de la Valteline jointe à ses *Practiques*. Notons que son nom figure sur la page de titre des *Travaux de Mars* d'Allain Manesson Mallet[136], comme l'un des fortificateurs dont les méthodes sont comparées à celle de l'auteur. Nous n'avons trouvé dans aucune édition des *Travaux de Mars* l'étude annoncée, mais sa simple mention indique l'estime dans laquelle Fabre était encore tenu dans les années 1670[137].

Les destinataires des Practiques *et les mathématiques*

Dans sa dédicace au roi Louis XIII, Fabre désigne comme ses principaux destinataires les officiers supérieurs, défenseurs ou preneurs de places, qu'il veut conduire vers la connaissance de leur métier d'une manière aisée[138] :

> *Sire, V. M. scait quels services peut rendre un homme de commandement, soit dedans, soit devant les places de guerre, s'il sçait comme il les faut rendre fortes, &les bien asseurer, & soigneusement garder en tout temps ; & avec quel ordre & prevoyance il les faut attaquer & deffendre selon les occasions* […] *C'a esté mon principal dessein [d'apporter du soulagement à ceux qui aiment la briefveté] afin que par ceste ouverture*

---

[134] Fabre, Jean, *Les Practiques du Sieur Fabre, sur l'ordre et regle de fortifier, garder, attaquer, et deffendre les places. Avec un facile moyen pour lever toutes sortes de Plans, tant des Places & des Bastimens, que de la Campagne pour les Cartes*. Paris, Samuel Thiboust, 1629, « Preface », p. 5.

[135] Pelletier, Monique, *Cartographie de la France et du monde de la Renaissance au Siècle des lumières*. Paris, Éditions de la Bibliothèque nationale de France, 2002, p. 54.

[136] Manesson Mallet, Allain, *Les Travaux de Mars ou la Fortification nouvelle…*, op. cit., 1671.

[137] Allent considère Fabre comme l'un des principaux théoriciens français de la fortification au XVII^e^ siècle, au même niveau que De Ville et Pagan (Allent, Alexandre, *Histoire du Corps Impérial du Génie ; Des siéges et des travaux qu'il a dirigés, et des changemens que l'attaque, la défense, la construction et l'administration des forteresses ont reçus en France, depuis l'origine de la fortification moderne jusqu'à nos jours. Première partie, Depuis l'origine de la fortification moderne jusqu'à la fin du règne de Louis XIV.* Paris, Magimel, 1805, p. 35 et 39). Augoyat le voit également comme inspirateur de Cormontaigne (Augoyat, Antoine-Marie, *Aperçu historique sur les Fortifications, les Ingénieurs, et sur le Corps du Génie en France Par le Colonel Augoyat. Seconde édition, revue, corrigée et augmentée. Tome premier sur les fortifications et les ingénieurs.* Paris, CJ. Tanera, 1860, p. 32).

[138] Fabre, Jean, *Les Practiques…, op. cit.*, « Au Roy », p. 3-4.

les bons courages François se puissent sans beaucoup de peine exercer en ses parties de la guerre, pour en pouvoir servir V.M.

L'auteur écrit donc, à l'instar de Jean Errard, pour la haute noblesse qui donnera à la France ses grands chefs de guerre et de grands gouverneurs de places comme Dominique de Vic (cf. *supra*, chap. 5, §1). Pour la brièveté de leur initiation, il décide, conformément à ce qu'il prétend la tendance de son époque, de ne pas approfondir les méthodes proposées au-delà de la simple pratique, puisque les grands hommes de guerre doivent apprendre à diriger sûrement leur réflexion dans l'action[139] :

Je me suis licentié au premier traité qui regarde la fortification, tant au-dedans qu'au dehors des places, & qui mesme n'est point differant de la moderne, & plus rece[n]te opinion, de ne m'attacher point aux plus exactes supputations, non plus qu'au demonstrations autres que pratiques : ce que je fai partout ailleurs, ce n'est pas que je n'estime grandement la contemplation : mais le faict de l'homme de guerre estant l'execution des bien entenduës, seines, meures & hardies deliberations, je me suis plustost reduit à la mecanique, dont le mot n'est pas si abject, puisqu'il signifie un ouvrage industrieusement mené.

La défense des pratiques mécaniques, en particulier de l'utilisation d'instruments, renvoie à l'avertissement du troisième livre de la *Fortification demonstrée et reduicte en art*, (cf. *supra*, chap. 5, §3.4.4) dans lequel Jean Errard renonçait aux tracés exacts et géométriquement démontrés, dans le cas de la fortification irrégulière. Fabre centre son propos sur la pratique, largement suffisante à un esprit éclairé pour juger par lui-même de la qualité d'une fortification et ainsi choisir sa stratégie d'attaque ou de défense[140] :

Les faciles moyens que j'en propose, sont plus mechaniques & materiels, que subtilement imaginez, & n'ont point besoin de beaucoup d'Arithmetique, ny de Geometrie : car l'operation en est plus manuelle & practique que profondement Theorique ; mon intention estant de soulager & contenter l'esprit de ceux qui auront la curiosité de cognoistre & entendre ce que je propose, soit par la consideration de leurs charges, ou par maniere de recreation, lorsqu'ils font tréve avec les affaires penibles &

[139] *Ibid*., p. 7.
[140] *Ibid*., p. 10.

serieuses : car par la cognoissance de ceste practique, lon pourra remarquer la bonté ou le deffault des places, qui est une idee de leur garde, attaque & deffence […]

Les destinataires sont donc des hommes au fait du métier des armes et peu portés sur les mathématiques, mais Fabre envisage aussi de s'adresser aussi aux débutants, auxquels il fournit en appendice un lexique « pour ceux qui n'ont pas esté nourris & exercé aux armées, & garnisons, là où l'on en apprend beaucoup plus qu['il] ne sçauroi[t] en dire[141] ».

La « Reigle Practique »

L'ouvrage est composé de trois traités dont le premier seulement traite du bastionnement des polygones. Puisqu'il a décidé de se « réduire à la mécanique », l'auteur ne traite pas des principes de la fortification, mais s'affirme « appuié sur les maximes receuës & establies parmi les gens du mestier[142] ». Sa fortification des polygones réguliers repose sur la « reigle pratique » qu'il a inventée et qui constitue en elle-même la seule méthode à suivre. L'ordre errardien de la fortification est donc totalement abandonné au profit de cet outil technique. La *Reigle practique* est l'équivalent graphique d'un tableau des lignes des contours bastionnés, dans lequel les valeurs numériques auraient été remplacées par des segments. Nous décrivons la règle (Figure 7.43) et son utilisation.

La ligne supérieure *DD* est le rayon du cercle dans lequel seront construits les polygones à fortifier. Les côtés de ces polygones, du triangle au dodécagone, sont donnés par les lignes chiffrées 3 à 12, toutes divisées en vingt parts égales, qui « serviront d'eschelles chacun pour sa figure[143] ».

Premiere face de la Reigle.

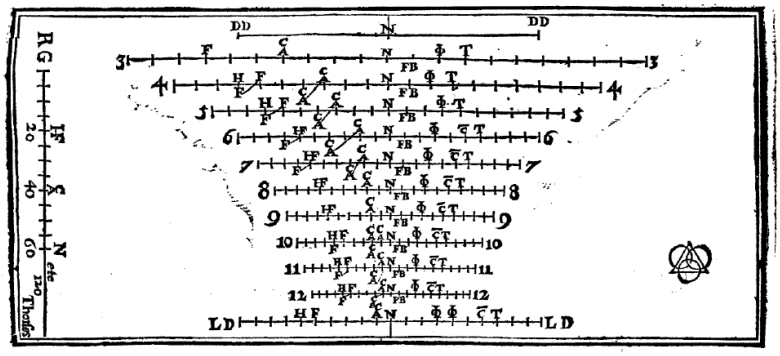


Figure 7.43

[141] *Ibid*., p. 19.
[142] *Ibid*., p. 9.
[143] *Ibid*., p. 22.

Sur chaque ligne chiffrée, les longueurs nécessaires au bastionnement s'obtiennent à partir de l'extrémité gauche et sont matérialisées par les points *H*, *F*, $\frac{C}{A}$, *N*, *Φ*, $\overline{C}$ et *T*. Nous suivons l'exemple de l'heptagone, donné par l'auteur (Figure 7.44).

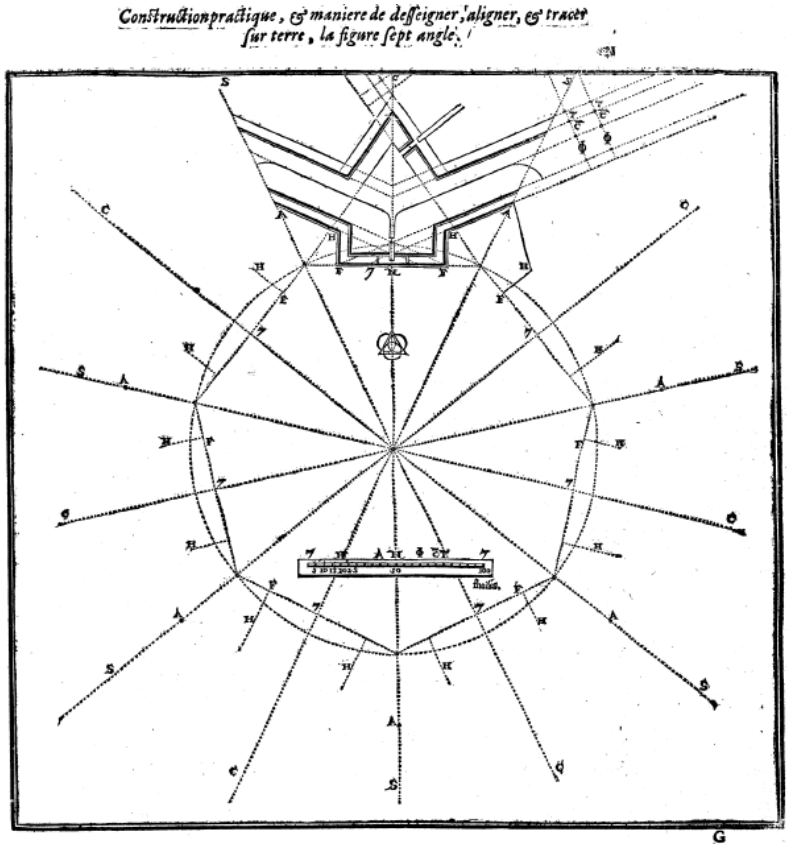


Figure 7.44

L'heptagone est tracé au compas dans un cercle de rayon *DD*, en prenant pour côté la longueur de la ligne *7*. La mesure de la demi-gorge (ici quatre unités) est *7F*[144]. La face est tracée perpendiculairement à la courtine, sa longueur est *7H*. La pointe *A* du bastion est définie par la ligne capitale[145], de longueur $F\frac{C}{A}$. Il suffit de relier tous ces points pour compléter le front bastionné *AHFFHA* de la Figure 7.44. Les distances *NΦ*, $N\overline{C}$ et *NT* servent au tracé des fossés, des contrescarpes et des fossés des ravelins.

Pour le destinataire de l'ouvrage, la fortification des polygones réguliers se résume donc à la pratique de la règle sur le papier, puis sur le terrain, en l'absence de toute référence à des maximes ou aux théorèmes de géométrie.

[144] Nous prenons, comme Fabre, l'extrémité gauche de la ligne.
[145] Ligne menant de la pointe A du bastion au sommet correspondant du polygone intérieur.

Un dialogue avec Errard

Nous considérons Jean Fabre comme l'un des « neveux » de Jean Errard, parce qu'il se réfère exclusivement à lui, le citant de nombreuses fois de manière élogieuse[146], mais surtout, parce que certains passages des *Practiques* semblent lui être directement adressés. En effet, sa nouvelle méthode de bastionnement des polygones irréguliers[147] s'inspire du « quarré long » de Jean Errard, modifié pour l'occasion. Il s'explique sur ces modifications avec beaucoup de précautions[148] :

> *Il semblera, par le precedent, que j'aye voulu choquer Jean Errard, l'un des plus habiles hommes à mon gré, qui aye escrit sur ce subject, soit devant ou apres luy, tres-grand, & judicieux practicien, comme son œuvre de la fortification, que lon ne sçauroit assez estimer, le tesmoigne ; mais je suis bien loing, de ceste envieuse imagination, car je ne pense avoir rien veu en ses escrits, qui ne soit digne de consideration ; & mesme si l'on prend garde à ce qu'il dit sur l'irregulier, je m'asseure que l'on trouvera que je ne contrarie, ny à ses opinions, ny à ses maximes* […] *Il a mis en art, autant qu'il a peu, ce qui se faisoit de son temps, parce qu'il n'y avoit rien de plus nouveau, que ce qu'il voyait naistre ; & que mesme il ne blasme pas ; aussi veritablement, il n'y a rien de redite inutilement dans son livre, que j'ay tousjours estimé, & estime grandement.*

Il est donc important pour l'auteur de prouver que ses constructions ne contreviennent pas aux maximes essentielles du « sçavant Errard[149] ». C'est pourquoi il reprend les trois constructions irrégulières de la *Fortification demonstrée et reduicte en art* et y applique sa propre méthode (Figure 7.45).

Dans chacun des cas, Fabre substitue à la forme irrégulière d'Errard un rectangle qui la contient à peu-près, quitte à modifier l'échelle initiale. La défense est assurée par des bastions à l'angle flanqué droit, situés sur les côtés des rectangles et non plus seulement sur leurs

---

[146] Ainsi sur les retranchements, qui « sont montrez & fort judicieusement descrits Par Errad (sic) au Chap. 7 de son premier liure & representez en dessein au Chap. 29 du 2 […] je n'en diray pas davantage car je ne trouve point d'autheur qui en ait parlé avec telle pertinence que luy » (*Ibid*., p. 200) ; « Errard a le premier donné le nom d'angle flanqué à l'angle ou pointe d'un bastion » (*Ibid*., fol. Gv) ; sur les cavaliers : « Voyez la representation en dessein dans Errard, Chap. 2 & 5 du quatriesme livre » (*Ibid*., fol. HHh) ; etc.
[147] Allent, Alexandre, *Histoire du Corps Impérial du Génie… op. cit*., p. 35-36.
[148] *Ibid*., p. 100 *sq*.
[149] *Ibid*. p. 114 [paginée par erreur 104]. Errard est aussi qualifié d'« expert » (*Ibid.*, p. 104).

sommets. Si les côtés sont assez longs, ils recevront plusieurs bastions, voire une seconde enceinte et des ouvrages à corne (Annexe B3, Figure 7.46)

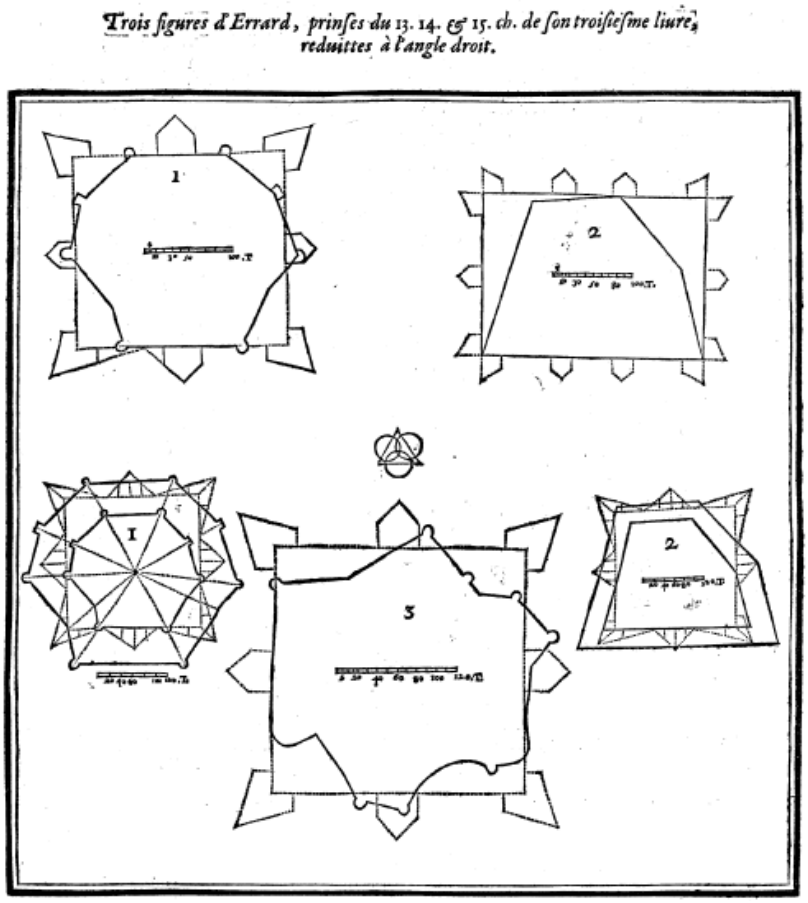


Figure 7.45

Cette partie se clôt sur une dernière révérence envers l'ingénieur préféré d'Henri IV : « Je ne doute pas que cest excellent homme, n'eust mieux faict selon la practique d'aujourd'huy, que tout ce que je sçaurois imaginer[150] ». Nous mesurons ainsi le prestige qu'a conservé Jean Errard auprès des ingénieurs du roi. L'ouvrage de Jean Fabre manifeste néanmoins l'abandon des grands principes errardiens de la fortification.

2.1.3. LES *FORTIFICATIONS* D'ANTOINE DE VILLE (1628)

Ingénieur réputé, très au fait des mathématiques de son temps[151], le toulousain Antoine de Ville (1596-vers 1656) connaît d'expérience les nombreuses forteresses européennes qu'il

[150] *Ibid*., p. 119.
[151] Pour les aspects biographiques de la vie du Chevalier de Ville, nous nous référons à Pernot, Jean-François, « La guerre et l'infrastructure de l'État moderne : Antoine de Ville, Ingénieur du Roi (1596 ?-1656 ?), la pensée

donne en exemple dans son traité. Il participe aux campagnes contre les protestants en Languedoc, puis s'engage dans l'armée de Maurice de Nassau en 1624, celle du prince de Savoie en 1625. Il est à La Rochelle en 1628, où il obtient le privilège royal pour l'impression de son ouvrage de fortification[152], puis se place au service de la République de Venise, ce qui lui permet de parcourir les régions voisines et d'étudier l'art militaire ottoman. De retour en France en 1635, il devient le protégé de Richelieu et participe, sans doute aux côtés de Pagan, aux fameux sièges de Corbie (1636), Landrecies (1637) et de Hesdin (1637), dont il donne le récit détaillé[153]. De Ville publie finalement en 1639 *De la charge des Gouverneur des Places*[154], qui restera longtemps fort estimé et complétera les précédents pour donner une vue d'ensemble de la construction, de l'attaque et de la défense des places, à destination des ingénieurs et des « hommes de Commandement », comme le précise son titre.

Bien que publiées au même moment que l'ouvrage de Fabre, les *Fortifications du Chevalier Antoine de Ville* connaîtront un succès bien plus large, attesté par plusieurs émissions en France et aux Pays-Bas. Selon le jugement de son contemporain La Fontaine[155], la fortification d'Antoine de Ville n'est que « la methode italienne, selon le Cavalier Tensini,

---

d'un technicien au service de la mobilisation totale du royaume », *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, tome XXXIV, juillet-septembre 1987, p. 404-426 et Augoyat, Antoine-Marie, *Aperçu historique…*, *op. cit.*, tome premier, p. 35-39.

[152] Ville, Antoine de, *Les Fortifications du Chevalier Antoine de Ville, contenans la manière de fortifier toute sorte de places, tant regulierement, qu'irregulierement en quelle assiete qu'elles soient ; comme aussi les Ponts, passages, entrées de rivieres, Ports de mer : La construction de toutes sortes de Forts & Citadelles ; le moyen facile de tracer sur le terrain. Le tout à la moderne, comme il se practique dans les meilleures Places de l'Europe, demonstré & calculé par les Sinus & Logarithmes…* Lyon, Irenée Barlet, 1628.

[153] Ville, Antoine de, *Le siege de Hesdin, où est contenu tout ce qui s'est passé dans ce Siege ; les ordres qu'on a tenus, au marcher, au camper, aux aproches ; les tranchées, batteries & logemens qu'on a faits ; le passage du fossé, les mines & toutes les attaques, avec l'ordre qu'on y a tenu. La description de la Ville, du Pays, du Campement & de la Circonvallation : les Deffences que les ennemis ont faites, avec les sorties, artifices & retranchemens : Leur capitulation & l'état de la Place lorsque nous y sommes entrez.* Lyon, Jean Caffin & François Plaignard, 1639.

[154] Ville, Antoine de, *De la charge de Gouverneurs des Places. Par Messire Anthoine de Ville Chevalier : où sont contenus tous les ordres qu'on doit tenir pour preparer les choses nécessaires dans une place, tant pour la conserver, comme pour la deffendre, é pour s'empescher de toute sorte de surprises ; un discours facile pour reconnoistre tous les deffauts des places, & pour y sçavoir remerdier ; un abregé de la fortification, où il est traitté en quoy consiste la perfection, & tout ce qu'un Cavalier & un homme de Comandement en doit sçavoir, pour en discourir & pour s'en servir : de plus y est adjousté un traitté des parties de la guerre.* Paris, Matthieu Guillemot, 1639.

[155] La Fontaine, *Nouveau Traité de la Fortification, par une pratique cavaliere, & si facile qu'on peut l'apprendre en peu de temps, sans l'aide des Nombres ny des Instrumens Geometriques ; mais seulement par l'aide du Cordeau & du Piquet on fera toute sorte de Plans sur la Carte et sur le Terrain. Par le Sr de La Fontaine, Ingenieur ord. du Roy*. Paris, Estienne Loyson, 1667, dernière page de l'« Avant-discours sur le sujet de l'Architecture Civile & Militaire ». Une remarque du même ordre se lit aussi dans la *Fortification* du même auteur (La Fontaine, *Les Fortifications royales, ou Architecture militaire, par une nouvelle pratique ; Avec celles de tous les plus excellens Autheurs, qui ont escrit de cette Matiere depuis Henry le Grand, jusqu'à present. Ensemble un traité de l'Artillerie & usage du Canon. Par le Sr de La Fontaine, Ingenieur ord. du Roy*. Paris, Estienne Loyson, 1666, p. 32).

que le Chevalier de Ville a traduite en François, & fait imprimer à Lyon », mais nous ne sommes pas si catégorique. Si l'ouvrage présente des ressemblances avec celui de Tensini[156], cela concerne essentiellement l'esthétique des planches, et non le contenu du discours[157]. D'ailleurs, De Ville prend ses distances avec les auteurs italiens à plusieurs reprises dans l'ouvrage[158], et en ce qui concerne les constructions et l'utilisation de la géométrie, il paraît beaucoup plus proche d'Errard que des Italiens, comme nous allons le voir.

De Ville connaît la diversité des fortifications en Europe, dont il présente de nombreux exemples de forteresses existantes. Il n'expose pas en détail les différentes méthodes de construction de ces forteresses, car selon lui, les principes essentiels sur lesquelles elles reposent sont équivalents[159] :

> *Fortifier, c'est bastir, ou enfermer les Places, de telle façon, que tous les lieux du contour d'icelles soient veus en flanc l'un de l'autre, & qu'ils puissent resister aux armes & machines desquels l'ennemy se sert* [...] *Chaque païs a sa mode de fortifier, comme à la Françoise, à l'Italienne, à l'Hollandoise, à l'Espagnole, etc. & ces denominations sont seulement à cause de la difference qu'elles ont en certaines circonstances, ou accidens. Aux choses essentielles, toutes s'accordent.*

La primauté de l'angle droit

Avant de présenter sa méthode de bastionner les polygones sur le papier, De Ville énonce les maximes, ou « choses essentielles de la force d'une Place[160] », en suivant globalement celles d'Errard. Il rappelle que la conception moderne des forteresses est fondée sur le flanquement mutuel de toutes les parties de l'enceinte, et que la distance maximale entre deux endroits qui se flanquent est réglée par la portée du mousquet. Il conserve la principale maxime caractéristique d'Errard, prenant l'angle flanqué droit ou le plus proche possible de l'angle droit. Cette maxime est exposée sans explication au début de l'ouvrage, mais deux

---

[156] Tensini, Francesco, *La fortificatione guardia difesa et espugnatione delle fortezze…*, *op. cit.*, 1624.
[157] Jean-François Pernot souligne le parallèle stylistique de De Ville avec Jacques Callot, influencé également par les gravures vénitienne et flamande (Pernot, Jean-François, « Un aspect peu connu de l'œuvre d'Antoine de Ville, Ingénieur du Roi : (1596 ?-1656 ?). Approches d'un type de documents : les gravures des traités de fortification », *Revue historique des armées*, n°1, 1978, p. 36-36.
[158] Voir par exemple Ville, Antoine de, *Les Fortifications…*, *op. cit.*, p. 114, 162, 188.
[159] *Ibid.*, p. 2.
[160] *Ibid.*, p. 5

chapitres sont consacrés à sa justification. De Ville reprend et développe méthodiquement les considérations d'Errard sur l'artillerie[161] :

> *Il n'y a que trois sortes d'Angles rectilignes ; c'est pourquoy il ne peut y avoir que trois sortes de Bastions considerez selon l'Angle flanqué ; c'est à sçavoir aigu, droit ou obtus. Pour resoudre quels sont les meilleurs, il faut premierement sçavoir quelles batteries sont meilleures, ou celles qui se font en Angle droit, ou en Angle oblique. L'experience nous fait assez voir que les coups de Canons tirez en Angles droits font beaucoup plus d'effect que ceux qui sont tirez obliquement.*

Mais l'auteur ne s'arrête pas à l'expérience ordinaire, il explique la « raison naturelle » de ce qui se constate sur le champ de bataille, c'est-à-dire l'affaiblissement de l'effet du boulet de canon selon l'angle de tir. La force du coup est mesurée géométriquement par la distance du canon à la muraille (Figure 7.47, « figure 1ere », lignes *AB*, *EF* et *DC*). De même, la résistance offerte par les murailles dépend l'épaisseur de terre parcourue par le boulet, d'autant plus importante que le coup est oblique (« figure 2me », lignes *CH*, *CE* et *CF*).

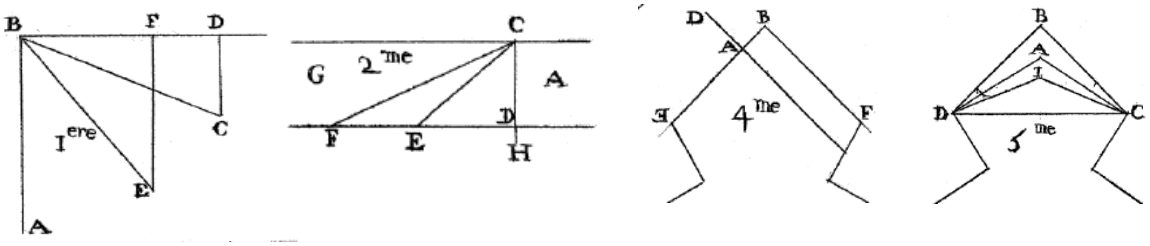


Figure 7.47

Le bastion à angle droit offre le plus de résistance au boulet tiré perpendiculairement, puisqu'il lui oppose une quantité de terre supérieur à toutes celles des bastions aigus (« figure 4me »), et que les bastions obtus, dont la taille est limitée du coté intérieur de l'enceinte. Ces derniers ont l'autre inconvénient de ne pas offrir une esplanade suffisante pour le positionnement des défenseurs, défaut qui se mesure par l'aire du quadrilatère *DBCA* de la « figure 5me ». De Ville vient donc, par un raisonnement de philosophie naturelle, compléter et établir ce qu'Errard n'avait fait qu'esquisser, faute de données et d'avancées suffisantes de la science de son temps. Notons que malgré ce raisonnement établissant la primauté de l'angle droit, l'auteur n'exclut pas la possibilité de bastions à angle aigu[162] :

---

[161] *Ibid*., p. 59.
[162] *Ibid*., p. 66.

Ceux qui estimeront plus les Angles aigus que droits, pourronnt (sic) lire la Fortification escrite tres-amplement par Samuel Marolois, & succinctement par Pressac [du Praissac], ce que je n'escriray pas icy, puisqu'il a esté si bien dit par ceux-là ; outre que mon opinion est que les bastions Angles droits sont plus parfaits que tous les autres : toutesfois qui les voudra aigus les pourra faire en nostre Fortification […]

Constructions et calculs

Après avoir exposé les maximes de la fortification, De Ville traite de ce qu'Errard avait classé parmi les « choses indifférentes », c'est-à-dire l'assiette des places et la qualité du terrain. Il insiste ensuite sur l'étape préalable du tracé de plan, partie essentielle du projet de construction, qui permet l'examen critique et les ajustements[163] :

C'est chose commune à tous Arts qu'avant que commencer l'œuvre, l'Artiste fait premierement un Modelle, ou Type, sur lequel il voit les incommoditez qui se trouvent à son dessein, accomode les deffauts s'il y en a, & le travaille jusques qu'il l'a reduict à sa perfection, pour s'en servir d'exemplaire qui le guide jusques à l'accomplissement de son ouvrage […] Plusieurs ont donné diverses sortes de Fortifier. Pour moy, j'ay tasché à reduire la Fortification en methode tres-facile, observant tout ce que j'ay veu practiquer le plus souvent, & aux lieux où on estime estre les Places les mieux fortifiées.

Ayant donc rappelé l'importance de l'exactitude du tracé, il en vient au procédé de bastionnement des polygones réguliers, détaillé sur l'exemple de l'hexagone, car, exactement comme chez Errard, c'est « la premiere Figure qu'on peut fortifier, le Bastion demeurant Angle droit[164] ». La procédure n'est pas totalement angulaire, mais reproduit en partie celle de Lorini, qui est l'un des auteurs cités dans l'ouvrage[165]. Sur le côté [*HR*] de l'hexagone (Figure 7.48), les points *Q* et *K* sont placés au sixième de la longueur totale *HR* à partir de *H* et *R*, les flancs [*QM*] et [*KP*] étant tracés perpendiculairement à la courtine [*QK*] d'une longueur égale à celle des demi-gorges *HQ* et *KP*. La méthode française contemporaine de l'auteur voudrait que soit tracée la défense rasante [*KM*) qui déterminerait sur la ligne capitale [*HA*) la pointe *A* du bastion. De Ville veut un angle droit, il préconise par conséquent la défense fichante, c'est-à-dire que la face [*AM*] prolongée rencontre la courtine avant l'angle de gorge. C'est selon

[163] *Ibid*., p. 16.
[164] *Ibid*., p. 17.
[165] *Ibid*., p. 114 : « Cette raison a esté escrite par Laurino Autheur Italien, mais non pas demonstrée ».

nous ce qui a fait assimiler De Ville aux fortificateurs italiens. Il construit cependant le sommet *A* du bastion sur la ligne capitale, en reportant la longueur *MI* à partir de *I*, assurant ainsi que le demi-angle flanqué soit un demi-angle droit, dans le triangle isocèle rectangle *AIM*. Ainsi, aucune mesure particulière n'aura été utilisée pour la construction, puisque De Ville avait enseigné dans le chapitre précédent la division géométrique d'un segment en trois parties égales sans utilisation de mesures[166].

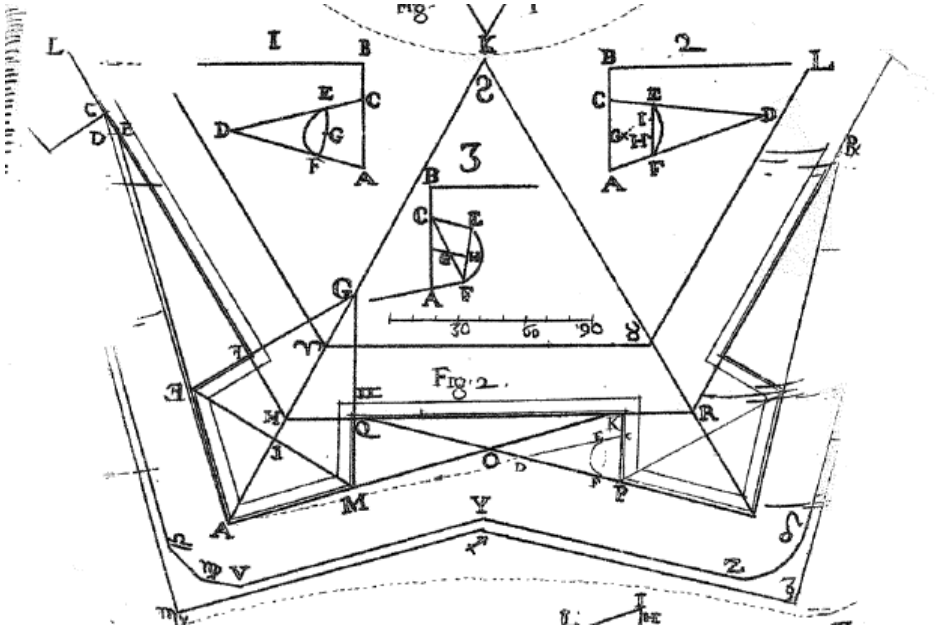


Figure 7.48

En ce qui concerne les calculs[167], l'auteur peut traiter rapidement à l'aide des théorèmes euclidiens la question des angles, facilitée par son choix de l'angle flanqué. Pour les longueurs, il s'appuie, comme Jean Errard, sur les triangles de la Figure, à ceci près qu'il n'utilise pas les théorèmes euclidiens, mais la trigonométrie, d'une manière identique à celle de Marolois. Il précise cependant que tous les calculs auraient pu être effectués à l'aide de la 47e proposition du premier livre des *Éléments* d'Euclide, le théorème de Pythagore. L'auteur propose, « pour contenter les curieux[168] » l'utilisation des logarithmes récemment inventés et dont il semble l'un des premiers utilisateurs en France[169]. Tous les résultats sont donnés pour l'échelle de 90 pas figurant sur les plans, et la longueur de la ligne de défense est toujours

[166] *Ibid*., chap. VII : « Diviser une ligne droite en trois parties esgales », p. 17.
[167] *Ibid*., chap. IX : « Supputation des parties de l'Exagone », p. 23-26.
[168] *Ibid*., p. 25-26.
[169] Lefort, Xavier, « Les logarithmes servent aussi à calculer », *in* Commission inter-IREM d'Épistémologie et d'Histoire des Mathématiques, *Histoire de logarithmes*. Paris, Ellipses, 2006, p. 139-141.

d'environ 180 pas, ce qui pour De Ville est moindre que la portée du mousquet, mais peut néanmoins être réduite si nécessaire en utilisant les échelles.

Antoine de Ville est donc à notre sens un des « neveux » d'Errard, dont il aménage l'ordre des connaissances en conservant l'essentiel de ses caractéristiques. C'est en mathématicien et en expert militaire qu'il aborde la fortification, ce qui le rapproche d'Errard, mais il laisse à son lecteur l'appréciation des modifications à apporter aux tracés. Ainsi le calcul de la longueur de la ligne de défense est donné à titre indicatif et le résultat doit être adapté aux armes dont il sera fait usage, y compris le canon, que De Ville envisage aussi pour les défenseurs. La fin du premier livre des *Fortifications* est consacrée à un examen de parties des forteresses obtenues, en comparaison avec les différentes méthodes adoptées en Europe. L'auteur n'y est pas catégorique, mais expose les différents points de vue sans forcément prendre parti.

2.1.4. LE *TRAITÉ DES FEUX ARTIFICIELS* DE MALTHUS (1629)

Comme dans les *Discours* de Du Praissac, les fortifications ne sont pas le principal objet de cet ouvrage[170], mais son succès en fait l'un des vecteurs de diffusion de la manière française. L'auteur, François de Malthe (nom francisé de l'Anglais Francis Malthus), Commissaire des feux artificiels du roi et mathématicien, publie la même année à Londres une version anglaise identique à celle de Paris[171]. Il y décrit l'usage de la poudre pour la guerre et pour les feux d'artifice. Cet exposé est complété par trois traités, « abregez de Geometrie, Fortification & Exemples d'Arithmetique, en faveur des nouveaux Estudians és Mathematiques »[172]. Adressé aux « ingenieurs qui veulent mettre en pratique les feux de guerre », le *Traitté de Geometrie practique* décrit l'usage du bâton de Jacob et du compas de proportion, ainsi que celui des tables trigonométriques, pour la mesure des lignes inaccessibles « pour rafraischir la memoire & renforcer la cognoissance de ceux qui (à faute de pratique) n'ont pas l'usage tant parfait desdits instruments[173] ». Le *Traitté des Fortifications*[174] ne présente que « celles qui sont par

---

[170] Malthe, François de, *Traité des feux artificiels pour la guerre, et pour la recreation ; Avec plusieurs belles observations, abregez de Geometrie, Fortifications, Horloges Solairs, & exemples d'Arithmetique*. Paris, Pierre Guillemot, 1629.
[171] Malthus, Francis, *A Treatise of artificial Firevvorks. Both for VVarres and Recreation: with divers pleasant Geometricall observations, Fortifications, and Arithmetical Examples. In favour of Mathematicall students. Newly written in French and Englished by the Authour Tho:(sic) Malthus*. Londres, Richard Hawkins, 1629.
[172] Malthe, François de, *Traité des feux artificiels…*, *op. cit.*, p. 1.
[173] *Ibid.*, p. 133

les opinions communes, tenuës & approuvées les meilleures, pour la deffence & conservation des places de consequence[175] ».

Malthus expose quatre « regles qui sont tenuës aujourd'huy pour maximes des meilleures Fortifications[176] » : l'angle flanqué droit, ou le plus possible d'un droit ; l'angle flanquant le plus fermé possible (en tout cas inférieur à 150 degré) ; la ligne de défense n'excédant pas la portée du mousquet (ici, 110 toises) ; la gorge du bastion la plus grande possible. Nous reconnaissons l'essentiel des maximes d'Errard, à peine modifiées. Malthus les appelle « maximes de la Fortification Françoise[177] », ce qui lui permet de fortifier *à la Françoise* les polygones qu'il donne en exemple, à l'exception du triangle dont l'angle flanqué de 60° n'approche pas suffisamment l'angle droit.

Sa manière de fortifier est en tout point semblable à celle d'Errard, excepté pour le flanc qui est tracé perpendiculaire à la courtine et non à la face, ce qu'Errard n'envisageait qu'à partir de l'ennéagone. Malthus applique cette méthode aux polygones de cinq à huit côtés (cf. par exemple l'hexagone (Figure 7.49) et l'heptagone (Figure 7.50).

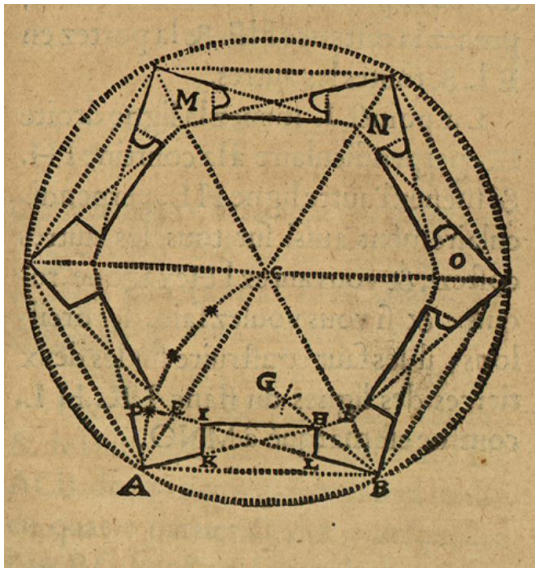


Figure 7.49

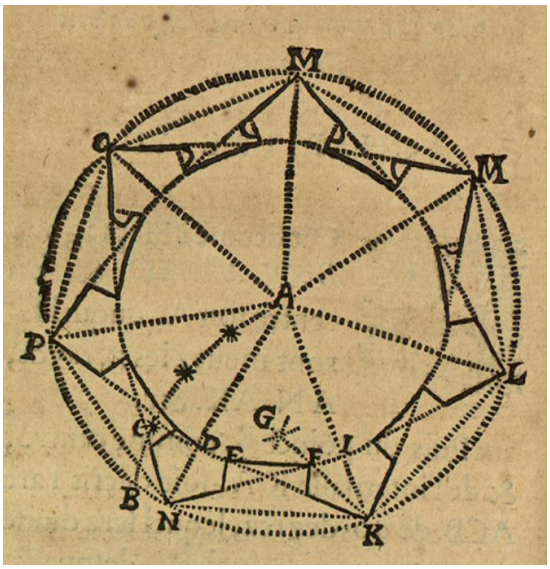


Figure 7.50

Dans la version anglaise de l'ouvrage, l'auteur ne qualifie pas ses constructions de « françaises ». Il explique d'ailleurs le rejet du triangle fortifié par des mesures d'angles « quelque peu éloignées des meilleures maximes de la fortification[178] ». Mais bien qu'il ne

---

[174] *Ibid*., p. 172-224 : « Traitté des Fortifications, tant reguliers qu'irreguliers ».
[175] *Ibid*., p. 172.
[176] *Ibid*., *loc*. *cit*.
[177] *Ibid*., p. 179.
[178] « somewhat farre from the best maximes of fortification » (Malthus, Francis, *A Treatise of artificial Firevvorks...*, *op*. *cit*., p. 192).

cite pas Errard, il utilise encore ses maximes et sa méthode pour expliquer la fortification à de jeunes étudiants de mathématiques ou aux ingénieurs. À la différence des trois auteurs précédents, Malthus ne traite de fortification que comme complément d'un ouvrage dont le format in-8° et les contenus indiquent la nature de manuel pratique. Nous ne lisons sous sa plume aucune citation révérencieuse, aucun hommage au maître, mais il conserve néanmoins le tracé géométrique errardien comme l'un des meilleurs selon l'opinion commune.

2.2. Le déclin de la *fortification géométrique* errardienne

Jugés dignes d'intérêt par Manesson Mallet, les trois premiers traités que nous venons d'examiner sont des ouvrages de bibliophiles, grands in-folio dotés de belles planches bien imprimées. D'autres ouvrages publiés dans les années 1620 sont de la même facture, mais n'auront pas la même portée. Leurs auteurs n'y font plus référence à Jean Errard, ils avantagent au contraire les méthodes hollandaises récentes, plus adaptées aux nouvelles modalités de la guerre par tranchées et par mines.

2.2.1. Les autres ouvrages in-folio des années 1620

Honorat de Meynier (1570-1638), gentilhomme provençal, auteur volontiers polémique[179] de traités politiques ou scientifiques[180], préconise en 1626 dans ses *Nouvelles inventions de fortifier les places*[181] l'usage des pièces détachées, qu'il appelle avant-gardes et que nous avons déjà mentionnées sous le nom de ravelins. Errard en déconseillait l'usage, sauf pour compenser certains défauts des enceintes irrégulières. Meynier au contraire s'appuie sur l'expérience de ses nombreux amis ingénieurs en France, dans le Piémont et en Hollande[182], pour explorer le bastionnement des forts triangulaires et carrés. Ses *inventions de fortifier* sont

---

[179] Voir son jugement sur Henrion (*infra* chap. 7) et sa réfutation de l'arithmétique de Stevin (Meynier, Honorat de, *L'arithmetique…*, *op. cit.*, 1614), qui lui attirera les foudres d'Albert Girard (Marolois, Samuel, *Fortification… Reveuë, Augmentée et Corrigée par Albert Girard*, op. cit., 1627, « Au lecteur », p. 53).

[180] Les plus importants pour notre sujet sont ses *Paradoxes* (Meynier, Honorat de, *Paradoxes de Meynier contre les mathématiciens qui abusent la jeunesse. Ensemble les Definitions, Theoremes & Maximes d'Euclides, d'Archimedes, de Proclus, de Sacrobosco & d'Aristote, utiles a ceux qui se veulent servir proprement des Mathematiques& de la Philosophie. Avec un Abregé des reigles de la geometrie, & des principales maximes & regles des Arts, de fortifier et assaillir les places.* Paris, Julian Jacquin, 1624), ainsi que ses réflexions sur les questions militaires (Meynier, Honorat de, *Les demandes curieuses et les responses libres. Où l'on peut voir les plus belles questions qui se puissent faire, sur la Morale, la Politique & Art militaire*. Paris, Pierre Billaine, 1635).

[181] Meynier, Honorat de, *Les nouvelles inventions de fortifier les places…*, *op. cit.*, Paris, 1626.

[182] *Ibid*., Dédicace « Au Roy ».

décrites géométriquement, mais ne répondent à aucune maxime préalablement établie. L'ouvrage, illustré avec talent par le réputé graveur hollandais Crispijn II de Passe, connaîtra un petit succès en Allemagne, où il sera traduit et publié en 1642[183].

Un autre ouvrage répondant davantage aux critères errardiens a été écrit, mais jamais publié, par Jean L'Hoste, ingénieur des fortifications du duc de Lorraine en remplacement de Stabili à partir de 1613[184]. Jean L'Hoste (vers 1586-1631) avait été l'élève des Jésuites à Pont-à-Mousson, où il avait publié un intéressant ouvrage de géométrie pratique[185], repris et augmenté de nombreux problèmes de construction, sous le titre d'*Epipolimétrie*[186] en 1619. Une première version manuscrite de son ouvrage de fortification[187] est mêlée à des extraits de l'*Epipolimétrie* et d'un traité que Didier Henrion consacrera aux fortifications hollandaises en 1621 (cf. *infra*, chap. 8, §1.5). Une version apparemment prête pour l'impression, intitulée *Sommaire de la manière de fortiffier les places*[188], et datée de 1629 (Annexe B3, Figure 7.51), augmente considérablement le premier manuscrit et le complète de nombreux dessins de grand format.

---

[183] Meynier, Honorat de, *Fortification Baw oder kurtze und gruendtliche Beschreibung der Kunst, einen Orth gegen allen gewaltsamen Angrieff der Feinde, so durch Zwerckschnitte, Gaenge, Undergrabung, Geschueß, oder andere Kriegs Instrumenta zu geschehen pflegt zu befestigen und zu verwahren. Erstlichen in frantzösicher Sprach beschrieben durch Honoratum de Meynier, Provincialem. Jetzt aber Teutscher Nation zu sonderem Nußen , und den Liebhabern dieser Kunst zu gefallen, in unsere Mutter Sprach ubersetzt, mit zu gehörigen Kupfferstücken gezieret, und an Tag gegeben*. Frankfurt am Main, Christoph Le Blon [Wolffgang Hoffman, impr.], 1642.

[184] Mougenot, Léon, « Recherches sur le véritable auteur du plan des fortifications de la Ville-Neuve de Nancy », *Mémoires de la Société d'Archéologie lorraine, Seconde série, II Volume*. Nancy, Lepage, 1860, p. 181-254.

[185] L'Hoste, Jean, *Practique de la geometrie, contenant les moyens pour mesurer et arpenter tous plans accessibles, avec les demonstrations d'icelle tirées des Elemens d'Euclide le splus necessaires pour parvenir à la congnoissance des Mathematicques, expliquez practicquement par diverses figures & raisons Arithmeticques ; utile & convenable a tous Arpenteurs, Architectes Menuisiers & aultres ouvriers travaillans par Regle & Compas. Par Jean L'Hoste Licencié és drois Advocat au Pont-à-Mousson.* Pont-à-Mousson, François du Bois, 1607.

[186] L'Hoste, Jean, *Epipolimetrie ou art de mesurer toutes superficies comprenant la manière de bien dessigner, former, transmuer ou changer, mesurer & partager tous pla[n]s quelconques ; en quoy est demonstrée la practicque des six premiers livres des Elemens geometricques d'Euclides. Œuvre necessaire aux Geometres, Arpanteurs, Geographes, Architectes, Sculpteurs & Statuaires, Peinctres & generaleme[n]t a tous artisans & ouvriers qui travaillent avec proportion, mesure, regle & compas. Par Jean L'Hoste Licencié és drois, Mathematicien, Conseiller & Ingenieur ordinaireés Fortiffications des Païs de son Altesse, &c.* Saint-Mihiel, François du Bois, 1619.

[187] [L'Hoste, Jean], *Sommaire de la manière de fortifier les places*, première moitié du XVII^e^ siècle. Ms 272 (264), Bibliothèque Stanislas, Nancy.

[188] L'Hoste, Jean, *Le sommaire de la manière de fortiffier les places tant regulieres qu'irregulieres, receuë & practiquée tant és païs-bas que parmy les guerres et les armées de nostre temps. Reduite en art et en practique conformes aux Maximes fondées sur longues et diverses experiences. Par J. Lhoste, Mathematicien à Son Altesse*, 1629. Ms 1062, Bibliothèque Sainte Geneviève.

L'Hoste approche la fortification en géomètre. Il traite d'abord des problèmes de construction de figures sur le papier et le terrain, puis présente son pantomètre, instrument de visée proche du graphomètre de Danfrie et qui sera utilisé en fin de volume pour les tracés sur le terrain et le lever de plans. L'exposé des méthodes de tracés est séparé en deux étapes, selon qu'il s'agit des plans ou des profils, mais en suivant dans les deux cas le même ordre : définitions, maximes, constructions, représentation en perspective militaire. La proximité avec l'ordre errardien n'est qu'apparente, car L'Hoste n'a pas recours à la géométrie pour démontrer la justesse de ses constructions, mais seulement pour évaluer les longueurs et les angles qui ne sont pas déjà déterminés par ses maximes.

Prenons l'exemple des plans des forteresses régulières. Après les définitions des termes à l'aide d'une illustration, l'auteur énonce six maximes sur lesquelles reposeront toutes les constructions. Les trois premières ne concernent que des longueurs, celle du polygone (intérieur) limitée à six-cents quarante-huit pieds (108 toises), celle de la courtine comprise entre deux-cents quarante pieds et quatre cents pieds (40 et 67 toises), et enfin la ligne de défense rasante n'excédant pas sept cents pieds (un peu moins de 120 toises), portée du mousquet. Les maximes 4 et 5 situent les points de la courtine d'où sont tracés perpendiculairement les flancs, précisément au 1/5 du côté du carré et aux 2/9 du côté des autres polygones. La longueur du flanc est 4/5 de celle de la demi-gorge pour le carré et de 1/6 du côté pour les autres polygones. La maxime 6 préconise de prendre pour l'angle flanqué les deux tiers de l'angle de la circonférence, ce qui est l'une des pratiques attestées par Fritach en Hollande[189]. Mais L'Hoste ne l'utilise en fait que dans l'exemple du carré.

Remarquons qu'à la différence de Fabre, L'Hoste ne donne pas des échelles graphiques, mais un tableau de valeurs, il construit par conséquent géométriquement dans chaque cas une échelle adaptée aux longueurs et proportions préétablies.

Comparé au manuscrit de Jean L'Hoste, la *Manière universelle*[190] de Juste Damant, publié en 1630 à Bruxelles, est de peu d'intérêt pour notre recherche. L'auteur se déclare insatisfait de tout ce qu'il a lu, et conteste l'établissement géométrique des principes de fortification[191].

---

[189] Fritach, Adam, *L'architecture militaire ou la fortification nouvelle…*, *op. cit.*, p. 15.
[190] Damant, Juste, *Maniere universelle de fortifier sur le modelle du triangle et quarré, contre les façons modernes d'assaillir & forcer une place investie & assiegée. Avec plusieurs autres choses touchant la profession des armes. Par le Sr. Damant, du conseil de guerre du Roy és Pays-bas, & Capitaine Gouverneur du Chasteau de Courtray*. Bruxelles, Jean Mommart, 1630.
[191] *Ibid*., « Au lecteur », p. *3.

Il concentre son attention sur le triangle, et surtout le carré, proposant des figures très semblables à celles de Meynier, Fabre et L'Hoste. Son ouvrage est une défense de la pratique des ingénieurs, contre les « personnes que la faveur avance, lesquels pour faire parade de leur sçavoir, ouvrent plus souvent et font montre de leur calamaire Geometrique, que du magasin de leur cerveau[192] ». Les longs discours de Damant sont par conséquent aux antipodes de la fortification géométrique errardienne.

2.2.2. La multiplication des « petits traités »

L'édition parisienne connaît une situation chaotique dans les années 1630[193]. De nombreux libraires apparaissent sans que la corporation régule leur installation. Certains, trop pauvres pour tenir boutique, vendent même leur production à l'étalage. Par ailleurs, une nouvelle série de publications sur l'art militaire voit le jour avec la bénédiction de Richelieu, la plupart destinés à célébrer les victoires royales face aux protestants[194]. Le commerce de livres de petits formats est ainsi favorisé. Nous avons pu trouver quelques ouvrages, de formats in-4° et in-8°, sans doute imprimés en un petit nombre d'exemplaires, puisqu'ils sont assez rares, mais tous n'ont pas la même valeur pour notre recherche.

Ainsi le petit in-8° de Gaston de Renty, *Traité ou manuel de la fortification*[195] (1639 et 1645) rassemble-t-il surtout des réflexions de l'auteur, qui ne se montre absolument pas géomètre. Ses règles générales sont principalement des considérations sur l'emplacement des forteresses, égrainées au fil du discours et assez évasives. Par exemple, les bastions « suivant les regles ordinaires, seront de suffisante grandeur, & point trop pointus, afin qu'ils puissent resister à la batterie qu'on leur pourra faire, quoy qu'à present les attaques se fassent plutost par mines, qui est la methode la plus prompte & bien la plus aysée[196]. »

Les auteurs qui retiennent notre attention sont plutôt mathématiciens, et saisissent l'importance de maximes précises. Antoine Rivan, médecin de Carpentras et inventeur d'une trisection de l'angle[197], publie en 1636 un *Art de fortifier les places*[198] entièrement découpé

---

[192] *Ibid*., p. 38.
[193] Martin, Henri-Jean, *Livres, pouvoirs et société à Paris au XVII^e siècle (1598-1701), op. cit.*, p. 555 *sqq*.
[194] Martin, Henri-Jean, *Livres, pouvoirs et société à Paris…*, *op. cit.*, tome 1, p. 264-265 ;
[195] Renty, Gaston-Jean-Baptiste (marquis de, alias G.J.B.D.R.), *Traicté ou manuel de la fortification*. Paris, Gervais Alliot, 1639. Paris, Gervais Clousier, 1645.
[196] *Ibid*., p. 28.
[197] Rivan, Antoine, *De Anguli rectilinei divisione in tres aequales demonstratio geometrica, seu expedita methodus lineandi trientem cuiusque anguli rectilinei, venandi eius numeratim sinum, tangentem & secantem,*

suivant les sept maximes, qui concernent pour l'essentiel les diverses longueurs du contour. Les polygones sont étudiés suivant cinq ordres selon le nombre croissant de maximes auxquelles leur bastionnement satisfait.

Nous ne connaissons pas la vie de James (Jacques) Hume, mais il se peut que, comme nombre d'Écossais en France au XVII^e^ siècle, il ait occupé des fonctions militaires[199]. Ses publications sont celles d'un mathématicien compétent[200], comme le prouvent en particulier son édition de l'*Algèbre* de Viète[201] et sa trigonométrie sphérique, contenant une table de logarithmes[202]. En 1637, il affirme avoir publié un traité sur la fortification hollandaise, mais nous n'en avons trouvé aucun exemplaire. En revanche, nous avons pu consulter son traité des *Fortifications françoises* de 1636[203]. Hume aborde lui aussi la fortification en géomètre, par les définitions de tous les termes dont il se servira (point, ligne, etc., à la manière d'Euclide, ainsi que la mesure des angles en degrés), puis les « Problèmes necessaires à sçavoir pour fortifier une place[204] ». Il s'agit, outre des constructions ordinaires de la géométrie pratique, du tracé d'angles de mesure donnée en degrés et de la construction des polygones réguliers.

Hume n'expose pas ses maximes avant l'explication des procédures de bastionnement, dans lesquelles il envisage indifféremment de tracer les flancs perpendiculairement aux faces

---

inscribiendi quoque in circulo Hennagonum regularem atque Heptagonum accurate. Cui accessit consummata explicatio& demonstratio indivisibilium in continuo. Authore, & inventore Ant. Rivano, Carpentoractense, Doctor Medico. Paris, Denys Langlois, 1623.

[198] Rivan, Antoine, *L'art de fortifier les places regulieres & irregulieres. Ensemble la manière de practiquer & tracer sur le terrain, les Forts, Forteresses & les fortifications, autour de toutes sortes de places*. *Par A. R. Ingenieur*. Paris, Pierre Pic, 1636. Une première édition, plus rare, était parue en 1628: *L'art de fortifier les places regulieres & irregulieres. Ensemble la manière de practiquer & tracer sur le terrain, les Forts, Forteresses & les fortifications, autour de toutes sortes de places*. *Oeuvre que personne n'avoit encores entrepris, maintenant inventé & dedié, a monseigneur le cardinal de Richelieu*. Paris, Pierre Gaillard, 1628.

[199] Michel, Francisque, *Les Écossais en France, les Français en Écosse*. *Deuxième volume*. Paris Librairie A. Franck, 1862, p. 292-294.

[200] Sa bibliographie se trouve dans Hume, James, *La Theorie des Planettes. Contenant l'usage & construction de toutes sortes de Tables Astronomiques : Le tout demonstré Geometriquement. Avec la responce aux premieres invectives du Sieur Morin, Professeur du Roy*. Paris, Jacques Dugast, 1637, fol. a iiijv non signé.

[201] Le Goff, Jean-Pierre, « L'algèbre de Viète selon James Hume », *in* Barbin, Evelyne, & Boyé, Anne (dir.), *François Viète, un mathématicien sous la Renaissance*. Paris, Vuibert, 2005, p. 87-101. Du même auteur et dans le même ouvrage, voir aussi p. 47-50 et pour une bibliographie des œuvres de Hume, p. 265-267.

[202] Hume, James, *Traité de la trigonometrie pour resoudre tous triangles rectilignes et spheriques. Avec les demonstrations des deux celebres Propositions du Baron de Merchiston, non encore demonstrees*. *Dédiée à Messire Robert Kar, Comte d'Ancrame, Gentil-homme de la Chambre du Roy de la Grand' Bretagne*. Paris, Nicolas et Jean de la Coste, 1636.

[203] Hume, James, *Les fortifications francoises, d'une methode si facile, qu'on les pourra apprendre sans maistre. Avec un petit discours à la fin pour trouver les Longitudes, ensemble des nouvelles Hypotheses de la Lune sans Epicycle, & en ovale. Dediées a Monsieur Bautru, Conseiller du Roy en son Conseil d'Estat, & conducteur des Ambassadeurs ordinaires & extraordinaires. Avec un moyen de faire des Tables du vray mouvement des Planetes sans aucunes Hypotheses, lesquelles sont toutes nouvelles inventions de l'Autheur*. Paris, l'Autheur, 1634.

[204] *Ibid*., p. 5-15.

ou aux courtines. Les contours sont donc entièrement déterminés par les angles des bastions, selon une règle de calcul qui donne exactement les valeurs des angles préconisées par Errard, depuis le triangle jusqu'à l'ennéagone. Les valeurs des autres angles de l'enceinte sont calculées à l'aide des théorèmes euclidiens, à la manière de Marolois, mais lorsqu'il est question des lignes, Hume doit trancher en faveur d'une des dispositions du flanc. C'est alors qu'il cite pour la première fois Errard[205] :

> *Si quelqu'un veut bastir une forteresse, je luy conseille d'en faire le calcul luy mesme, & trouver les longueurs de toutes les lignes de la forteresse qu'il veut faire, soit Hexagone ou autre selon les reigles que nous donnerons cy-dessous, & de ne se fier à aucun livre ny a Erhard ny aucun autre, car il ne faut que la moindre faute d'impreßion pour luy en faire de bien grandes dans son travail.*

Jean Errard reste donc la référence pour un mathématicien comme Hume dans les années 1630, puisqu'il est le seul auteur cité dans les *Fortifications françoises*. Ne nous méprenons pas sur la défiance conseillée dans l'extrait cité. La qualité des écrits d'Errard n'est pas mise en cause, le lecteur est seulement invité à effectuer lui-même les calculs afin de se prémunir contre les erreurs typographiques, que notre étude de la *Fortification reduicte et demonstrée* nous d'ailleurs permis de constater. Cette mise en garde n'empêche pas Hume de reprendre exactement les maximes de la fortification d'Errard[206] :

> *Pour faire une fortification parfaite il est requis de garder ces cinq maximes.*
>
> *1. Que l'angle du Bastion soit de 90 degrez ou droict.*
>
> *2. Que la ligne du premier flanc soit au moins de 16 toises.*
>
> *3. Que la ligne de la gorge soit au moins de 32 toises, & que la moictié de ceste ligne soit esgalle aux flancs.*
>
> *4. Que chasque courtine soit garnie de deux flancs.*
>
> *5. Que la ligne de defense ne soit pas plus longue que de 100 ou 120 toises, & qu'elle passe tousjours par l'extremité de la courtine divisant l'angle de la courtine en deux parties.*

[205] *Ibid*., p. 39. Sur la même page, Hume l'a d'abord mentionné pour ses recommandations à propos de la longueur de la ligne de défense.
[206] *Ibid*., p. 40.

L'ingénieur d'Henri IV est par ailleurs plusieurs fois cité dans la suite de l'ouvrage. Une seule citation est critique (« cecy est bien plus exact que la proportion qu'Erhard donne[207] »), les autres sont très respectueuses envers celui que l'auteur nomme « Monsieur Erhard[208] » et auquel il se réfère exclusivement. Mais en ce qui concerne les calculs, Hume explique l'usage de la table des sinus, puis celui du compas de proportion. Il revient même sur ces modes de calcul pour montrer comment obtenir les mêmes résultats sans recourir à la trigonométrie. Ce mathématicien a conservé les maximes errardiennes, mais en utilisant les outils mathématiques de la trigonométrie, et un outil technique, le compas de proportion, que nous retrouverons chez des professeurs de la même époque (cf. *infra*, chap. 8)

Le dernier « petit traité » que nous mentionnerons est publié par Noël Duret en 1643[209]. Cosmographe ordinaire du roi, Duret reste connu comme traducteur de l'*Algèbre* de Viète et auteurs de tables astronomiques dédiées à Richelieu, dont il était le protégé. Il se présente lui-même comme mathématicien, « commis par feu Monseigneur le Cardinal Duc de Richelieu (d'eternelle memoire) pour composer des Ephemerides au meridien de Paris & autres œuvres astronomiques[210] », revenant à ses recherches sur la fortification après la mort du Cardinal. Son ouvrage est centré sur l'usage de tables géodésiques issues de ses travaux d'astronomie, car « comme les sciences ont de la connexion les unes avec les autres, aussi s'entrefournissent-elles quelquefois de nouvelles inve[n]tions[211]. » Les deux parties sont consacrées respectivement à la fortification et la géodésie, c'est-à-dire l'arpentage et la mesure des lignes, des surfaces et des solides. Ces questions occupent la majeure partie de l'ouvrage et sont appliquées à la recherche des valeurs des lignes et des angles des contours bastionnés, mais aussi des aires des esplanades ainsi que des volumes de terre des fossés et des remparts. Dans les cinq tables annexées en fin d'ouvrage se trouve la table des sinus logarithmiques d'après Neper, ainsi que des tables de conversion de mesures, dans lesquelles les toises, pieds et pouces sont subdivisés en soixantièmes.

---

[207] *Ibid*., p. 62.
[208] *Ibid*., p. 65, 87, 91, *passim*.
[209] Durret, Natalis [Duret, Noel, *Cosmographe ordinaire du Roy*], *Traicté de la geodesie et des fortifications régulieres et irregulieres. Où est enseigné une nouvelle manière de trouver tout d'un coup la longueur (en entiers & fractions) de chaque partie des Fortifications, par une simple addition ou soustraction, comme aussi le contenu des plans ou surfaces, des pieces de terre, & de tout ce qui dépend de la Geodesie, ou arpentage, avec une grande precision*. Paris, l'auteur, 1643.
[210] *Ibid*., « Advis au Lecteur », feuillet ã iij non signé.
[211] *Ibid*., *loc*. *cit*.

Duret ne présente pas une méthode personnelle de bastionnement des polygones, mais celles en usage à son époque, qu'il considère toutes basées sur les mêmes principes : « Il y a diverses manieres de fortifier, lesquelles conviennent aux choses les plus essentielles, & disconviennent seulement en certaines circonstances qui se trouvent en la construction de la figure fortifiée[212]. » S'il cite Marolois et De Ville, il reconnaît Errard comme le fondateur de la fortification géométrique[213] :

> *L'Architecture Militaire, qu'aujourd'huy nous appellons les* Fortifications *a esté premierement reduite en art par le Sieur Errard Ingenieur d'Henry le Grand d'heureuse mémoire, avec des solides demonstrations tant physiques que Geometriques ; il est vray que quantité d'ingenieurs Italiens s'y sont employez auparavant luy pour mesme fin de rendre les places imprenables (quant aux forces des assaillans) mais ils n'y ont pas reüssi en tel degré de perfection.*

Duret reformule donc les maximes d'Errard et de Marolois puis celles du Chevalier de Ville, avant d'exposer leurs constructions. Les formes obtenues font l'objet de calculs de toutes les valeurs, y compris les aires des esplanades et des villes, en utilisant la table des sinus logarithmiques et celle de sinus ordinaires. L'ouvrage de Duret est donc en de nombreux points comparable à celui de Hume, bien que ce dernier n'expose qu'une seule manière de fortifier, celle d'Errard, qui reste son modèle principal. Duret présente trois manières différentes, sans indiquer de préférence. Ces deux mathématiciens conservent une approche géométrique de la fortification, dans la lignée d'Errard, mais sans reproduire totalement l'ordre de ce dernier. Ils y apportent l'usage de nouvelles méthodes de calcul utilisant la trigonométrie, les logarithmes et les tables de valeurs.

2.3. La nouvelle fortification française

L'historiographie a retenu assez peu de fortificateurs en France avant Vauban. Pour certains, ce sont les œuvres d'Antoine de Ville et de Jean Fabre qui marquent le début de l'école française de fortification[214]. À notre époque, la paternité en est plutôt attribuée à Blaise

---

[212] *Ibid*., p. 3.
[213] *Ibid*., p. 5-6.
[214] Pernot, Jean-François, « La guerre et l'infrastructure de l'État moderne… », *op. cit.*, p. 407-413 ; Allent, Alexandre, *Histoire du Corps Impérial du Génie… op. cit.*, p. 39.

François Pagan, puisque Vauban déclarait qu'il « paganisait » à ses débuts[215]. Nous examinons les *Fortifications*[216] de Pagan, puis les grandes tendances des ouvrages publiés en France après celui-ci.

2.3.1. LES *FORTIFICATIONS DU COMTE DE PAGAN* (1645)

Blaise François Pagan (1604-1665)[217] était un militaire auréolé de gloire, suite à une action d'éclat au siège de Suse en 1629. Il prend part à tous les sièges du temps de Richelieu, aux côtés d'Antoine de Ville qui est dit son concurrent. Blessé une première fois à l'œil au siège de Montauban en 1621, il perd totalement l'usage de la vue en 1642 alors qu'il avait été choisi pour aller servir au Portugal en qualité de Maréchal de camp. Dès lors il se consacre à l'étude des sciences et rédige son traité de fortification, ainsi que plusieurs ouvrages de mathématiques, d'astronomie et d'art militaire. Son domicile parisien devient un salon fort couru des grands du monde, et, selon son hagiographe, « surtout l'acces y estoit libre aux Mathematiciens, qui le consultoient sur des difficultez qu'un autre que luy auroit eu peine à developper[218] ». Selon certaines sources[219], il aurait été enfermé à la Bastille à partir de 1652 et serait mort dans le dénuement, mais il s'agit d'une erreur d'identification[220]. Pagan meurt en 1665 auréolé de gloire, et le roi lui témoigne toute son estime en envoyant son médecin

---

[215] Par exemple, Bérenger, Jean (dir.), *La révolution militaire en Europe…*, *op. cit.*, p. 48 ; Corvisier, Christian, Warmoës, Isabelle, « L'art de fortifier de Vauban. Normalisation de la fortification bastionnée et réminiscences des formes médiévales » *in* Martin, Thierry, Virol, Michèle, *Vauban, architecte de la modernité* ? Coll. « Les Cahiers de la MSHE Ledoux » n°11. Besançon, Presses universitaires de Franche-Comté, 2008, p. 104 *sqq* ; voir également Virol, Michèle, *Vauban, de la gloire du roi au service de l'État*, *op. cit.*, p. 54. Notons que Michèle Virol considère la *Fortification* d'Errard comme une des sources de Vauban.

[216] Pagan, Blaise François, *Les Fortifications du Comte de Pagan*. Paris, Cardin Besongne, 1645.

[217] La biographie de Pagan est donnée par Hébert dans son édition des Fortifications en 1689 (Pagan, Blaise François, *Les Fortifications du Comte de Pagan, nouvelle édition. Augmentée d'une Idee Generale de la Fortification ; où les termes de cét Art sont expliqués & rapportés à de nouvelles Figures ; avec des notes sur le texte, et des éclaircissemens qui contiennent la solution des principales difficultez qu'il y ait dans cette Science. Et la manière de fortifier de Monsieur de Vauban. Par M^r^ Hebert, Professeur Royal de Mathematiques*, Paris, Nicolas Langlois, 1689, « Abregé de la vie du Comte de Pagan », p. 1-16.

[218] *Ibid.*, p. 15.

[219] Que relaie malheureusement le site « Chemins de Mémoire » du Ministère de la Défense, dans une notice reproduite par de nombreux autres sites (http://www.cheminsdememoire.gouv.fr/fr/blaise-pagan).

[220] Un « Comte de Pagano » a été effectivement enfermé à la Bastille en 1652, mais il se déclare âgé de soixante-dix-huit ans en 1665, ce qui n'est pas le cas de Blaise François de Pagan (Ravaisson-Mollien, François, *Archives de la Bastille, documents inédits recueillis et publiés par François Ravaisson, Conservateur-adjoint à la Bibliothèque de l'Arsenal*. *Règne de Louis XIV (1659-1661)*. Paris, A. Durand et Pedone-Lauriel, 1866, p. 1-6).

personnel à son chevet. Sa renommée atteint les autres pays d'Europe et son ouvrage est traduit en allemand[221] comme en anglais[222].

Comparé à ceux de ses prédécesseurs, l'ouvrage de Pagan fait figure d'opuscule[223], tant il est concis et vise à l'essentiel en peu de discours. Il n'est donc pas destiné aux débutants, mais aux personnes qui connaissent déjà ce sujet, comme le confirme Hebert dans le prologue de son édition de 1689[224] : « le Comte de Pagan écrivoit plutost pour les Ingenieurs que pour ceux qui sans avoir encore aucune teinture de la fortification avoient envie de l'apprendre ». Hebert doit en conséquence augmenter l'ouvrage d'une *Idée Generale de la Fortification*[225], offrant toutes les définitions nécessaires aux débutants, ainsi que des *Maximes Generales des Fortifications*[226], absentes du texte original.

Une fortification radicalement nouvelle

Quels apports de Pagan justifient sa renommée ? Ses conceptions, au rebours de celles de Jean Errard, révolutionnent la fortification à plus d'un titre. D'abord en ce qui concerne la défense de la place, rappelons qu'Errard ne comptait pratiquement que sur les hommes armés et ne représentait qu'un canon amovible sur ses bastions. Pagan, au contraire, mesure la force de la défense au nombre de canons que peuvent porter les bastions, et il construit ceux-ci en conséquence de manière à ce que leurs flancs donnent sur le fossé, davantage encore que chez Fabre et De Ville, comme nous allons le voir. En outre, il prend le contrepied de la vision errardienne du corps à corps pour le transformer en un « feu contre feu » préconisant d'employer aussi les explosifs (les « fourneaux ») contre l'assaillant. Il construit par conséquent une seconde enceinte séparée de la première par un profond fossé, afin que l'ennemi ait d'abord à gagner une première série de remparts que les défenseurs pourront piéger et faire sauter, renversant les rôles et devenant à leur tour des agresseurs[227].

---

[221] *Deß Grafen von Pagan neuer Vestungs-Bau. Auß dem Frantzösischen in das Teutsche übersetzt, mit nöthigen Anmerckungen, und vielen Kupffern vermehret*. Franckfurt am Mayn, Joh. Georg Drullmann (in Verlegung des Ubersetzers), 1684 ; *Festungs-Bau Des Graffen von Pagan, vorhero in Frantzösischer anietzo in Teutscher Sprache vorgestellet durch Martin Leuschnern.* Frankfurt & Leipzig, Johann Friedrich, Fleischer, 1725.
[222] Morland, Samuel, *The Count of Pagan's method of delineating all manner of fortifications (regular and irregular) from the exterior poligone : reduced to English measure, and converted into Hercotechtonick-lines.* London, W. Nott, 1667.
[223] Augoyat, Antoine-Marie, *Aperçu historique*…, *op. cit.*, p. 40.
[224] Pagan, Blaise François, *Les Fortifications du Comte de Pagan, nouvelle édition*…, *op. cit.*, p. 22.
[225] *Ibid*., p. 31-59.
[226] *Ibid*., p. 60-64.
[227] Pagan, Blaise François, *Les Fortifications*…, *op. cit.*, 1645, chap. V : « Des bastions, des remparts et des fossez », p. 32-34.

C'est avant tout cette idée de placer l'assaillant dans la position d'agressé à l'aide d'une seconde enceinte qui fait de Pagan le précurseur de Vauban. Nous pouvons cependant entrevoir aussi les prémisses d'une manière qui se veut française[228], en opposition à la manière hollandaise vertement critiquée[229] :

> *Aussi me suis-je estonné plusieurs fois, non pas comme les autres du peu de Resista[n]ce que font les places les mieux fortifiées des Pays-Bas, mais de la Reputation des Holandois en cet Art, puisque leurs Fortifications ont si peu de Deffence* […] *Or ce n'est pas seulement en ces Provinces, plus glorieuses d'avoir cultivé cette Science que de l'avoir perfectionnée, où ces Deffaults sont ordinaires & Frequents, mais par tout ailleurs où l'on en suit aveuglement les maximes.*

Quelle place les *Fortifications* accorderont-elles alors à la géométrie ?

La figure géométrique unique

Ces maximes se focalisent sur les lignes et les angles des contours bastionnés, « dont les varietez produisent autant de differentes Regles en cet Art, qu'il y a de diverses opinions dans les Auteurs de cette Science[230] ». Pagan conteste cette primauté de la géométrie[231] :

> *Si la Science des Fortification estoit purement Geometrique, ses regles en seroient parfaictement demonstrées : Mais comme elle a pour object la Matiere & pour principal fondement l'Experience, ses plus essentielles Maximes ne despendent que de la Conjecture […] Le plus grand nombre des modernes, plus fondez sur la Geometrie que sur l'Experience establissent pour un principe certain que les Angles Flanquez ne soient jamais plus grands de 90 Degrez, com[m]e si l'Angle droit avoit quelque vertu particuliere en cette Pratique.*

En effet, Pagan rappelle que les forteresses d'Europe, malgré leurs plans géométriques sans défauts, ne font plus preuve de leur efficacité contre les nouvelles techniques de siège. Rompant donc avec l'approche de tous les auteurs depuis Jean Errard, Pagan n'impose plus

---

[228] Cf. Pernot, Jean-François, « La "trace italienne", éléments d'approche », in Bérenger, Jean (dir.), *La révolution militaire en Europe…*, *op. cit.*, p. 36.
[229] Pagan, Blaise François, *Les Fortifications*…, *op. cit.*, 1645, p. 23.
[230] *Ibid*., p. 4.
[231] *Ibid*., p. 2 et 5.

aucune valeur à l'angle flanqué, mais fixe celle de l'angle de tenaille *ACB* dans un tracé unique qui sera utilisé pour tous les polygones (Figure 7.52, « moyenne fortification »).

L'angle de tenaille est l'angle au sommet du triangle isocèle *ACB*, déterminé uniquement par des longueurs : la base *AB*, côté du polygone extérieur, de 180 toises, et la hauteur *DC* de 30 toises. Les faces *AE* et *BF* des bastions sont de 55 toises. Les extrémités M et N de la courtine sont obtenues en prolongement des faces par les « compléments des lignes défense », *CM* et *CN*, de 32 toises.

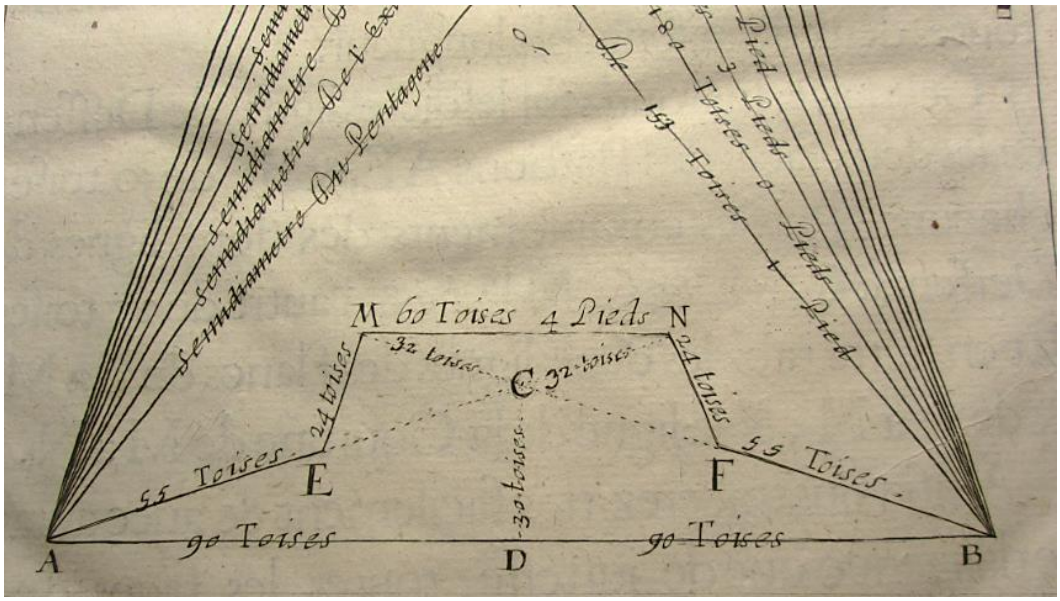


Figure 7.52

Ce front de fortification sera reproduit autant de fois qu'il le faut pour bastionner chaque polygone, depuis le pentagone jusqu'au dodécagone. Pour cela, la figure unique est complétée de tous les triangles isocèles de base *AB* correspondants (visibles entièrement en Annexe B3, Figure 7.52).

Aucune mesure d'angle n'est donc utilisée, ce qui rend le tracé sur le terrain extrêmement simple à réaliser à l'aide d'outils rudimentaires comme le cordeau. D'ailleurs, Pagan insère en fin de volume une table des sous-tendantes (cordes) des angles, mesurées par les cordeaux, « pour enclorre en cet ouvrage les moyens de pratiquer ces Fortifications, avec la mesme facilité, & sans les penibles secours, de la Trigonometrie, du Demy-cercle, du Graffometre, de la Bussole, du Raporteur, du Compas de proportion, & du Polymetre[232] ».

[232] *Ibid*., chap. XVI : « De la table des angles », p. 107-113.

Les valeurs approchées des autres lignes sont fournies sans explication. Les seules justifications *a posteriori* concernent les dépenses nécessaires à la construction[233]. Pagan compare ses bâtiments à ceux des « Autheurs les plus estimez », Marolois et De Ville, afin de prouver qu'ils ne coûteront pas plus cher. Errard n'est pas cité.

Les *Fortifications du Comte de Pagan* représentent donc une rupture par rapport à la fortification géométrique d'Errard. L'ouvrage ne suit pas l'ordre errardien des connaissances et son auteur n'en appelle plus aux théorèmes de géométrie pour la démonstration de la « bonté » de ses forteresses. Ce n'est pas faute de compétences en la matière, puisqu'il en fait la preuve dans ses autres ouvrages. Mais les ingénieurs auxquels il s'adresse ne sont sans doute pas à la recherche de beaux édifices théoriques s'avérant fragiles face à la puissance de feu et aux bombes des assaillants. Or, comme l'auteur le signale lui-même, ses prédécesseurs ont produit des contours irréprochables sur le papier, mais de plus en plus inadaptés aux conditions réelles des sièges. Leur recours à la géométrie n'a donc pas garanti la sécurité des villes. Le pragmatisme est maintenant de mise, l'époque de Jean Errard semble bien révolue,

2.3.2. L'EXPÉRIENCE DES MILITAIRES

À la suite de Pagan, des officiers et des ingénieurs publient leurs réflexions sur la fortification, mettant davantage l'accent sur leur expérience du terrain que sur leurs qualités de géomètres. Nous examinons les ouvrages de D'Aurignac (1650)[234], Brioys (1666)[235] et La Fontaine (1666 et 1667)[236], tous parus avant celui de Manesson Mallet (1671), avec lequel nous terminons ce chapitre.

---

[233] *Ibid*., chap. VIII : « De la despence des fortifications », p. 53-63.

[234] Aurignac (le Sieur d'), *Abbregé de toutes sortes de fortifications tant regulieres qu'irregulieres, Bastions, Plats, Fort de Campagne, Redoutes, Demi-Redoutes, Estoilles, Ravelins, & Demi-Lunes. Ouvrages à Corne, à Couronne, & Tenaille & beaucoup d'autres, en suitte, le tout par la mechanique. Avec une methode si aisée à pratiquer sur le Terrain, qu'on peut sans nulle difficulté l'apprendre de soy-mesme sans autre instruction, que la lecture de ce Livre, avec tres-grande facilité. Dedié au Roy*. Paris, Augustin Courbé & chez l'Autheur, 1650. 2e édition : Paris, l'Autheur, 1670.

[235] Brioys, Jean, *Nouvelle Maniere de Fortification, composée pour la Noblesse françoise. Exposée en forme d'Elements & dedié à Monseigneur de Choisy. Par Jean Brioys, Ingenieur & Geographe ordinaire du Roy*. Metz, l'Autheur [P. Collignon, impr.], 1666.

[236] La Fontaine, *Les Fortifications royales, ou Architecture militaire, par une nouvelle pratique ; Avec celles de tous les plus excellens Autheurs, qui ont escrit de cette Matiere depuis Henry le Grand, jusqu'à present. Ensemble un traité de l'Artillerie & usage du Canon. Par le Sr de La Fontaine, Ingenieur ord. du Roy*. Paris, Estienne Loyson, 1666 ; La Fontaine, *Nouveau Traité de la Fortification…*, *op. cit*., 1667.

Ingénieurs et Officiers : D'Aurignac, Brioys et La Fontaine

Qui sont ces auteurs ? D'Aurignac est « Mareschal de Bataille », c'est-à-dire l'officier général chargé de l'ordonnancement des troupes dans les campements, dans les marches et dans les combats. Il se dit fort de vingt ans d'expérience dans l'armée. Brioys et La Fontaine sont tous deux *Ingenieurs ordinaires du roi*, qualité à laquelle Brioys ajoute celle de cartographe royal. Nous apprenons en outre par le privilège de son ouvrage que Brioys était en poste en Italie en 1666.

Quels sont leurs destinataires ? La Fontaine dédie ses *Fortifications royales* au roi de France, « puisqu'ils ont esté faits à dessein de servir aux Officiers de ses Gens de Guerre, à ceux qui sont employez au maniement de ses Finances, & generalement à tous les peuples de son Royaume[237] ». Plus précisément, il adresse son ouvrage à « quantité de personnes de condition qui ont appris sous [lui] depuis plusieurs années », expliquant ainsi qu'il écrit « Cavalièrement & dans les termes dont [il se] ser[t] pour l'instruction de [ses] disciples[238] ». Son second traité est de même destiné aux « Personnes de condition, aux Gens de Guerre, & à tous ceux qui aiment les Nobles mathematiques[239] ». Le discours de Brioys n'est pas très différent, si ce n'est pour les mathématiques : « Comme je n'expose cet essay de fortification que pour l'instruction de la jeunesse de qualité qui a de l'inclination à cela, aussy je ne m'explique qu'à la Cavaliere, & par des principes communs pour estre plus facilement entendus, mesme de ceux qui n'ont point d'estude[240]. D'Aurignac, lui, s'adresse au roi Louis XIV, âgé seulement de douze ans, pour qu'à son exemple, d'autres personnes puissent « en peu de jours, y devenir aussy intelligente[s], que ceux-mesmes qui les professent dés si long-temps[241] ». Il met en avant la facilité de sa méthode, opposée à « l'embarras de mille supputations qui ne servent qu'à apporter la confusion dans [les] pratiques ordinaires[242] ».

Les auteurs sont donc éloignés de la fortification géométrique errardienne et les maximes, lorsqu'elles sont mentionnées, le sont sans justification. La géométrie occupe assez peu de place dans les ouvrages de Brioys et D'Aurignac. Brioys, par exemple, met l'accent sur « une

---

[237] La Fontaine, *Les Fortifications royales…*, *op. cit.*, « Au Roy », non paginé, 1re page recto.
[238] *Ibid*., « Preface au Lecteur », non paginé, 1re page verso.
[239] La Fontaine, *Nouveau Traité de la Fortification…*, *op. cit.*, fol. ã ijv.
[240] Brioys, Jean, *Nouvelle Maniere de Fortification…*, *op. cit.*, « Aux amateurs de la fortification », fol. ã 3.
[241] D'Aurignac, *Abbregé de toutes sortes de fortifications…*, *op . cit.*, « Au Roy », fol. *A ij*v non paginé.
[242] *Ibid*., « Avertissement », fol. *A iiij*v, non paginé, non signé.

petite habitude du dessin[243] », qui permet de résoudre quantité de problèmes difficiles, à condition d'accepter que la résolution soit mécanique et non purement géométrique. Il prévient sans détour qu'il en restera à ce niveau sans aborder les mathématiques plus difficiles[244] :

> *Ainsi donc, il appert que mon dessin n'est que d'aller promptement au but proposé par la Mechanique* […] *banissant tout ce que la speculative peut produire & toutes les Idées intellectuelles d'une justesse imaginaire qu'on trouve par la theorie : je m'attacheray au solide ; & me contenteray d'un compas commun d'un crayon & d'une Regle, & sans s'amuser a la distinction des quantités phisiques & Mathematiques* […] *Et aussi l'on voit qu'il n'est pas necessaire de se tourmenter l'esprit a la recherche d'une infinité de principes de definitions d'axiomes de probleme & de Theoremes mais qu'il suffit seuleme[n]t de sçauoir descrire un cercle & une ligne droite pour avoir les figures Regulieres depuis trois costés jusqu'a douze seulement, a cause que nous ne voyons pas que le nombre des Bastions d'une figure Reguliere aille que rarement a ce nombre la, & que nous n'avons en l'Europe que Palme Noue* [Palma Nova] *dans le Friul qui soit Reguliere de neuf Bastions*

La Fontaine est le seul qui mette en avant l'utilité des mathématiques. Il a d'ailleurs déjà publié un traité de géométrie[245] et exprime le désir d'écrire sur toutes les parties des mathématiques. Son ouvrage est dans la lignée de ceux d'Antoine de Ville, de James Hume et des ouvrages pédagogiques que nous examinerons au chapitre 8. Comme eux, il offre une comparaison de différents auteurs, nommément Marolois, « Fritacq », « Golteman », « Dogain », et le Comte de Pagan dont la manière est jugée « toute extraordinaire & fort bien pensée[246] ». Errard est le dernier auteur cité, un peu plus longuement que les autres, mais néanmoins en peu de lignes :

> *La Fortification d'Errart de Barle duc a esté mise en lumiere sous le regne d'Henry le Grand. Il en fit de deux constructions, l'une ou il faisoit le flanc perpendiculaire sur*

---

[243] Brioys, Jean, *Nouvelle Maniere de Fortification…*, *op. cit.*, p. 1.
[244] *Ibid.*, p. 2.
[245] La Fontaine, *La Geometrie universelle, avec un Compendion de Perspective, la Construction des Cadrans Solaires, l'Usage du Cadran Analitique, & autres diverses choses contenuës en cét Œuvre. Par le Sieur de La Fontaine, Ingenieur ordinaire du Roy*. Paris, Estienne Loyson, 1666.
[246] La Fontaine, *Les Fortifications royales…*, *op. cit.*, p. 43 *sq.*

la face du Bastion, & à l'autre il fit les flancs perpendiculaires sur la courtinne ce qui se trouva beaucoup mieux.

Les quelques mentions de la *Fortification* d'Errard que nous avons trouvées chez d'autres auteurs postérieurs à La Fontaine[247] ne seront guère plus longues, à l'exception du chapitre que lui consacre Allain Manesson Mallet dans ses *Travaux de Mars*.

Les Travaux de Mars *d'Allain Manesson-Mallet (1671)*

Ingénieur et cartographe de talent[248], Allain Manesson Mallet (1630-1706) était l'un des ingénieurs préférés de Vauban[249]. Ses connaissances étendues sur les mathématiques et la géographie lui viennent de Philippe Mallet, professeur de mathématiques à Paris, dont il a probablement illustré certains des ouvrages des années 1650. Il témoigne avoir appris la fortification « dans les fréquentes conversations [qu'il a] euës autrefois avec le Comte de Pagan, & dans les lumieres mesme [que Pagan lui] a données pour la Theorie de ceste Science[250] ». Les deux hommes devaient donc être assez proches, ce qui explique peut-être pourquoi Manesson Mallet est envoyé au service du roi du Portugal à la place de Pagan atteint de cécité.

Les *Travaux de Mars* connaîtront trois versions en français, en 1671, 1684 et 1696, ainsi que des traductions en allemand et en hollandais. La portée de l'ouvrage est manifestée par les nombreuses références que nous avons trouvées dans les manuscrits[251], y compris la recopie des illustrations, avec leurs décors caractéristiques. Son succès est considérable en Europe, car c'est une synthèse de toutes les connaissances de l'époque sur la fortification, l'attaque et la défense des places, très bien servie par le grand nombre de gravures finement réalisées par l'auteur. Les pages de texte ont presque toutes des pages de planches en vis-à-vis, comme

---

[247] Par exemple, Gautier approuve la manière d'Errard de rendre l'artillerie défensive invisible des attaquants (Gautier, Henri, *Traitté des fortifications, contenant La demonstration, & l'Examen de tout ce qui regarde l'Art de Fortifier les Places tant regulieres, qu'irregulieres, suivant ce qui se pratique aujourd'huy. Le tout d'une manière abbregée, & fort aisée pour l'instruction de la Jeunesse*. Lyon, Thomas Maury, 1685, p. 234-237).

[248] Pastoureau, Mireille, *Les Atlas français, XVIe-XVIIe siècles. Répertoire bibliographique et étude. Par Mireille Pastoureau, avec la participation de Franck Lestringant*. Paris, BnF Éditions, 1984, p. VI.

[249] Nous tirons nos renseignements biographiques de : D'Orgeix, Émilie, « Alain Manesson Mallet (1630-1706). Portrait d'un ingénieur militaire dans le sillage de Vauban », *CFC* (Bulletin du Comité français de Cartographie) n°195 (mars 2008), p. 67-74.

[250] Manesson Mallet, Allain, *Les Travaux de Mars*…, *op. cit.*, 1671, Seconde Partie, p. 20.

[251] Par exemple, dans des manuscrits anonymes qui en reproduisent le texte ou les illustrations (*Cahiers de mathématiques - Traité de fortifications*, deuxième moitié du XVII[e] siècle. Ms 604, Bibliothèque Mériadeck, Bordeaux ; *Les travaux de mars*, fin du XVII[e] siècle. Ms 2529, Bibliothèque nationale de France, Bibliothèque de l'Arsenal ; *Livre de fortifications*, XVII[e] siècle. Ms 3805, Bibliothèque de l'Institut de France.)

nous le verrons dans les ouvrages des auteurs jésuites de la même époque, ce qui facilite un accès immédiat au contenu. Son petit format (in-8°) en fait un ouvrage utilisable sur le champ de bataille comme dans la bibliothèque, ce qui explique peut-être en partie son succès.

Dans le deuxième tome, Manesson Mallet expose la fortification des places « selon toutes les diverses manieres qui ont esté inventées jusqu'à present, par les plus Sçavants Autheurs, & Fameux ingenieurs qui ont traitté de ceste Science ». Jean Errard est le premier de la série des auteurs étudiés, De Ville et Pagan sont les derniers. L'étude comparative que propose l'auteur vise à démontrer de la manière la plus objective possible[252] l'excellence de sa propre manière de fortifier. Il retranscrit avec beaucoup de respect toutes ces manières, ce qui ne l'empêche pas de faire une analyse sans concession des défauts des forteresses ainsi bâties.

Nous avons annoncé que les *Travaux de Mars* seraient le dernier des ouvrages que nous étudions, puisqu'il représente la fin de l'époque sur laquelle porte notre travail, c'est-à-dire celle d'une coexistence de manières diverses de fortifier avant l'avènement Vauban et l'adoption de ses systèmes par tous les ingénieurs. Manesson Mallet l'affirme lui-même dans la seconde édition de l'ouvrage[253]

> *Je l'ay enrichi de quantité de nouveaux Traitez, & de plusieurs Maximes & Remarques particulieres, que j'ay tâché de conformer aux excellentes Maximes de Monsieur de Vauban, Gouverneur de la Citadelle de L'Isle, & Lieutenant general des Armées du Roy : ses services & ses ouvrages prouvent assez qu'il est incomparable en l'Art de fortifier & d'attaquer les Places.*

3. CONCLUSION

Nous avons analysé des ouvrages et quelques manuscrits pour connaître la réception de la fortification errardienne par les ingénieurs et les militaires de la première moitié du XVII^e^ siècle. Dès les années 1610, un ingénieur mathématicien comme Michel Coignet observe la maxime principale de la fortification errardienne, mais il ne recourt pas à la géométrie

[252] Voir la lettre reproduite dans la Preface de la Seconde partie

[253] Manesson Mallet, Allain, *Les Travaux de Mars ou l'Art de la Guerre, divisé en trois parties*. *Ouvrage enrichi de plus de quatre cens Planches gravées en Taille-douce. Tome Premier.* Paris, Denys Thierry, 1685, « Avertissement servant de Preface », fol. *a iiiiij*, non signé.

euclidienne pour la validation des tracés ou le calcul des longueurs et des angles, préférant les efficaces méthodes trigonométriques.

Les trois carnets d'ingénieurs que nous avons étudiés portent sur de nombreux domaines de leur activité, architecture, artillerie, arpentage, maçonnerie, attaque des places, machines diverses, etc. La fortification n'y tient donc qu'une petite place. Le manuscrit encyclopédique espagnol des années 1610 semble totalement ignorer la méthode errardienne, alors que le carnet d'esquisses italien, plus tardif, en offre une synthèse à propos du bastionnement des polygones. Ce sont en fait les *Carnets* de l'architecte Jacques Gentillâtre qui valorisent la *Fortification demonstrée et reduicte en art*, en partie recopiée avec pertinence et respect de l'original. Dans tous ces cas cependant, la démarche errardienne n'est pas reprise.

À Leyde, où est créé en 1600 un cours de mathématiques pour la formation des ingénieurs, Samuel Marolois publie en 1615-1616 ses *Œuvres mathematiques*, qui contiennent un traité de fortification fondé également sur la géométrie. Nous avons montré que Marolois est un lecteur d'Errard, dont il suit en partie la démarche, traitant en particulier dès le début de son étude la question des angles des contours. Il ne fixe pas au préalable de contraintes strictes sur ces contours, mais procède à une recherche de formes selon diverses hypothèses sur les proportions entre les lignes. L'examen de formes engendrées l'amène à formuler de nouvelles maximes tout en y adaptant celles d'Errard. La différence majeure avec ce dernier réside dans les méthodes de calcul, car Marolois utilise les tables trigonométriques et expose en détail le calcul des angles et des longueurs de ses polygones fortifiés.

Ses successeurs de l'école de Leyde mettent également à profit ces méthodes encore peu connues en France. Leur utilisation est favorisée par le choix de bastions aux flancs perpendiculaires aux courtines, ce qui permet d'insérer systématiquement toutes les lignes à calculer dans des triangles rectangles où s'appliquent naturellement les théorèmes de trigonométrie.

En France, les méthodes hollandaises viennent concurrencer, ou compléter, la fortification géométrique errardienne, qui reste un modèle suivi dans les années 1620 par Alexis Errard, Jean Fabre, Antoine de Ville ou James Hume. Les fortificateurs qui publient ensuite exposent souvent plusieurs méthodes, même si certains, comme Jean L'Hoste, se cantonnent à la fortification hollandaise. Dans les ouvrages présentant quelque intérêt, les méthodes de fortification reposent sur des maximes qui suivent les pratiques de leur temps. En ce sens, la fortification errardienne, privée de la géométrie, est devenue l'usage commun.

La publication des *Fortifications du Comte de Pagan* en 1645 marque le terme de la première manière française, que l'auteur ne cite pas. Blaise François Pagan invente une nouvelle construction dans laquelle l'angle flanqué est secondaire et la construction pensée en fonction d'une défense axée sur les canons et l'utilisation des explosifs. Il présente un contour unique tracé à partir de segments de longueur fixée, sans aucune maxime sur les angles. Ce front de fortification unique sera reproduit sur chaque côté des polygones à fortifier, modifiant de fait l'angle flanqué dans chaque cas. Les mesures de longueur sont données sans calculs et Pagan ne justifie ses tracés que par rapport à la dépense occasionnée, comparée à celle des forteresses de Marolois et de De Ville. La géométrie est donc absente de l'ouvrage, si ce n'est pour le tracé des formes et le vocabulaire utilisé. Les militaires et ingénieurs qui publient ensuite adoptent une approche pragmatique similaire, mettant leurs connaissances au service de la formation de la jeune élite de la noblesse.

Notre examen a donc mis en évidence un déclin de l'approche géométrique errardienne dans les écrits non pédagogiques sur la fortification dans la première moitié du XVII^e^ siècle, et son effacement presque complet après la publication de l'ouvrage de Pagan. Manesson Mallet qui clôt cette période pré-vaubanienne, n'expose le bastionnement de l'hexagone d'Errard que dans le contexte d'une histoire comparée des méthodes de fortification du siècle. Dans la seconde édition des *Travaux de Mars,* Mallet reconnaît les constructions de Vauban comme modèles d'une fortification parvenue à sa perfection, entérinant l'abandon définitif de l'ancien paradigme. Notons qu'il est lui-même présenté comme « Maistre de Mathematiques des Pages de la petite Ecurie de sa Majesté », fonction qu'il occupait sans doute déjà pendant la rédaction de son ouvrage[254]. Est-ce une visée pédagogique qui l'amène à exposer les diverses manière de fortifier de son époque et donc à rappeler celle d'Errard ? Nous étudions dans la suite de cette troisième partie la réception de la fortification errardienne par les professeurs.

[254] D'Orgeix, Émilie, « Alain Manesson Mallet (1630-1706)… », *op. cit.*, p. 68 *sq*.

CHAPITRE 8

LA FORTIFICATION, OBJET D'ENSEIGNEMENT (1) : LES MAÎTRES PRIVÉS

Dans ce chapitre et le suivant, nous nous concentrons sur les écrits qui font référence explicitement à l'enseignement de la fortification, que ce soit par leur titre ou par l'activité de professeur de leurs auteurs. Comme nous l'avons également constaté au chapitre précédent à propos des ingénieurs, ces écrits deviennent de plus en plus nombreux au cours du siècle, qu'il s'agisse de manuscrits ou d'imprimés.

Dans la première moitié du XVII^e^ siècle, l'enseignement de la fortification est surtout le fait de maîtres privés. Pour satisfaire aux besoins de connaissance de militaires ou de jeunes nobles, ils composent des florilèges, dans lesquels nous allons examiner quelle est la place accordée à la fortification géométrique errardienne.

Ainsi en 1626, le premier bastionnement enseigné au Prince de Joinville[1] est errardien (Annexe B3, Figure 8.1), mais des ouvrages à cornes sont ajoutés aux constructions. À la même époque, le protestant caennais Guillaume Le Vasseur[2] bâtit son cours sur la *Fortification* d'Errard, dont il reprend même le titre[3]. Les figures et les démonstrations sont identiques à celles d'Errard (Annexe B3, Figures 8.2 à 8.4), mais Le Vasseur calcule les longueurs par la trigonométrie, à la manière hollandaise[4]. Plus tard en France, certains écrits

[1] Clugny, Antoine de, *Leçons de géométrie et géographie, et autres recueils de messire Anthoine de Clugny, seigneur du Coulombié, gouverneur de monseigneur le prince de Joinville*, 1626. Ms CT 16, Bibliothèque de l'Assemblée nationale, fol. 287-297.

[2] Sur Le Vasseur, voir les travaux de Pierre Ageron, en particulier « Guillemme Le Vasseur, un mathématicien protestant en Normandie (v. 1564 – 1634) » *Bulletin de la Société d'histoire du protestantisme en Normandie* n°59 (2016), p. 3-8 & Ageron, Pierre, « Le programme pédagogique de Guillemme Le Vasseur », in Marion, Yves (dir.) *Éduquer et instruire en Normandie, Actes du 50^e^ Congrès des sociétés historiques et archéologiques de Normandie*. Caen, Annales de Normandie, 2016. Quelques traités de mathématiques de Levasseur sont conservés à Paris (Levasseur, Guillaume, *Traités scientifiques (Géométrie pratique, Trigonométrie, Compas de proportion)*, 1608-1618. Ms Français 19059-19063, Bibliothèque nationale de France).

[3] Le Vasseur, Guillaume (de Dieppe, professeur ès mathématiques), *Traicté des Fortifications démonstrées géométriquement et réduittes en art*, XVII^e^ siècle [avant 1634]. Ms français 19 109, Bibliothèque nationale de France.

[4] *Ibid*., p. 46-49.

ne se réfèrent plus qu'à la fortification hollandaise[5]. Pourtant, le cours d'Ozanam[6], publié en 1693, donnera encore le tracé errardien comme premier exemple de méthode de fortification.

À partir des années 1640, ce sont les Jésuites qui vont jouer un rôle-clé dans l'enseignement et la diffusion de la fortification[7]. Encouragés par le pouvoir, ils l'inscriront dans les programmes d'études de leurs collèges et certains professeurs publieront des ouvrages de fortification à succès. Leur importance est telle que nous leur consacrerons le chapitre 8, nous autorisant à dépasser la limite temporelle que nous nous étions fixée, afin de les étudier dans leur ensemble.

Les Jésuites n'ont cependant pas l'exclusivité de l'enseignement de la fortification. Des personnalités de la haute noblesse suivent les célèbres conférences publiques de Jacques Rohault, ou des leçons auprès des mathématiciens de premier rang comme Gilles Personne de Roberval. Le fait que ces professeurs exceptionnels se saisissent de questions relatives à la fortification est significatif de l'intérêt qui se porte sur ce sujet, au moins à Paris. Dans le reste du royaume, des précepteurs sont chargés d'apporter les connaissances de base aux enfants de la noblesse[8].

Pour notre examen de la réception de la fortification géométrique errardienne par les professeurs, nous avons retenu des auteurs mathématiciens reconnus. En effet, les manuscrits anonymes sont peu originaux car ils reproduisent en général les ouvrages disponibles[9]. Nous avons en outre privilégié autant que possible les écrits des professeurs qui ont exercé sur une longue période, afin d'évaluer d'éventuels changements dans leurs façons d'entrevoir leur enseignement. Que deviennent les maximes errardiennes et leur établissement sur l'analyse

---

[5] Cf. par exemple Anonyme, *Traicté de la fortification holandoize*, Ms In-4° 347, Bibliothèque municipale de Caen ; Anonyme, *Eléments de Fortification*, Rotterdam, 1647. Ms 281 Res, Bibliothèque municipale d'étude et d'information, Grenoble ; Blegny, le Sieur de, *Livre contenant la géométrie et les fortifications à la hollandoise, par D. B.*, 1676. Ms 399, Médiathèque Michel Crépeau, La Rochelle.

[6] Ozanam, Jacques, *Cours de mathematique, Qui comprend Toutes les Parties de cette Science les plus utiles & les plus necessaires à un homme de Guerre & à tous ceux qui se veulent perfectionner dans les Mathematiques. Tome troisiéme. Qui contient la Geometrie et la Fortification*. Paris, Jean Jombert, 1693, p. 117-121.

[7] De Lucca, Denis, *Jesuits and Fortifications. The Contribution of the Jesuits to Military Architecture in the Baroque Age*. Leiden, Brill, 2012.

[8] Cf. par exemple l'adresse à un Marquis non identifié dans Anonyme, *Cours de mathématiques – abrégé du traité de fortifications*, deuxième moitié du XVII[e] siècle. Ms 7057, Bibliothèque Mériadeck, Bordeaux, p. 1 ; ou celle de Michel, Jean de, *Abbrégé instructif de l'architecture militaire, ou Art de fortiffier les places*, 1679. Ms 1366, Bibliothèque Carnegie, Reims, p. 3-4.

[9] Par exemple, pour les manuscrits cités en note 5 : le Ms In-4° 347 de Caen reprend les constructions d'Henrion, Pitiscus, du Praissac et Marolois ; le Ms 281 Res de Grenoble est calqué sur la *Nouvelle fortification* de Goldmann (1645) ; le Ms 399 de La Rochelle s'inspire aussi bien de Marolois que de Fritach ou Manesson Mallet.

des forces en présence ? La géométrie reste-t-elle indispensable à une justification indiscutable des tracés, et quelle est la fonction dévolue aux figures ? Le tracé errardien est-il mentionné ? Est-il étudié ?

Nous nous préoccupons de l'identification des destinataires des textes, puisque la profession d'enseignant des auteurs n'implique pas forcément qu'ils n'aient écrit qu'en direction de leurs élèves. Nous nous intéressons également à la réception des nouvelles manières de fortifier de l'École de Leyde, puis de la nouvelle fortification française du Chevalier de Ville et du Comte de Pagan.

Pour le premier tiers du XVI^e^ siècle, nous traiterons le cas des maîtres privés à travers l'exemple de Didier Henrion (v. 1580-1632) et de son continuateur Pierre Hérigone (v 1570-1642). Henrion est l'un des premiers disciples revendiqués d'Errard, dont il rééditera la *Geometrie et practique generale d'icelle*. Sa très importante production nous permet particulièrement de questionner la réception de la fortification hollandaise, puisque l'auteur publie de 1613 à 1632, au moment même où les œuvres de Marolois connaissent un certain succès en France. Nous examinerons ensuite le traité de fortification d'Hérigone afin de savoir ce qu'il doit aux écrits d'Henrion, puisque la question des relations entre les deux hommes reste posée aux historiens[10]. Quelle place Hérigone, mathématicien de premier rang reconnu par ses pairs, accorde-t-il à la fortification géométrique errardienne après 1630 ?

Nous nous intéressons ensuite aux leçons de grands professeurs parisiens, Chauveau, Rohault et Roberval, qui s'emparent en géomètres des questions de fortification vers 1650, à l'époque où le Comte de Pagan modifie profondément la façon de concevoir les fronts de fortification et de justifier les tracés. Leur qualité de géomètres les rapproche-t-elle de la *fortification géométrique* errardienne ? Nous cherchons quel rôle ils ont assigné à la géométrie pour faciliter la compréhension et l'appropriation de la fortification par leurs destinataires.

[10] Certains catalogues de grandes bibliothèques (BnF, BSB, LoC, etc.) les référencent comme auteurs des mêmes ouvrages ; le *MacTutor History of Mathematics*, site de référence de biographie scientifique (http://www-history.mcs.st-and.ac.uk) les confond même.

1. DIDIER HENRION ET PIERRE HÉRIGONE, *PROFESSEURS ÉS MATHÉMATIQUES*

Didier Henrion est méconnu de nos jours, malgré son importante production d'ouvrages de mathématiques au début du XVII[e] siècle. Il a pourtant joui d'une grande réputation de professeur[11] et le grand nombre d'exemplaires de ses ouvrages subsistant aujourd'hui dans les bibliothèques traduit la popularité de ses écrits, à une époque où il n'existait pas en France d'équivalent des *Memoires mathematiques* de Stevin.

Henrion lui-même a montré dans les premières années de sa carrière combien il restait fidèle à Jean Errard. La preuve la mieux connue en est la publication d'une troisième édition de la *Geometrie et practique generale d'icelle*,[12] revue et augmentée par un certain D.H.P.E.M. qui n'est autre que « Didier Henrion Professeur és Mathematiques » en 1619, 1620 puis 1623. Dans l'*Avertissement* inséré après les dédicaces originales d'Errard, Henrion justifie cette nouvelle édition de l'ouvrage en mettant évidemment en avant l'intérêt du public pour une Géométrie « si bien receuë [&] encore fort recherchée & desirée de plusieurs »[13], mais également sa propre intention d'honorer la mémoire de l'auteur. Il affirme que, malgré les conseils de ses amis, c'est son respect pour Errard qui l'a amené à republier la *Geometrie* sans indiquer sa propre identité. Or en 1620, il a déjà publié des ouvrages sous son nom, dont une *Geometrie* en quatre livres, incluse dans ses ambitieux *Memoires mathematiques*[14], que nous étudierons plus loin. Des raisons commerciales liées à son imprimeur pourraient expliquer son choix de s'effacer devant Errard[15], mais nous préférons y voir le respect envers un auteur dont il s'est beaucoup inspiré, respect souligné par un autre hommage à l'ingénieur

---

[11] Le Dividich, Aude, « L'enseignement des mathématiques en France au XVII[e] siècle (1600-1670) », *in* Bercé, Yves-Marie (dir.) *La Science à l'époque moderne, Actes du colloque annuel de l'association des historiens modernistes, 3 et 4 février 1996*. Paris, Presses de l'Université de Paris-Sorbonne, 1998, p. 35.

[12] Errard, Jean, *La Geometrie et practique generale d'icelle par J Errard de Bar-le Duc, Ingénieur de sa Maiesté. Troisiesme edition. Reveuë, corrigée & grandement augmentée, par D.H.P.E.M.* Paris, Michel Daniel, 1619 ; réédition sans mention de 'Troisième édition' et sans nom d'éditeur : Paris, s.n., 1620 ; 1621.

[13] *Ibid*., « Avertissement sur ceste edition », p. 5-6.

[14] Henrion, Didier, *Memoires mathematiques recueillis et dressez en faveur de la noblesse françoise. Premier volume auquel est traitté de l'arithmetique militaire ; construction des tables des Sinus, Touchantes et Couppantes ; Doctrine des triangles rectilignes ; Practique de divers Problemes Geometriques ; Dimension des lignes droictes, Superficies & Corps ; Practique du compas de Proportion ; & de la Construction & Fabrique des Forteresses, servant d'explication & augmentation és deux & troisiesmes Livres des Fortifications de Monsieur Errard*. Paris, s.n. [l'auteur], 1613.

[15] Martin, Henri-Jean, *Livres, pouvoirs et société à Paris au XVII[e] siècle (1598-1701)*, 2 vol. Troisième édition, Genève, Librairie Droz, 1999, p. 249-250.

d'Henri IV « auquel selon mon advis, nous sommes grandement obligez, & merite loüange pardessus tous ceux qui ont traitté des fortiffications »[16].

Mais par ailleurs, Henrion semble avoir été en lien avec l'école de Leyde, dont il présentera la nouvelle *manière* dans sa *Collection* de 1621[17]. Comment parvient-il à concilier les manières d'Errard et de Marolois ? Nous étudions successivement les *Memoires* puis la *Collection*, enfin nous examinons le *Cursus mathematicus* ou *Cours mathematique*[18] de Pierre Hérigone qui prolonge et achève les travaux d'Henrion.

1.1. HENRION ENTRE *DUYSTCHE MATHEMATIQUE* ET FORTIFICATION ERRARDIENNE

La biographie d'Henrion est mal connue. D'après certains auteurs, il serait né en Lorraine[19] vers 1580 et décédé en 1632. Cette dernière date est certaine, puisque l'édition de 1632 de ses *Éléments* d'Euclide[20] précise que l'ouvrage est vendu au domicile de l'auteur par « la veusve dudit Henrion ». Il aurait occupé des fonctions d'ingénieur dans l'armée de Maurice de Nassau avant de rentrer à Paris en 1607[21], mais cette affirmation reste incertaine dans la mesure où lui-même n'évoque cet emploi et des séjours en Hollande que vers 1614[22] et

---

[16] Henrion, Didier, *Memoires mathematiques recueillis et dressez en faveur de la noblesse françoise. op. cit.*

[17] Henrion, Didier, *Collection ou recueil de divers traictez mathematiques. A sçavoir : d'Arithmetique, d'Algebre, de la solution de divers Problemes tant Geometriques, qu'Astronomiques. Comme auβi de plusieurs moyens pour mesurer toutes sortes de quantitez, soient lignes, superficies & corps. Item de la Sphere du monde, avec l'usage et pratique tant de l'Astrolabe, du Quarré Geometrique & des Globes, que du Compas de proportion : Et encore de la construction des fortifications pratiquees aux pays bas*. Paris, Abraham Pacard, 1621.

[18] Hérigone, Pierre [& Henrion, Didier ?], *Cursus mathematicus nova brevi et clara methodo demonstratus, Per notas reales et universales citra usum cuiuscumque idiomatis intellectru faciles / Cours mathematique, demonstré d'une nouvelle, briefve et claire methode, par Notes réelles & universelles qui peuvent estre entenduës facilement sans l'usage d'aucune langue. Par Pierre Herigone, Mathematicien.* Tomes I à III. Paris, l'auteur et Henry Le Gras, 1634.

[19] Information transmise par Aude Le Dividich, Conservatrice à la Bibliothèque nationale de France (site Mitterrand), que nous remercions ici. À l'heure de mettre un terme notre rédaction, nous n'avons pas encore reçu des Archives nationales l'autorisation de consulter sa thèse, soutenue en 1996 à l'École nationale des Chartes, *L'enseignement des mathématiques en France au XVII^e siècle (1600-1670)*. À ce jour, la biographie la plus compète d'Henrion est la notice du *Dictionary of Scientific Biography* (Itard, Jean, notice « Henrion, Denis or Didier », *Complete Dictionary of Scientific Biography* [e-book], New York, Charles Scribner's Son, 2007-2008).

[20] Henrion, Didier, L*es Quinze livres des Elemens geometriques d'Euclide. Traduicts en Francois par D. Henrion, Professeur és Mathematiques, imprimez, reveus & corrigez du vivant de l'Autheur ; avec des commentaires beaucoup plus amples & faciles, & des figures en plus grand nombre qu'en toutes les impreβions precedentes. Plus le livre des Donnez du mesme Euclide, aussi traduict en François par ledit Henrion et imprimé de son vivant*. Paris, Isaac Dedin, 1632.

[21] Itard, Jean, notice citée du *Complete Dictionary of Scientific Biography*.

[22] Cité par Ruellet, Aurélien, *La maison de Salomon : contribution à l'histoire du patronage scientifique et technique, France et Angleterre, ca.1600-ca.1660*, thèse de doctorat sous la direction de Pascal Brioist, soutenue en 2014 à l'université François-Rabelais de Tours, p. 128.

1622[23]. Ses liens avec les Pays-Bas sont cependant corroborés par l'existence d'un privilège d'imprimerie qui lui est accordé en 1621 pour l'ensemble de ses ouvrages dans les Provinces-Unies[24]. Henrion a-t-il été initié à la *Duytsche Mathematique*[25] (cf. *supra*, chap. 6, §2) ? Il ne figure pas dans le registre des étudiants de l'université de Leyde[26], mais nous savons que c'était le cas de tous ceux qui suivaient les cours de mathématiques en langue vulgaire avant 1611[27]. Nous verrons si cette hypothèse est plausible en examinant les mathématiques qu'il enseigne.

Plusieurs indices nous amènent à supposer que sa connexion avec la Hollande est liée à Jacques Alleaume, ingénieur militaire que nous avons déjà cité (cf. *supra*, chap. 3, §3 et chap. 5). Ce dernier travaillait en effet à la fois pour les Provinces-Unies et pour le roi de France, qui lui avait accordé un logement au Louvre en tant que professeur de mathématiques[28]. Brillant élève de Viète, il avait été recruté, sur recommandation personnelle de Maurice de Nassau, par les États-Généraux des Provinces-Unies en 1605 pour travailler avec Stevin et Marolois[29]. Il voyageait souvent entre Leyde et Paris, et Henrion témoigne l'avoir fréquenté au Louvre. Les deux hommes furent suffisamment proches pour qu'Henrion soit accusé par Honorat de Meynier, autre auteur de fortification[30], de « s'estre attribué & avoir descouvert dans [ses] Memoires, les plus beaux & plus utiles secrets de Monsieur Alleaume qui a l'honneur de marcher au premier rang des Mathematiciens de France »[31].

---

[23] Cité par Ruellet, Aurélien, *La maison de Salomon…*, *op. cit.*, p. 129.
[24] *Ibid.*, *loc. cit.*
[25] Van Maanen, Jan, *Facets of Seventeenth century Mathematics…*, *op. cit.*
[26] Molhuysen, P. C., *Bronnen tot de geschiedenis der Leidsche universiteit 1574-1811, Eerste Deel: 1574-1610*, S'Gravenhage, Martinus Nijhoff, 1913, Index, p. 496*.
[27] Van Berkel, Klaas, « Simon Stevin et la fondation de l'école militaire de Leyde en 1600 », in Secretan, Catherine & Boer, Pim den, *Simon Stevin. De la vie Civile, 1590*, ENS Éditions, coll. « La Croisée des chemins », Lyon, 2005, p. 105.
[28] *Ibid.*, p. 130 et Annexe « Les fabricants d'instruments mathématiques logés dans la Grande Galerie du Louvre (ca. 1600 – ca. 1660) : quelques notices biographiques ». Voir aussi Viénot, John, *Histoire de la Réforme française, de l'Édit de Nantes à la Révolution*. Paris, Fischbacher, 1934., p. 116.
[29] Cf. De Waard, Cornelius, notice « Alleaume (Jacques) », *in* Molhuysen, Philipp Christiaan & Blok, Petrus Johannes (dir.), *Nieuw Nederlandsch biografisch woordenboek*. Volume 2. Leiden, Sijthoff, 1912, col. 17-19.
[30] Meynier, Honorat de, *Les nouvelles inventions de fortifier les places. Contre la puissance d'Assaillir par Traverses, Galleries, Mines, Canons & autres machines de guerre. Presentees au Roy par Honorat de Meynier, Provençal. Le tout representé par figures gravees en taille douce par Chrispin de Pas le Jeune.* Paris, Nicolas Rousset et Julien Jacquin, 1626.
[31] Meynier, Honorat de, *L'arithmetique d'Honorat Meynier natif de Perthus en Provence. Enriche de ce que les plus doctes mathematiciens ont inventé de beau & d'utile en la divine science des Nombres, soit pour les Marchands, Thresoriers, Financiers & autres Receveurs de deniers, soit pour les Geometres, & pour les Chefs d'armees en ce qui concerne les munitions & ordonnances des batailles. Tant aux formes que nos anciens ont practiquees, comme en celles qui se practiquent auiourd'huy en France, en Holande, en Allemagne, en Espagne*

Mais ce jugement nous paraît féroce, dans la mesure où Henrion reconnaît sa dette et cite souvent Alleaume comme un maître. Comme ce dernier n'a presque rien publié, nous pouvons émettre l'hypothèse d'une forme d'entente entre lui et Henrion, dont le talent d'écrivain pouvait lui permettre de mettre à disposition des jeunes officiers français le savoir mathématique qui leur était nécessaire.

C'est justement à propos du compas de proportion, dont il reconnaît la paternité à Alleaume, qu'Henrion évoque le plus explicitement son obligation de pallier un manque. Dans chacune des quatre éditions de cet ouvrage, il déplore l'absence de traité de son maître sur le sujet, dans des termes identiques mis à jour au fil des années (nous citons l'édition de 1626)[32] :

> *Il y a dix-sept ou dix-huict ans qu'ayant veu entre les mains de Monsieur Alleaume, Ingenieur du Roy, un petit compas de proportion à poinctes, sur lequel estoient seulement deux divisions […] Et apres avoir enseigné l'usage de ce compas pendant quatre ou cinq ans, je mis en lumiere le premier volume de mes Memoires mathematiques, auquel je traictay aussi d'iceluy usage, mais fort briefvement, voire mesme sans rien dire de la construction dudict Compas, en esperance que Monsieur Alleaume en donneroit au public un ample traicté, avec autres siennes inventions. Mais en 1618, voyant que les affaires ausquels sa charge d'Ingenieur l'occupent, ne luy en donnoient le loisir, acquiesçant aux prieres de plusieurs de mes amis, & Gentils-hommes mes disciples, je tiray de mesdites Memoires Mathem. & rapportay en ce livret les plus utiles & necessaires operations de ce compas de proportion, & icelles expliquay le plus claireme[n]t & intelligibleme[n]t qu'il me fuste possible.*

La référence aux pressions de ses amis ne doit pas nous égarer. Elle se trouve presque systématiquement dans les préfaces d'Henrion, avec des plaintes contre les erreurs des imprimeurs, voire les contrefaçons et usurpations. Nous lisons cependant dans ce texte une confirmation de l'hypothèse selon laquelle Henrion se serait chargé d'entreprendre la rédaction de l'ouvrage à la place de son maître. Aurait-il ainsi repris, en faveur de la noblesse, le rôle que selon nous Errard avait tenu avant 1610 ? Nous étudions la position d'Henrion dans ses propres écrits.

& autres nations. Ensemble la refutation des maximes nouvelles de Simon Stevin de Bruges. Palma Labori. Paris, François Huby, 1614, p. 80.

[32] Henrion, Didier, *L'usage du compas de proportion par D. Henrion Professeur és Mathematiques. Quatriesme edition, reveuë, corrigée & de beaucoup augmentée*, Paris, l'Autheur, 1626, préface « Au Lecteur », non paginée.

1.2. L'ÉDUCATION DE LA NOBLESSE : UN DÉFI À RELEVER

Dans son récent travail de thèse[33], Aurélien Ruellet présente Henrion comme l'exemple type du *praticien mathématique*, c'est-à-dire un auteur de traités qui peut être à la fois ingénieur, arpenteur, concepteur d'instruments, mais reste avant tout un enseignant[34]. Il est certain qu'il a formé de nombreux jeunes nobles aux mathématiques et à la fortification à Paris à partir de 1607, comme en témoignent les dédicaces de ses ouvrages. Aurélien Ruellet a analysé la stratégie dédicatoire d'Henrion, qui cherchait le patronage de grands seigneurs haut placés dans l'appareil de l'État (Sully, Gaston d'Orléans…) ou s'adressait à ses jeunes élèves afin de bénéficier des faveurs de leurs familles[35]. La multiplication des publications et des éditions augmentées trouve peut-être son explication dans cette stratégie. Mais la grande variété des publications d'Henrion répond aussi sans doute à un besoin que ne satisfont plus les *Élements* d'Euclide et les œuvres de Clavius dans les collèges jésuites[36]. La liste des ouvrages d'Henrion est difficile à établir précisément[37], dans la mesure où il les faisait imprimer à compte d'auteur, tout en les faisant distribuer par différents libraires, sous différentes versions.

Pour les historiens du livre, les *Memoires mathematiques* constituent le plus ancien manuel de mathématiques modernes, traitant des domaines utiles à la formation scientifique des officiers[38]. Henrion en publiera deux volumes[39], ainsi qu'un recueil, la *Collection*[40] qui complète les deux premiers pour fournir aux côtés de ses autres publications (les *Éléments* d'Euclide, ainsi que les *Recréations mathématiques* de Leurechon, etc.) un *vade-mecum* des mathématiques de l'officier : arithmétique, algèbre, trigonométrie rectiligne et sphérique,

---

[33] Ruellet, Aurélien, *La maison de Salomon : contribution à l'histoire du patronage scientifique et technique, France et Angleterre, ca.1600-ca.1660*, thèse de doctorat sous la direction de Pascal Brioist, soutenue en 2014 à l'université François-Rabelais de Tours.
[34] *Ibid*., p. 126-127.
[35] *Ibid*., p. 131-139.
[36] Sur cet aspect de la production d'Henrion, nous nous référons à Martin, Henri-Jean, *Livres, pouvoirs et société…*, *op. cit.*, p. 244-248.
[37] *Ibid*., p. 245, note 185.
[38] *Ibid*., p. 249-250.
[39] Henrion, Didier, *Memoires mathematiques recueillis et dressez en faveur de la noblesse françoise. Premier volume…*, *op. cit*., Paris, s.n. [l'auteur], 1613 ; Henrion, Didier, *Memoires mathematiques recueillis et dressez en faveur de la noblesse françoise. Second volume auquel est traitté des Fractions Astronomiques, de la doctrine des Triangles Spheriques & de leur pratique en la solution de divers Problemes Astronomiques & Geographiques, des Logarithmes & de la construction d'une nouvelle Regle proportionnelle, avec l'usage d'icelle*. Paris, l'auteur en l'Isle du Palais, à l'Image S. Michel & Samuel Thiboust, 1627.
[40] Henrion, Didier, *Collection ou recueil de divers traictez mathematiques…*, *op. cit.*

cosmographie, logarithmes, usage des instruments de mathématiques, compas de proportion.

Remarquons qu'il s'agit bien de mathématiques à l'usage des officiers, et non des sciences et techniques dont ont besoin les ingénieurs, car il y manquerait alors la perspective, l'artillerie, la navigation, l'optique, la cartographie, etc. Dans la première édition de ses *Memoires*, Henrion est très clair à propos du projet d'éducation des jeunes officiers. Examinons ses propos.

L'ouvrage, comme le second livre de la *Fortification reduicte en art et demonstrée*, est dédié à Sully, dont l'auteur cherche à s'attirer les faveurs en se prévalant d'Alleaume[41]. Henrion déclare présenter à la noblesse française ses *Memoires* qui « combien que petits, comprennent neanmoins ce qui est de plus beau & de plus rare en la Geometrie »[42]. Cette formulation, reprise textuellement de la préface de la *Geometrie* d'Errard[43], est inappropriée, puisque les *Memoires* contiennent bien davantage que ce seul sujet. La préface qui suit est adressée à la *Noblesse Françoise*, comme celle de la *Fortification* d'Errard. Henrion y présente et défend les huit traités du recueil, en expliquant sa décision de publier ce qu'il a « estimé estre utile & necessaire à un Gentil-homme pour le mestier de la Guerre »[44], mais il met surtout en avant le format de ce manuel, comprenant dans un « volume portatif » toutes les mathématiques nécessaires à la noblesse. Quel usage Henrion fait-il de l'héritage errardien pour l'éducation de cette noblesse ? Nous l'examinons dans les deux traités qui peuvent avoir été inspirés par la pensée d'Errard, la *Geometrie pratique* et la *Fortification*.

1.3. La *géométrie* de 1613 : compléter les travaux d'Errard

Le quatrième traité du premier volume des *Memoires mathematiques* est consacré à la géométrie pratique. Henrion ne fait aucun mystère sur la composition du traité, dont il reconnaît que la plupart des matières sont reprises des « doctes auteurs » que sont Euclide, Archimede, Viète, Ghetaldi, Clavius, Stevin. Ce dernier est d'ailleurs fortement mis à contribution pour la trigonométrie, ou, selon la terminologie de l'époque, la « doctrine des triangles », car les trois parties sur ce sujet sont directement issues des *Memoires mathematiques* de Stevin, dont Henrion a même repris le titre. Il est manifeste qu'il connaît

[41] Ruellet, Aurélien, *La maison de Salomon…*, *op. cit.*, p. 131-132.
[42] Henrion, Didier, *Memoires mathematiques... Premier volume…*, *op. cit.*, feuillet ãij-v.
[43] Errard, Jean, *La Geometrie et practique generalle d'icelle…*, *op. cit.*, Dédicace « Au Roy », fol. ã ij.
[44] Henrion, Didier, *Memoires mathematiques... Premier volume…*, *op. cit.*, *loc. cit.*

l'édition de 1608 de l'œuvre de Stevin, puisqu'il propose d'en corriger certains passages[45]. L'ensemble des auteurs sources d'Henrion nous paraît confirmer le lien que nous avons supposé entre Alleaume et lui : Clavius est un auteur cité abondamment par Stevin et Ghetaldi et Viète sont des amis d'Alleaume. Nous remarquons l'absence de citation d'Errard, bien qu'Henrion l'honore dès la préface de l'ouvrage, comme nous l'avons montré. Qu'en est-il exactement ? Le texte de la *Geometrie pratique* nous permet d'y voir plus clair.

Le premier livre n'est pas dans la lignée errardienne, car c'est un livre de « géométrie de construction », notion que nous avons définie précédemment pour caractériser un certain type de géométrie pratique s'occupant de la résolution de problèmes de construction (cf. *supra*, chap. 1, §2.1). Il est cependant intéressant de nous pencher sur le prologue de ce premier livre, consacré aux définitions. Henrion s'y exprime d'une façon similaire à celle que nous avions soulignée pour la *Geometrie* d'Errard. N'y lisons-nous pas qu'il a composé son traité « non pour les doctes, [mais] pour les rudes et moins versés es Mathématiques »[46] et qu'il a jugé à propos de « mettre les definitions mots et termes de l'art » ? Ces termes sont exactement ceux qu'Errard place au-devant de son traité. Nous pouvons également mettre en parallèle l'ordre choisi pour les définitions, qui est quasiment identique dans les deux traités, à ceci près qu'Henrion y intercale toutes les définitions liées aux rapports et proportions, puisqu'il en a besoin dans plusieurs problèmes du premier livre.

Les trois autres livres suivent la progression usuelle des ouvrages de géométrie, passant de la mesure des lignes à celle des surfaces, puis à celle des solides. Pour les longueurs inaccessibles, l'originalité d'Henrion est de proposer le compas de proportion comme instrument de mesure dans un deuxième livre réduit à quelques pages. Le troisième livre nous intéresse car il puise encore son inspiration dans la *Geometrie* de 1594, abordant le cas de surfaces habituellement peu étudiées dans les ouvrages pratiques, comme les paraboles, les ellipses ou les spirales.

Le traitement réservé au cercle nous intéresse particulièrement dans la perspective de l'existence d'un héritage errardien. Nous avons détaillé (chap. 4, §2.2.4) la façon dont Errard revisitait la méthode archimédienne. C'est également en affirmant l'analogie avec les polygones réguliers qu'Henrion aborde la question du cercle, mais il est bien plus complet sur

[45] *Ibid.*, « De la mesure de la parabole », p. 328.
[46] *Ibid.*, p. 161.

le sujet puisqu'il donne *in extenso* copie d'une table de côtés des polygones réguliers jusqu'à 80 côtés (Annexe B3, Figure 8.5), établie par Ludolph van Ceulen, cité nommément[47]. Le rayon du cercle circonscrit à ces polygones est appelé « sinus total » et posé de 100 000 unités, ce vocabulaire correspondant à la doctrine des triangles expliquée auparavant. La présentation synthétique sous la forme de tables est peu usitée dans les ouvrages français de géométrie que nous avons étudiés, ce type de dispositif est réservé aux calculs d'intérêts, de lignes trigonométriques, etc. En revanche, c'est une présentation fréquente aux Pays-Bas et en Allemagne, où paraissent de tables trigonométriques comme celle de Regiomontanus[48] ou les tables d'intérêt de Stevin et de Van Ceulen[49]. Nous voyons ici une nouvelle confirmation de la proximité de l'auteur avec Stevin pour sa doctrine des triangles et avec Van Ceulen, qui fut le premier professeur de mathématiques à l'école d'ingénieurs de Leyde.

Pour le calcul proprement dit de l'aire du disque, Henrion se réfère à la méthode archimédienne exposée par Clavius, sans utiliser les techniques errardiennes de changement d'échelle que nous avons examinées plus haut. Cependant, il met à part, la seconde proposition de la *Mesure du cercle* d'Archimède, l'exposant en annexe, pour l'information de ceux qui ne lisent pas le latin. Il évite aussi certains des longs calculs d'aire de la spirale, de la sphère, du cône et du cylindre en s'en remettant à l'autorité d'Archimède. Nous avons déjà souligné ces deux caractéristiques dans la *Geometrie* d'Errard (cf. *supra*, chap. 4, §2.2).

Nous voyons à l'œuvre dans ces livres de géométrie une technique de recollection caractéristique d'Henrion. Comme il le précise dans de nombreuses préfaces, il puise dans ses diverses sources ce qui lui paraît utile à ses « escholliers », mais son discours n'est jamais incohérent. S'il simplifie, censure ou complète les textes qu'il reprend, c'est en « professeur és mathématiques », pour parfaire la formation des officiers auxquels il enseigne son art. Il cite peu Errard, nous pourrions donc penser qu'il ne le considère pas comme un auteur important en géométrie.

Rappelons cependant qu'il ne reprend pas l'intégralité de l'ouvrage dans sa seconde édition. Il ne retravaille que le premier livre, doublant son volume par l'ajout de problèmes de géométrie de construction, très semblables à ceux de Marolois (cf. *supra*, chap. 6, §2.2.1). Les

---

[47] *Ibid*., « La geometrie pratique », p. 313.
[48] Cf. Bosmans, Henri, « Le traité des sinus de Michiel Coignet… », *art. cit.*, p. 103-104.
[49] Cf. Heirwegh, Jean-Jacques & Métin, Frédéric, « Simon Stevin et les affaires financières », *in* Elkhadem, Hossam & Bracke, Wouter (dir.), *Simon Stevin, 1548-1620. L'émergence de la nouvelle science*. Turnhout, Brepols, 2004, p. 73-81.

trois livres suivants sont remplacés par la *Geometrie et practique generale d'icelle*, qu'Henrion annote, commente et augmente. Cette troisième édition de la *Geometrie* Errard vient à point nommé compléter les *Memoires* au moment où Henrion est en délicatesse avec ses imprimeurs[50]. Cela montre en tout cas qu'il travaillait le texte d'Errard, au point de vouloir l'améliorer. Nous allons voir que c'est encore plus clair pour la fortification, puisque le huitième livre des *Memoires mathematiques* est présenté comme une explication et comme une augmentation de la *Fortification demonstrée et reduicte en art.*

1.4. Le perfectionnement de la *fortification* d'Errard

Dans sa préface déjà citée à la noblesse française, Henrion présente en effet son huitième et dernier traité[51] comme un complément de celui d'Errard, selon au moins deux sens. D'abord, il propose une méthode différente de celle de son devancier pour le calcul des longueurs, car il considère certaines valeurs d'Errard incorrectes. Ensuite, il expose une manière de fortifier un segment fixé comme courtine prolongée, c'est-à-dire un côté du polygone intérieur qui relie les centres des bastions. Son objectif est de commenter et augmenter les deuxième et troisième livres d'Errard, qui correspondent précisément, comme nous l'avons relevé, à l'essence de l'art, c'est-à-dire à la fortification géométrique. Nous nous intéressons d'abord à l'ordre choisi par Henrion pour exposer la fortification errardienne, puis à la méthode de calcul qu'il préconise et nous terminerons par la méthode de tracé de bastions qu'il propose pour compléter la manière d'Errard.

1.4.1. L'ordre et les variations de l'exposition

Comme Henrion le répète, son projet est une édition complète de la *Fortification demonstrée et reduicte en art,* il ne donne par conséquent qu'un sommaire, c'est-à-dire un aperçu, de la manière errardienne de fortifier, ce qui l'amène à reporter l'étude de la fortification irrégulière. Il ne retient en fait que l'aspect géométrique de la fortification d'Errard, laissant de côté tous les chapitres dans lesquels ce dernier abordait des questions techniques liées à la stratégie, aux matériaux, aux situations des places, etc.

---

[50] Martin, Henri-Jean, *Livres, pouvoirs et société…*, *op. cit.*, p. 250. Il nous semble qu'Henri-Jean Martin a condamné un peu vite l'imprimeur Fleury Bourriquant et qu'il faudrait s'intéresser davantage à Michel Daniel.
[51] Henrion, Didier, *Memoires mathematiques... Premier volume…*, *op. cit.* , « De la construction et fabrique des forteresses. Pour servir d'explication à ce qui est traitté és deux & troisiesmes Livres des Fortifications de Monsieur Errard », p. 345-365.

Henrion va à l'essentiel pour rendre les constructions rapidement compréhensibles à ses élèves. Il commence donc par l'énoncé des maximes, admises et considérées universelles, tout en précisant les définitions des lignes et des angles qui en sont l'objet. En bon pédagogue, il insère dès le début de son exposé la figure errardienne du bastionnement de l'hexagone (Figure 8.6), en nommant les points d'intersection de toutes les lignes qui se rencontrent.

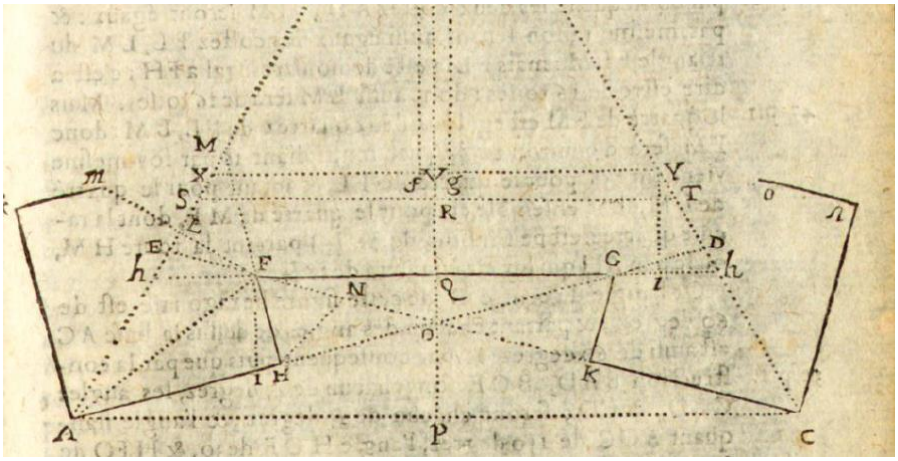


Figure 8.6

Les maximes et les objets mathématiques sur lesquels elles reposent seront donc immédiatement illustrés sur la figure. Ainsi, les ambiguïtés que nous avions soulignées dans le texte de la *Fortification demonstrée et reduicte en art* sont-elles levées par une démonstration (au sens graphique) des lignes et des angles, que le lecteur aura immédiatement sous les yeux. Les quatre maximes d'Errard sont reprises mais reformulées en cinq points. En effet, la troisième maxime errardienne préconisait pour les bastions une « épaisseur suffisante », d'une manière très évasive qui était précisée par la suite. Henrion va droit au but : le flanc doit être de 16 toises et la gorge double du flanc. Notons au passage qu'il conserve la définition errardienne de la gorge (segment [*Fm*] sur la Figure 8.6).

La figure sert ensuite de support visuel au tracé des bastions. Henrion reprend toutes les étapes de la procédure errardienne qu'il débarrasse des détails destinés à la démonstration. Dans son souci de concision, il indique que la construction sera valable pour tous les triangles isocèles composant les polygones réguliers de six à douze côtés. Pour le tracé de ces triangles sur le segment [*AC*] pris comme base, le lecteur est invité à se reporter à une table qui donne leurs angles principaux, c'est-à-dire les angles au centre des polygones. À partir de l'ennéagone, Henrion opère le même changement qu'Errard en traçant le flanc perpendiculaire à la courtine et non plus à la face. Vient ensuite la démonstration de l'adéquation du tracé aux maximes, pour laquelle il choisit le cas de l'hexagone.

1.4.2. CALCULS ET DÉMONSTRATION

Henrion reprend les grandes étapes de la démonstration errardienne en utilisant au maximum les propriétés de similitude de la figure et en notant en marge les références des propositions d'Euclide utilisées. Nous avions relevé cet usage de la similitude dans la construction d'Errard, mettant en valeur le rôle-clé d'unité de longueur joué par le flanc du bastion (cf. *supra*, chap. 5, §3.5). Henrion explicite ce rôle dès les premières applications numériques lorsqu'il pose la longueur du flanc FH de 16 toises « pour servir d'eschelle en ceste figure »[52], éclairant encore une fois le texte original. Il améliore les premières approximations en prenant $22\frac{7}{11}$ pour la racine carrée de 512 quand Errard choisissait $22\frac{3}{5}$, mais la différence est mince. Sa deuxième correction en revanche apporte peu, puisqu'il prend « presque $27\frac{13}{18}$ » pour la racine carrée de 770, quand Errard attribuait à celle-ci une valeur de $27\frac{3}{4}$ qui s'en approchait davantage, puisque $\sqrt{770}$ vaut environ 27,749. Pourtant Henrion faisait grand cas de sa rectification des valeurs obtenues par Errard : « mais si elles sont toutes bien computées, ceux-là en pourront juger qui voudront prendre la peine d'en faire la computation »[53]. Sa valeur pour la ligne de défense est sensiblement la même que celle de son prédécesseur, elle lui permet de confirmer la bonne adéquation du contour aux maximes retenues.

La page suivante est consacrée au tracé des rues à l'intérieur de la place et au calcul des aires ainsi réservées aux habitations et au logement des soldats, en suivant exactement la trace d'Errard. Mais après les avoir détaillés, Henrion juge ces calculs fastidieux, il expose donc la méthode trigonométrique, qui semble assez nouvelle dans les milieux non savants. Il s'appuie pour cela sur quelques propositions du troisième traité de ses *Memoires*[54], traitant de la résolution de triangles.

Donnons l'exemple de son premier calcul, celui de la ligne de défense *AC* de la forteresse hexagonale (Figure 8.6). Henrion considère le triangle rectangle *AFH* dont l'angle en *A* est la moitié d'un angle demi-droit par construction. Comme le côté *FH* est le flanc du bastion, sa

---

[52] *Ibid*., p. 347.
[53] *Ibid*., fol. ãijv (non paginé).
[54] *Ibid*., Troisième traité « La doctrine des triangles rectilignes », Proposition III : « Estant cogneu un costé d'un triangle rectangle, ensemble l'un des angles aigus, cognoistre les deux autres costez.», p. 149 ; Proposition vi : « Estant cogneus deux angles d'un triangles oblicq. & un costé, cognoistre l'autre angle & les deux autres costez », p. 154.

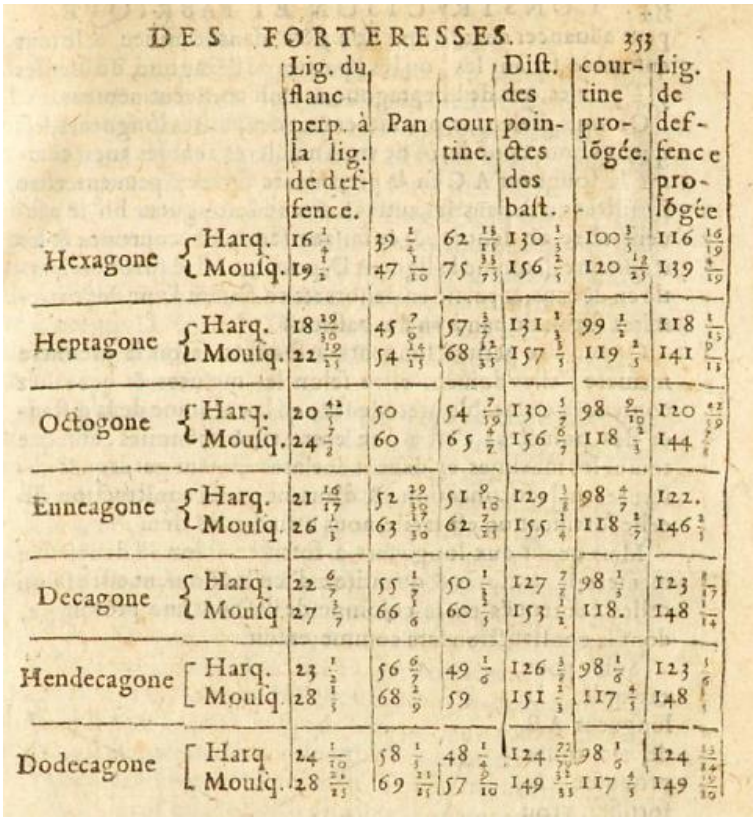
longueur a été fixée à 16 toises. Aujourd'hui, nous dirions que même si l'hypoténuse *AF* du triangle *AFH* nous est inconnue, *FH* est proportionnel au sinus de l'angle en *A*, dans la même proportion que *AH* au sinus de l'angle en *F*, qui est le complémentaire de l'angle en *A*. L'utilisation de la proportionnalité (règle de trois) nous permet donc d'obtenir la valeur de *AH*, tandis qu'Henrion, à la manière de son époque, considère *AF* comme le *sinus total* (équivalent du rayon de notre cercle trigonométrique moderne) et effectue le calcul de proportion que nous avons indiqué. Précisons qu'il se contente de renvoyer le lecteur à son traité *La Doctrine des triangles* sans donner le détail des calculs. En utilisant les valeurs de sa *Table des sinus*[55], nous pouvons vérifier qu'il a appliqué une simple règle de trois : *AH* est à *FH* comme 92388 est à 38268, donc $FH = 16 \times \frac{92388}{38268} = 38\frac{24024}{38268}$, dont Henrion donne la valeur approximative plus simple $38\frac{7}{11}$. Un calcul équivalent lui permet de trouver la valeur de *HG* comme sinus de l'angle en *F* dans le triangle *FGH*, et par conséquent la valeur de la ligne de défense *AG* en quelques lignes. L'efficacité du calcul trigonométrique est évidente.

Nouveauté dans ce genre d'ouvrage également, les résultats des calculs sont consignés dans un tableau (Annexe B3, Figure 8.7) donnant en fonction du polygone choisi, les mesures de toutes les longueurs nécessaires au tracé du contour (face et flanc du bastion, courtine), sachant que l'angle flanqué est droit. Ce tableau présente en outre la longueur de la ligne de défense, qui n'excède pas 120 toises comme l'exige la quatrième maxime, ainsi que la distance entre les pointes de deux bastions contigus, côté du polygone à l'intérieur duquel Errard construisait ses bastions. Tous les calculs sont basés sur les longueurs des flancs données dans la première colonne, longueurs strictement identiques à celles qui avaient été choisies par Errard. Notons qu'Henrion ne détaille pas davantage les calculs que son prédécesseur, mais leurs résultats ne présentent pas de différence significative, la plupart ne portant que sur les parties fractionnaires.

Il présente dans un second tableau (Figure 8.8) toutes les dimensions calculées à partir de la longueur de la ligne de défense, de 100 toises pour l'arquebuse et de 120 toises pour le mousquet. Son utilisation de la similitude ne se limite donc plus aux rapports de proportionnalité entre les divers segments et le segment unité représentée par le flanc du bastion, dont le choix de la valeur engendrerait la connaissance de toutes les autres. Il montre

[55] *Ibid*., « Table des sinus, tangentes et secantes, le total Sinus ou demy diametre estant posé de 100,000 parties », p. 53-144.

qu'il est possible de régler ses plans en fonction du but final, c'est-à-dire en prenant comme référence la ligne dont la longueur est contrainte par les maximes.



DES FORTERESSES. 353

		Lig. du flanc perp. à la lig. de defence.	Pan	courtine.	Dist. des poinctes des bast.	courtine prolõgée.	Lig. de defence prolõgée
Hexagone	Harq.	16 1/4	39 1/4	62 13/21	130 1/3	100 3/5	116 16/19
	Mouſq.	19 1/2	47 1/10	75 33/73	156 2/5	120 12/23	139 4/19
Heptagone	Harq.	18 19/30	45 7/9	57 3/7	131 1/3	99 1/2	118 1/15
	Mouſq.	22 19/33	54 14/15	68 12/35	157 1/3	119 2/3	141 6/13
Octogone	Harq.	20 4/7	50	54 7/19	130 1/2	98 9/10	120 42/59
	Mouſq.	24 1/2	60	65 4/7	156 6/7	118 2/3	144 2/3
Enneagone	Harq.	21 16/17	52 29/30	51 9/10	129 1/8	98 4/7	122.
	Mouſq.	26 1/3	63 17/30	62 7/23	155 1/4	118 1/7	146 1/3
Decagone	Harq.	22 6/7	55 1/7	50 1/3	127 7/7	98 1/3	123 8/17
	Mouſq	27 1/7	66 1/6	60 1/3	153 1/2	118.	148 1/14
Hendecagone	Harq.	23 1/2	56 6/7	49 1/6	126 3/7	98 1/6	123 1/6
	Mouſq	28 1/3	68 2/9	59	151 2/3	117 4/5	148 1/5
Dodecagone	Harq	24 1/10	58 1/3	48 1/4	124 22/37	98 1/6	124 12/14
	Mouſq.	28 21/23	69 23/23	57 5/10	149 33/33	117 4/5	149 12/19

Figure 8.8

La présentation sous forme de tableaux met en évidence les relations de proportionnalité qu'entretiennent toutes les longueurs entre elles, ce qui pourrait permettre de prendre n'importe laquelle comme longueur de référence. Henrion n'évoque pas cette possibilité, mais il propose des alternatives aux tracés errardiens qui en sont des mises en pratique.

1.4.3. DES ALTERNATIVES DE TRACÉ

Rappelons que dans les tracés errardiens, le polygone à fortifier était divisé en triangles, et le front bastionné créé à l'intérieur de chacun de ces triangles. Les sommets du polygone devenaient donc les pointes des bastions et les lignes de défense sur lesquelles portait la contrainte essentielle étaient construites en prolongeant les faces des bastions jusqu'aux angles de gorge. Le rapport établi entre la longueur des lignes de défense et celle des faces des bastions réglait en quelque sorte l'une sur l'autre. Certaines des lignes de la figure du front bastionné étaient utilisées pour la démonstration de l'adéquation du tracé aux contraintes, mais n'étaient pas nommées car elles ne correspondaient à rien en termes de bâtiments. Notons cependant que dans le troisième livre de la *Fortification démonstrée et reduicte en art*,

Errard envisageait d'autres procédés pour les polygones de moins de six côtés, pour les ovales, et pour les lignes à fortifier par des ouvrages détachés du fait de leur longueur.

Henrion prend le contrepied de la vision errardienne d'une enceinte à l'intérieur de laquelle sont effectués tous les tracés. Il considère plusieurs situations possibles pour les lignes à fortifier sans ouvrages détachés. Nous les illustrons par la figure 8.6 bis :

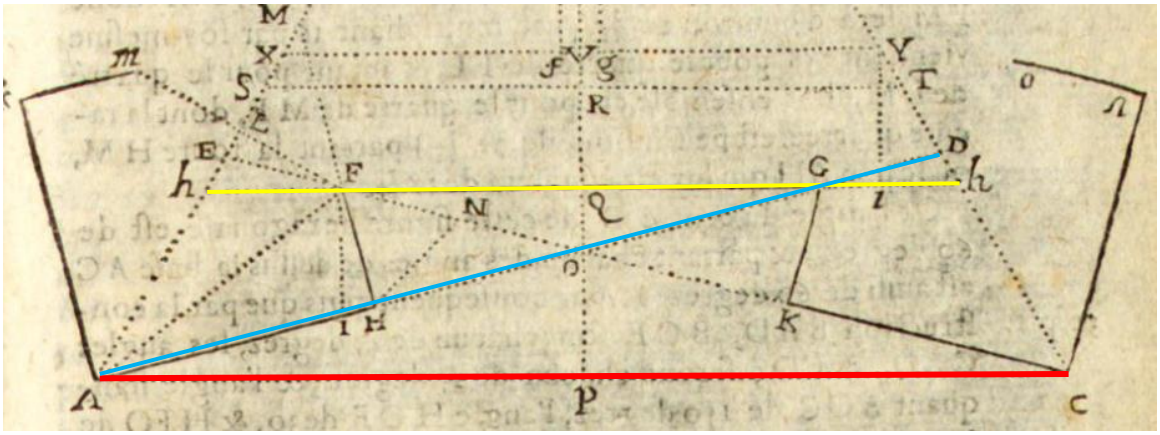


Figure 8.6 bis

Premièrement la ligne à fortifier peut être prise comme côté du polygone extérieur à l'enceinte, comme [*AC*]. Le polygone sera fortifié *en-dedans* comme le faisait d'Errard, mais à l'aide des longueurs des lignes données dans la table (Figure 8.8).

Deuxièmement, ce peut être le côté du polygone intérieur, comme [*hh*] qu'Henrion nomme *courtine prolongée*, et le bastionnement s'effectuera *en-dehors* de cette ligne, en utilisant également les valeurs de la table, comme nous allons le montrer.

Troisièmement, le tracé peut s'appuyer sur la ligne [*AD*], qu'Henrion nomme *ligne de défense prolongée*, par un tracé mixte s'appuyant lui aussi sur les valeurs de la table.

Les deux derniers tracés ne suivent plus la procédure errardienne, puisque la ligne à fortifier n'est pas le côté du polygone extérieur. Nous prenons l'exemple du tracé du deuxième cas[56].

La ligne proposée à fortifier est [*AB*], longue de 110 toises (Figure 8.9), et l'auteur choisit le modèle du décagone. Comme l'angle au centre du décagone vaut 36 degrés, les demi-angles du décagone *BAD* et *ABC* seront tracés avec la valeur 72 degrés.

[56] *Ibid*., p. 352-353

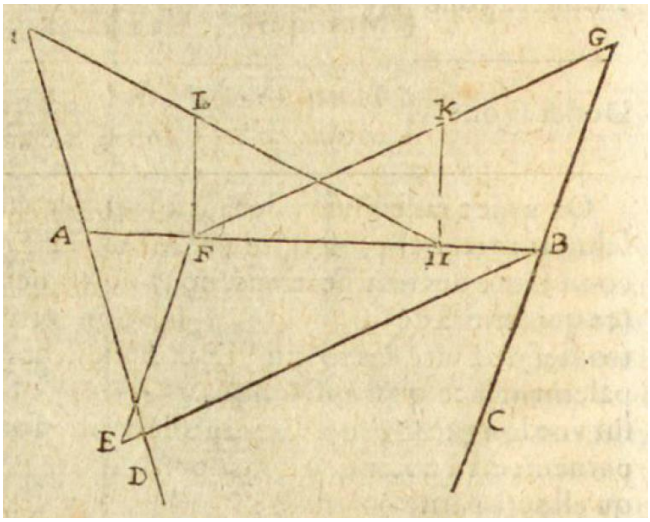


Figure 8.9

En principe, la ligne de défense [*GF*] ne peut pas être tracée sans connaître l'un ou l'autre des points *G* et *F*, mais Henrion contourne la difficulté d'une façon qui est souvent utilisée dans la géométrie de construction de problèmes : il trace [*BE*] parallèle à [*GF*], c'est-à-dire inclinée de 45 degrés sur (*CB*) et sa longueur est calculée d'après les valeurs de la table par une simple règle de trois : la longueur de la courtine prolongée de la table est 118 pour une ligne de défense de 120, donc pour une courtine prolongée [*AB*] de 110, la ligne [*BE*] est tracée avec une longueur de $111\frac{51}{59}$ (toises). La parallèle à (*BC*) passant par *E* coupe la courtine au point *F*. Les bastions sont complétés par symétrie et par le tracé de perpendiculaires.

Henrion affirme ici prolonger le troisième livre de la *Fortification demonstrée et reduicte en art*, dont il reprend les procédures, bien qu'il les applique à des polygones réguliers. Cela signifie qu'il supprime la distinction errardienne entre les procédures exactes de la fortification régulière et les procédures approchées de l'irrégulière. Il unifie ces procédures en considérant les longueurs à fortifier comme telle ou telle ligne de la figure géométrique du polygone bastionné, jouant tour à tour le rôle de segments unités à la base de la construction.

1.5. Pierre Hérigone (1634) et le projet d'Henrion

Dans les *Memoires mathematiques*, Henrion promettait une édition commentée de la totalité de la *Fortification demonstrée et reduicte en art*, si personne d'autre ne l'entreprenait. Avait-il connaissance du projet d'Alexis Errard, par exemple par l'intermédiaire d'Alleaume ? Nous ne sommes pas en mesure de l'affirmer, mais dans les faits, Henrion va renoncer à son

édition, pour publier une courte présentation de la fortification hollandaise, *Briefve Instruction pour construire les fortifications pratiquées aux Pays-Bas*, qu'il insère dans sa *Collection* en 1621[57].

1.5.1. LA *DUYTSCHE MATHEMATIQUE* PLUTÔT QUE LA FORTIFICATION ERRARDIENNE ?

Dans le prologue de la *Briefve Instruction*, l'auteur explique lui-même avoir renoncé au projet d'édition de l'ouvrage d'Errard[58] :

> *Il y a huict ou neuf ans que je mis en lumiere un petit sommaire de la construction des forteresses usitées en France, & suivant les preceptes donnez par feu Monsieur Errard en son Livre des Fortifications : ce que je fis lors en intention de mettre puis apres au jour lesdites fortifications, avec plusieurs belles & utiles annotations ; mais ayant sceu que Monsieur Errard, nepveu du deffunct, & Ingenieur du Roy le desiroit faire, je me deportay de mon entreprise.*

Nous pouvons nous poser la question de savoir s'il n'a pas abandonné son projet d'édition de la *Fortification* d'Errard au profit des nouvelles méthodes hollandaises plus en vogue, mais non encore exposées de manière satisfaisante. En effet, il déplore que celles-ci n'aient « aucunes regles & maximes […] qui soyent universellement suivies par tous ceux qui pratiquent ou enseignent lesdites fortifications »[59]. Cela sous-entend qu'il connaît ceux qui pratiquent et qui enseignent aux Pays-Bas, comme nous l'avons supposé plus haut. Il choisit de présenter la fortification de Marolois, mais de suivre Pitiscus dans certains calculs d'angles.

Nous allons voir qu'Henrion clarifie l'exposé de Marolois en le réordonnant. En effet, après avoir détaillé la méthode de calcul des angles, dont il résume les valeurs dans une table, il expose immédiatement les maximes de la fortification. Or Marolois n'y était parvenu qu'après un long examen des diverses formes et proportions possibles qui rendait l'exposé difficile à suivre. De plus, Henrion exprime ces maximes dans un vocabulaire et un ordre proche de celui d'Errard, unifiant ainsi d'une certaine façon les deux manières.

---

[57] Henrion, Didier, *Briefve instruction pour construire les fortifications pratiquees aux Pays Bas, par D. Henrion, Professeur és Mathématiques.* Paris, s.n. [Michel Daniel ?], 1621, inclus dans Henrion, Didier, *Collection ou recueil de divers traictez mathematiques…*, *op. cit.*
[58] *Ibid.*, p. 1.
[59] *Ibid.*, p. 6.

Remarquons une autre unification. Henrion étend les procédés de construction de Marolois au bastionnement des polygones irréguliers, ainsi que des angles et des lignes, comme il l'avait fait en 1613 dans son prolongement de la *Fortification* d'Errard. Il récapitule ses résultats dans le même type de tables qu'en 1613, donnant le nombre et la forme des bastions qu'il est possible de construire sur une longueur donnée ou sur un angle donné.

Mais lorsqu'il applique en 1630 son *mécomètre*[60] au tracé des bastions, Henrion reproduit la manière de Marolois à l'aide des tables de lignes et d'angles sans aucune mention d'Errard. Henrion a donc opéré séparément en 1613 et en 1621, résumant, prolongeant et clarifiant les ouvrages d'Errard et de Marolois, mais sans en réaliser d'étude conjointe. Après son décès, cette analyse conjointe sera réalisée par Pierre Hérigone.

1.5.2. La fortification dans le *Cours Mathematique* d'Hérigone (1634)

Henrion meurt en 1632 sans avoir produit le texte complet qu'il promettait en 1621[61]. Or en 1634 paraissent les trois premiers volumes du *Cours mathematique* d'Hérigone, dont le troisième contient deux *Livres de Fortification*[62], qui paraphrasent des pans entiers des textes et recopient certaines figures et tables des livres de fortification d'Henrion. Ce *Cours* a été vu par les historiens du livre comme le premier traité complet français, somme de toutes les connaissances scientifiques de son temps[63].

La biographie de Pierre Hérigone (1570-1642) a posé bien des problèmes aux historiens[64]. Certains catalogues de bibliothèques lui attribuent les œuvres d'Henrion ou l'identifient avec

---

[60] Henrion, Didier, *L'usage du mecometre qui est un instrument geometrique, avec lequel on peut tres-facilement mesurer toutes sortes de longueurs & distances visibles ; prendre & rapporter au petit pied le plan des Villes, Chasteaux, & autres places ; trasser tant sur le papier que sur la terre telles figures & fortifications qu'on voudra ; faire toutes sortes de Cartes, tant Geographiques que Chorographiques ; & pratiquer toutes les autres operations d'Arithmetique & de Geometrie, qui se pratiquent avec le Compas de proportion, la Regle proportionnelle, le graphometre & la Boussole. Par D. Henrion Mathematicien*. Paris Isaac Dedin pour l'Autheur et Samuel Thiboust, 1630, p. 172-176.

[61] Henrion, Didier, *Briefve instruction pour construire les fortifications pratiquees aux Pays Bas...*, *op. cit.*, p. 54.

[62] Hérigone, Pierre, *Cursus mathematicus… / Cours mathematique… Tome premier*, *op. cit.*, p. 179-231.

[63] Martin, Henri-Jean, *Livres, pouvoirs et société…*, *op. cit.*, p. 250

[64] Cf. Strømholm, Per, notice « Hérigone Pierre (d. Paris [?], ca 1643) », *Complete Dictionary of Scientific Biography* [e-book], New York, Charles Scribner's Son, 2007-2008 ; Boncompagni, Baldassarre, notes bio-bibliographiques, pp 472-476, dans Sédillot, L. AM., « Les professeurs de mathématiques et de physique générale au collège de France. Troisième période. 1580-1774 », *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze Matematiche e Fisiche*, tome II (1869), p. 461-510 ; Tannery, Paul, *Mémoires scientifiques publiés par J.-L. Heiberg & H.-G. Zeuthen*, vol. X. Paris, Gauthier-Villars, 1930, p. 247, 274-275, 287-289 ; Descotes, Dominique, « Notes sur le *Cursus mathematicus* de Pierre Hérigone », in Colbus, Jean-Claude, Hébert, Brigitte (dir.) Les outils de la connaissance. Enseignement et formation intellectuelle en Europe entre 1453 et 1715. Publications de l'université de Saint-Étienne, 2006, p. 239-254.

Clément Cyriaque Demangin, érudit bourguignon protégé du Cardinal du Perron, en suivant l'affirmation du mathématicien parisien Claude Hardy qui l'avait connu. Hardy étant cité par Hérigone comme l'auteur de la traduction des *Données* d'Euclide qu'il reproduit dans son *Cours*[65], l'identification nous paraît digne de foi. Un autre renseignement nous est fourni par le même Claude Hardy dans un ouvrage polémique qu'il fait paraître en 1643[66]. Il y défend en effet son édition des *Données* en citant à la fois Henrion et Hérigone[67] :

> *Didier Henrion l'a traduit en François de mot à mot, sans s'en plaindre, luy qui avoit de bonnes aides, & qui payoit bien les personnes qui le soulageoient, qui ne se fussent pas teuës [tues], à l'occasion de la saisie qu'il avoit faite d'une autre impression du mesme livre des* Donnez d'Euclide*, pour empescher qu'elle ne fuste parachevee, comme il est arrivé, puisqu'ils eussent eu beau moyen de la descrier. Que le sieur Herigone page 248 du supplement de son cours Mathematic reconnoist nettement avoir suivy ceste mesme edition, en son premier tome, où il l'a accomodee aux notes & marques dont il s'est servy en tout son ouvrage.*

Ce témoignage confirme qu'Henrion ne travaillait pas seul et qu'il rémunérait même d'autres mathématiciens à son service. Il a donc pu faire appel à l'érudition de Demangin, à la fois pour les mathématiques et les langues anciennes, ce qui est affirmé par plusieurs témoins de l'époque[68]. Notons cependant que Demangin, sous le pseudonyme d'Hérigone qu'il adopte après le décès d'Henrion, ne cite jamais ce dernier, alors qu'il avoue sa dette envers Kepler, Clavius, Briggs, Viète, Stevin et de nombreux autres auteurs.

Quoi qu'il en soit, le *Cours mathematique* sera lu par des savants comme Pascal, Galilée et Torricelli, qui fait l'éloge de la « science singuliere » d'Hérigone[69], Pell, Wallis, Leibniz,

---

[65] Hérigone, Pierre, *Les Six premiers livres des Éléments d'Euclide. Demonstrez par Notes d'une Methode tres-brieve & intelligible. Avec les principalles parties des Mathematiques, expliquées succinctement sans Notes. Et de plus un petit Dictionnaire, contenant les etymologies & significations des noms & termes plus obscurs des Mathematiques. Par Pierre Hérigone, Professeur és Mathematiques*. Paris, Simeon Piget, 1644, p. 243.

[66] Hardy, Claude, *Refutation du libelle de J. Pujos, intitulé Futilitez des raisonnemens, &c. Refutation de la fausse quadratrice du mesme Pujos. Troisieme refutation de la fausse quadrature de M^r^ de Laleu, où il est demonstré que le quarré des huict neufviémes du diametre d'un Cercle est plus grand que la figure de XXIV costez conscrite independamment de la XLVII proposition du premier livre d'Euclide*. Paris, s.n., 1643.

[67] *Ibid*., p. 39 *sq*.

[68] Jacob de Saint-Charles, l'Abbé Papillon, Claude Perry, cités par Crépet, Julien, *Histoire de Gigny-sur-Saône, 4^e^ partie : Clement Demangin, étude historique, 1902*. Mss 101-102, Bibliothèque municipale de Tournus, p. 116, 120.

[69] Tannery, Paul, *Mémoires scientifiques…*, *op. cit*., p. 248, 320, *passim* ; Descotes, Dominique, « Notes sur le *Cursus Mathematicus* de Pierre Hérigone », *op. cit*., p. 253 *sq*.

etc.[70] Son succès auprès des mathématiciens européens[71] est expliqué en partie par sa rédaction bilingue, latin et français, mais surtout par le nouveau « langage symbolique »[72] qu'utilise l'auteur. Celui-ci s'en explique au début du premier tome, conseillant à tous les auteurs de ne laisser en leurs écrits rien de superflu, d'obscur ou de difficile[73] :

> *Voyant que les plus grandes difficultez estoie[n]t aux demonstrations, de l'intelligence desquelles depend la cognoissance de toutes les parties des Mathematiques : j'ay inventé une nouvelle methode de faire les demonstratio[n]s, briefve & intelligible, sans l'usage d'aucune langue. Qu'elle soit briefve & intelligible sans l'usage d'aucune langue, il appert à l'ouverture du livre. Qu'elle soit bien intelligible, il sera manifeste à ceux qui auront l'intelligence de mes* NOTES, *& qui auront entendu quelques demonstrations faites par le moyen d'icelles. Il n'y a point de doute außi qu'elle ne soit plus intelligible que la methode ordinaire, veu qu'en ceste mesme methode on n'affirme rien qu'il ne soit confirmé par quelque citation.*

L'auteur fait preuve d'une grande exigence de rigueur, et nous verrons comment son symbolisme mathématique y contribue. Hérigone est d'ailleurs présenté lui-même comme *Mathematicien* sur les pages de titre du *Cours*, et *Professeur és Mathematiques* dans sa dernière édition des *Éléments* d'Euclide[74], ses destinataires dépassent donc le cercle des savants. Hérigone s'adresse en effet aux personnes cultivées qui veulent acquérir des connaissances solides dans toutes les mathématiques, sans pouvoir se consacrer complétement à l'étude[75]. Pour ses contemporains, il est un professeur incomparable, auquel son érudition vaut une grande considération[76].

Par ses livres de fortification, il vise également l'aristocratie militaire, pour laquelle il va présenter en parallèle les deux pratiques de fortification française et hollandaise. Le traité de

---

[70] Massa Esteve, Maria Rosa, « Symbolic language in early modern mathematics: The Algebra of Pierre Hérigone (1580-1643) », *Historia Mathematica*, n°35, 2008, p. 298 *sq*.
[71] Descotes, Dominique, « Notes sur le *Cursus Mathematicus* de Pierre Hérigone », *op. cit.*, p. 240-242, *passim*.
[72] Cf. Massa Esteve, Maria Rosa, « The role of symbolic language in the transformation of Mathematics », *Philosophica*, n°87, 2012, p. 153-193.
[73] Hérigone, Pierre, *Cursus mathematicus… Tome premier*, *op. cit.*, fol. a iiiij-v *sq* (non signés).
[74] Hérigone, Pierre, *Les Six premiers livres des Éléments d'Euclide*…, *op. cit.*
[75] Descotes, Dominique, « Notes sur le *Cursus Mathematicus* de Pierre Hérigone », *op. cit.*, p. 241.
[76] Crépet, Julien, *Histoire de Gigny-sur-Saône*…, *op. cit.*, p. 115.

fortification est le troisième du troisième tome du *Cours mathematique*[77]. Il est précédé par la trigonométrie et la géométrie pratique et suivi de la castramétation, de l'ordonnancement des troupes et de la mécanique. En une cinquantaine de pages denses, Hérigone propose un aperçu général de la fortification régulière (livre I) et de la fortification irrégulière (livre II), abordées d'une part sous l'angle de la géométrie de construction et d'autre part sur celui du calcul des mesures des lignes, des angles et des volumes de terre d'un front bastionné. Remarquons qu'il est le seul à légitimer l'utilisation de la géométrie en rappelant dans les premières maximes que le canon tire en ligne droite.[78]

En quoi la fortification du *Cours mathematique* diffère-t-elle de celle d'Henrion ? À quelques ajouts près, Hérigone reprend exactement la présentation de la *Collection* pour les noms de toutes les parties d'une forteresse, ainsi que le schéma qui les accompagne. Les problèmes de construction de bastions dans le contexte de la fortification irrégulière sont également similaires, mais l'énoncé des maximes diffère. C'est surtout dans l'approche des volumes que les deux auteurs divergent. Henrion cherchait à estimer la largeur du fossé de telle sorte que la quantité de terre excavée puisse remplir exactement les bastions[79]. Il considérait le profil, c'est-à-dire une coupe verticale des remparts (Figure 8.10), et abordait la question en termes d'égalité d'aires.

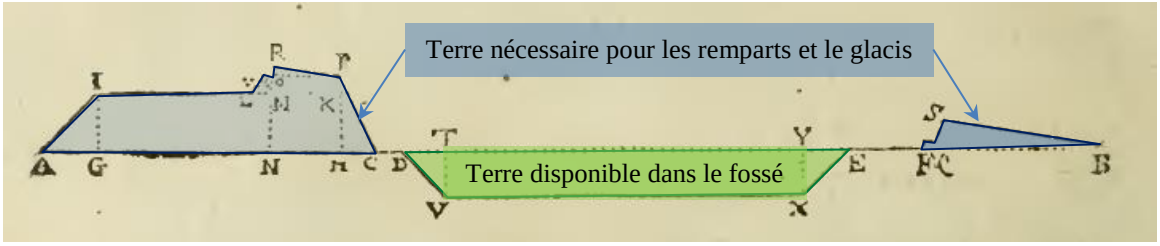


Figure 8.10

Hérigone reste sur le terrain géométrique pour évaluer, à la manière de Marolois et Pitiscus, les volumes des diverses parties des remparts sans avoir égard à la nécessité d'une compensation des volumes entrant et sortant. Il décompose le solide total en prismes et pyramides, en préconisant de négliger certains petits volumes[80].

---

[77] Hérigone, Pierre, *Cursus mathematicus… / Cours mathematique… Troisiesme Tome*, *op. cit.*, « De munitione… / Des Fortifications… », p. 179-231.
[78] *Ibid.*, p. 183.
[79] Henrion, Didier, *Briefve instruction …*, *op. cit.*, p 45.
[80] Hérigone, Pierre, *Cursus mathematicus…*, *op. cit.*, p. 230 *sq.*

En ce qui concerne le bastionnement, Hérigone aborde exclusivement les manières d'Errard et de Marolois, qualifiées pour la première fois de « méthodes »[81] :

> *Des diverses methodes de construire les forteresses, qui se trouvent en divers autheurs, nous suivrons celles que donnent Errard & Marolois, en la derniere desquelles nous nous arresterons davantage, à cause qu'elle est plus commode pour resister à la façon d'attaquer des modernes qui se fait par mines & sappes. La methode que donne Errard, plusieurs la nomment Françoise, & celle de Marolois Hollandoise.*

Après celle de Fabre (cf. *supra*, chap. 7, §2.1.2), c'est une nouvelle affirmation claire de l'inadaptation de la manière errardienne aux nouvelles conditions de la guerre. Cela n'empêche pas Hérigone d'en traiter complétement et en très peu de lignes, son langage symbolique lui permettant de faire apparaître de manière « briefve et intelligible » la procédure de construction d'Errard, comme nous allons le montrer.

1.5.3. Le bastionnement errardien transcrit par Hérigone

Dans sa comparaison des maximes d'Errard et de Marolois, l'auteur considère quatre caractéristiques, dont les deux premières concernent la construction des bastions (l'angle flanqué, l'angle de l'épaule), les suivantes touchant à des détails de moindre importance[82]. Hérigone ne prend pas en considération les questions de longueur sur lesquelles Marolois s'était pourtant longuement attardé.

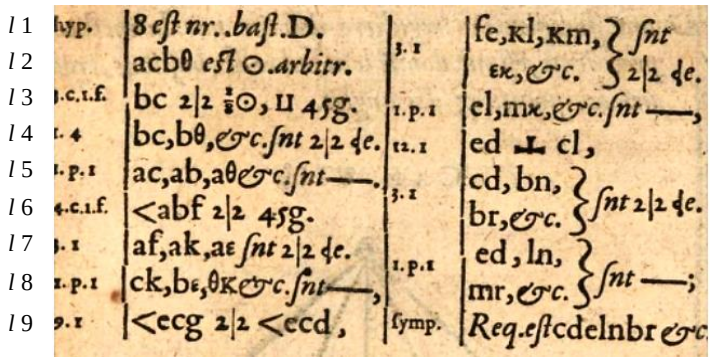


Figure 8.11

Pour expliquer le bastionnement d'un polygone à la façon d'Errard, Hérigone met en œuvre son écriture symbolique (Figure 8.11), au moyen de laquelle il rend compte en quinze

[81] *Ibid.*, p. 188 : « Differences des forteresses construictes selon les preceptes d'Errad (sic) & Marolois ».
[82] Il s'agit de la présence d'orillons et de la forme arrondie du fossé (*Ibid.*, *Troisiesme Tome*, pp 188-189).

lignes de toutes étapes de la construction (Figure 8.12). Nous transcrivons ci-après le texte en explicitant la signification des annotations marginales des premières lignes.

Les cinq premières lignes ont trait à la construction du polygone qui sera fortifié « en-dedans ». Hérigone choisit d'exposer le cas de l'octogone. Ainsi, par hypothèse (*hyp.* en marge), le nombre de côtés est donné, égal à 8. Le cercle circonscrit *ACBΘ* est arbitraire. Pour la construction du côté de l'octogone, le lecteur est renvoyé au 3e chapitre du premier livre du traité de fortification[83] (renvoi codé 3.c.1.f dans la marge), ainsi le texte ne fait mention que de la valeur de l'arc *BC*, égale à un huitième de cercle, ou 45 degrés. Enfin, par la première proposition du 4e livre des Éléments d'Euclide[84] (codée 1.4 en marge), l'octogone entier est construit, Hérigone le signalant par l'égalité de ses côtés *BC*, *BΘ*, etc. (ligne 4). De même, il mentionne l'égalité des rayons *AB*, *AC*, *AΘ* du cercle circonscrit (ligne 5), justifiant leur construction par le premier postulat des *Éléments*[85].

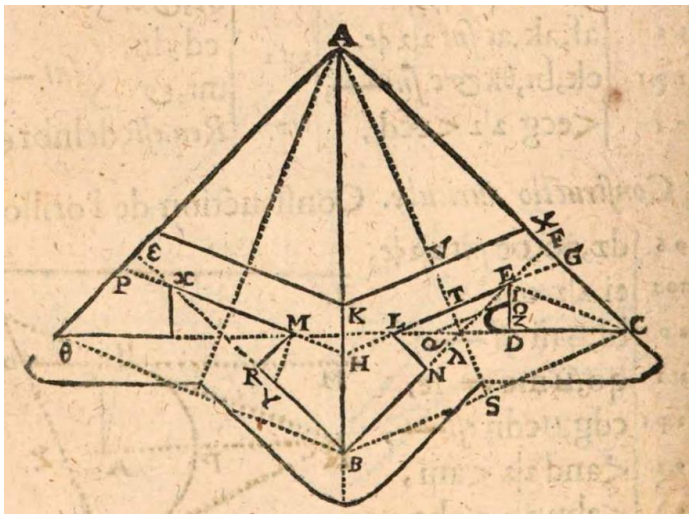


Figure 8.12

La seconde partie du texte (lignes 6 à 8) concerne le tracé du demi-angle flanqué *ABF*, les points ainsi déterminés sur les rayons du cercle et le tracé des lignes de défense prolongées. L'angle *ABF* de 45 degrés est déterminé par le tracé de son côté [*BF*), qui coupe le rayon [*AC*] en *F*. Les points *K*, *ε*, etc., sont placés sur les rayons [*AB*], [*AΘ*], etc., de telle sorte que les

[83] *Ibid*., p. 185 : « Diviser un cercle en tant de parties qu'on voudra »
[84] Hérigone, Pierre, *Cursus Mathematicus…*, *Tome premier*, *op. cit.*, p. 151 : « Au cercle donné, accommoder une ligne droicte, égale à une ligne droicte donnée, laquelle ne soit pas plus grande que le diametre du cercle ».
[85] *Ibid*., fol. d7 non signé : « Soit demandé, de tout poinct donné, à tout autre poinct donné, mener une ligne droicte, soit concédé ».

longueurs *AF*, *AK*, *Aε*, etc., soient égales. Les lignes de défense prolongées [*CK*], [*Bε*] et [*ΘK*], etc., sont tracées, elles sont de même longueur.

Les lignes 9 à 11 concernent les courtines. La construction de la bissectrice de l'angle *ACK*, qui coupe la ligne de défense [*FB*] en *E*, est indiquée par l'égalité des angles *ECG* et *ECD*. Les points *L* et *M* sont placés en reportant la distance *FE* à partir de *K* sur [*KC*] et [*KΘ*] respectivement, *x* est placé de la même façon sur [*Bε*]. Les courtines [*EL*], [*Mx*] sont tracées, elles ont même longueur.

Les dernières lignes du texte expliquent la construction du flanc [*ED*], perpendiculaire à la ligne de défense [*CL*], puis le placement des points *N* et *R* par report de la longueur *CD* à partir de *B* de part et d'autre. Le contour bastionné est *CDELNBR*.

Hérigone suit donc exactement les étapes de la construction errardienne du front bastionné. Son écriture symbolique en permet la transcription en termes d'égalité de longueurs ou d'angles, caractérisant mathématiquement les positions des points tracés, avec une justification par des références aux *Éléments* d'Euclide. Pour les tracés à effectuer (perpendiculaire, bissectrice, etc.), les lecteurs sont renvoyés à d'autres parties du *Cours* ou aux mêmes *Éléments* d'Euclide, par le biais des annotations marginales.

Le symbolisme à l'œuvre ici dépasse donc la simple question du remplacement de mots par des signes. C'est en effet toute la mise en page qui contribue à l'intelligibilité des démonstrations et spécialement la présentation en colonnes, celle de gauche étant réservée aux « notes ». Chaque ligne de la colonne de droite fait donc l'objet dans la colonne de gauche, soit de l'indication de sa place dans le raisonnement (hypothèse, *symperasme* ou conclusion[86]), soit du renvoi à une page antérieure du traité ou à une proposition des *Éléments* d'Euclide qui permet la construction. Hérigone développe ainsi l'enchaînement logique de son discours en justifiant systématiquement tout ce qui est affirmé, tout en rendant visible cet enchaînement, comme il l'affirmait dès l'adresse au lecteur[87] :

> *Et parce que chaque consequence depend immediatement de la proposition citée, la demonstration s'entretient depuis son commenceme[n]t jusques à la conclusion par une suite continuë de consequences legitimes, necessaires & immediates, contenues chacune*

[86] « Symperasme vient de *symperasma*, qui en Grec signifie conclusion » (Hérigone, Pierre, *Les Six premiers livres des Éléments d'Euclide... Et de plus un petit Dictionnaire, contenant les etymologies & significations des noms & termes plus obscurs des Mathematiques*…, *op. cit.*, p. 462).
[87] Hérigone, Pierre, *Cursus mathematicus… Tome premier*, *op. cit.*, fol. a vj (non signé).

en une petite ligne, lesquelles se peuvent resoudre facilement en syllogismes, à cause qu'en la proposition citée, & en celle qui correspond à la citation, se trouvent toutes les parties du syllogisme. La distinction de la proposition en ses membres, sçavoir en l'hypothèse, l'explication du requis, la construction, ou preparation, & la demonstration, soulage aussi la mémoire, & sert grandement à l'intelligence de la demonstration.

Ce discours nous renvoie à la fois à la logique classique d'Aristote et aux considérations contemporaines sur la méthode, qui mettent en avant l'utilité de « notes » pour soulager la mémoire et libérer la pensée[88].

1.5.4. CALCUL DES ANGLES ET DES LIGNES – FORTIFICATION HOLLANDAISE

Pour le calcul des longueurs et des angles de la forteresse errardienne, Hérigone suit encore le huitième traité des *Memoires* d'Henrion, y compris ses tables, reproduites sous une autre forme. Il s'attarde cependant davantage sur les angles qu'il traite plus complétement et séparément des lignes. En 1613, Henrion suivait l'enchaînement des calculs de la *Fortification* d'Errard, abordant simultanément toutes les quantités à calculer. Il se focalisait sur les lignes et ne retenait que l'angle du polygone et l'angle flanquant, puisqu'il n'abordait que les forteresses de plus de six côtés, dont l'angle flanqué est toujours droit. En 1621 en revanche, dans sa *Briefve Instruction*[89], il adoptait la présentation de Marolois, insistant d'abord sur les angles du front bastionné, pour n'expliquer qu'ensuite la construction.

Hérigone reprend le plan d'étude de la *Briefve Instruction* inspiré de Marolois. Il traite d'abord les angles d'une manière bien plus complète qu'Henrion, puisqu'il calcule la totalité des valeurs de ceux de la figure présentée, qu'il s'agisse d'angles formés effectivement par les murailles ou non. Toutes ces valeurs sont calculées sur l'exemple de l'ennéagone, en utilisant les théorèmes élémentaires de la géométrie du triangle. Il présente les résultats dans une table qui contient, en plus des valeurs habituelles des angles du polygone et de l'angle flanqué,

---

[88] Cf. Descartes, René, *Règles pour la direction de l'esprit. Traduction et notes par Jacques Brunschwig*. Paris, Librairie Générale Française, Le Livre de Poche, coll. « Classiques de la Philosophie», 2002, Règle XVI, p. 179-184. Brunschwig se sert du terme de « signes » pour le latin « notas », que Cousin traduisait par « notes ».
[89] Henrion, Didier, *Briefve instruction …*, *op. cit.*, p. 6-8.

celles de l'angle diminué *NBC*, de l'angle de tenaille (ou flanquant) *BλC* et de l'angle de gorge *NLE*.[90]

En ce qui concerne les longueurs, Hérigone montre comment calculer celles de toutes les lignes du contour bastionné en fonction de la longueur du flanc[91], ce qui est exactement conforme à la démarche d'Errard. Rédigée avec l'économie de discours permise par le langage symbolique, la démonstration fait essentiellement appel à la similitude des triangles. Aucune valeur numérique n'est fournie, l'auteur n'expose que l'enchaînement des propositions qui permet d'obtenir ces valeurs à partir de ce qui est connu. Pour son tableau récapitulatif[92], en revanche, il reprend globalement les valeurs données par Henrion en 1613, simplifiant néanmoins l'écriture au maximum pour privilégier les fractions de nombres à un chiffre. Il écrit par exemple $58\frac{1}{2}$ au lieu de $58\frac{8}{15}$ ou 58 au lieu de $57\frac{18}{19}$. Ce traitement des fractions rappelle celui d'Errard, qui préconisait dans la *Mesure du cercle* (cf. *supra*, chap. 4, §2.2.4) la valeur $3\frac{1}{8}$ au lieu de $3\frac{10}{71}$ pour plus de facilité.

Remarquons finalement qu'Hérigone est un bon connaisseur des pratiques des ingénieurs, puisqu'il propose une utilisation astucieuse de l'échelle d'une planche (Annexe B3, Figure 8.13) pour déterminer le nombre de bastions qu'une ligne donnée pourra supporter. Le lecteur est invité à prendre directement sur l'échelle l'écartement du compas correspondant à la longueur imposée et à la reporter sur les figures pour chercher toutes les possibilités qui conviennent pour cette longueur.

1.6. L'ÉMANCIPATION DES DISCIPLES

L'exemple des fortifications confirme la proximité d'Henrion et d'Hérigone, au point qu'il est possible de se demander si le second n'a pas été l'auteur des contenus de certains ouvrages du premier. Mais l'une des différences essentielles tient au langage utilisé. En effet, les textes des *Memoires* ou de la *Collection* d'Henrion sont détaillés et les calculs sont toujours présentés au sein de longues phrases. Au contraire, le *Cours mathematique* d'Hérigone s'attache à remplacer les mots par des symboles, facilitant ainsi la compréhension des

[90] Hérigone, Pierre, *Cursus mathematicus… Troisiesme Tome*, *op. cit.*, p. 194.
[91] *Ibid.*, « Estant donnée la raison du semidiametre au costé du polygone, & la ligne du flanc, trouver les quantitez des autres lignes », p. 195.
[92] *Ibid.*, p. 196.

démonstrations mathématiques. Cette différence de mode d'expression participe à l'analyse que nous faisons de l'héritage errardien par les deux auteurs.

Si Henrion ne cite explicitement Errard que lorsqu'il s'agit d'honorer sa mémoire à propos de ses fortifications, il lui emprunte des expressions et des pans entiers de sa *Geometrie*. Il excelle dans l'art de mettre les nouvelles mathématiques à la portée de ses élèves et d'expliquer clairement les principaux résultats de son prédécesseur. Il les prolonge même, en utilisant les méthodes de calcul trigonométrique développées par Stevin dans les Provinces-Unies, et il est l'un des premiers auteurs français de fortification à présenter un ensemble de résultats sous forme de tables. Il reste errardien dans son approche de la mesure en géométrie, ainsi que dans son exposé des principes de la fortification, qu'il clarifie pour les novices, tout en y appliquant de nouvelles méthodes de calcul. Si Henrion finit par se désintéresser d'Errard au profit de Marolois, c'est peut-être, comme il l'affirme, parce qu'il ne peut pas mener à bien son projet d'édition complétée de la *Fortification demonstrée et reduicte en art*. Nous pouvons supposer également que l'abandon des fortifications errardiennes sur le terrain a engendré une baisse d'intérêt de la part des élèves d'Henrion, plus motivés par les fortifications hollandaises, comme il l'avoue lui-même au début de sa *Briefve Instruction*[93]. Quoi qu'il en soit, nous ne trouvons plus de référence à Errard dans cet ouvrage.

Hérigone adopte un autre point de vue, mais, paradoxalement, il fait peut-être plus qu'Henrion pour la fructification de l'héritage errardien. Certes, son *Cours mathematique* ne s'attache pas à promouvoir les travaux d'Errard en géométrie, pas plus qu'il ne reprend ses expressions, ce que lui permet aisément la concision de son langage symbolique. Le prologue de ses *Fortifications* consacre même la mise à distance du bastionnement errardien pour son inadaptation aux nouvelles conditions de la guerre. Mais d'un point de vue mathématique, les travaux d'Errard sur la fortification sont présentés fidèlement. Ils se trouvent mis en valeur dans l'ensemble du *Cours mathematique,* et à même d'atteindre les érudits qui en comprennent l'écriture symbolique. Leur parallèle avec ceux de Marolois met en évidence la pertinence géométrique des fortifications de l'ingénieur d'Henri IV plus qu'il ne les dessert.
Alors que les figures de la *Fortification* d'Errard ne sont plus vues comme des plans de forteresses à réaliser sur le terrain, elles gardent tout leur intérêt de figures géométriques sur le

[93] Henrion, Didier, *Briefve instruction …*, *op. cit.*, p. 1.

papier, constituant un excellent domaine d'application des théorèmes de géométrie et de trigonométrie.

2. DES PROFESSEURS SAVANTS

Le nombre important de maîtres privés recensés à Paris[94] indique les besoins d'un public qui dépasse celui des jeunes élèves des collèges. Dans le cadre de notre recherche, nous avons trouvé de nombreux manuscrits qui ont l'apparence de cours, mais peu d'entre eux sont identifiés comme tels. Parmi ceux-ci, trois écrits concernant les fortifications ont pour auteurs des mathématiciens réputés, Jean-Baptiste Chauveau, Jacques Rohault et Gilles Personne de Roberval, actifs à Paris autour de 1650 dans des cercles proches. Nous donnerons quelques caractéristiques des écrits des deux premiers afin de pouvoir y comparer celui de Roberval que nous étudierons plus en détail.

2.1. LES COURS DE JEAN-BAPTISTE CHAUVEAU ET DE JACQUES ROHAULT (V. 1650)

Jean-Baptiste Chauveau était l'un des mathématiciens réunis par Mersenne en un cercle qui préfigurait l'Académie des Sciences[95]. Il reste méconnu, n'ayant jamais publié ses travaux[96], mais il a joui en son temps d'une grande réputation d'enseignant et de mathématicien[97], ce que confirment plusieurs mentions dans la correspondance de Huygens et dans celle de Mersenne[98]. Notre intérêt pour Chauveau tient aussi à son intimité avec Roberval, qu'il fréquentait dans le cercle de Mersenne. Les rapports entre les deux mathématiciens semblent avoir été marqués par une certaine jalousie, comme en témoigne une lettre de Du Verdus à Mersenne, datée des années 1640 selon Tannery[99].

---

[94] Le Dividich, Aude, « L'enseignement des mathématiques en France au XVII^e siècle (1600-1670) », *in* Bercé, Yves-Marie (dir.) *La Science à l'époque moderne, Actes du colloque annuel de l'association des historiens modernistes, 3 et 4 février 1996*. Paris, Presses de l'Université de Paris-Sorbonne, 1998, p. 34.

[95] Mesnard, Jean, « Sur le chemin de l'Académie des sciences : le cercle du mathématicien Claude Mylon (1654-1660) », *Revue d'histoire des sciences*, t. 44, n°2, 1991, p. 241.

[96] Un projet d'édition coordonné par Sébastien Maronne avait été annoncé pour 2012 aux Presses universitaires Blaise Pascal, il semble qu'il n'ait pas encore abouti.

[97] Le Dividich, Aude, « L'enseignement des mathématiques en France… », *op. cit.*, p. 35. Dans cet article, Aude Le Dividich le prénomme François, comme le célèbre peintre du même nom.

[98] Tannery, Paul, « Sur le mathématicien français Chauveau », *Bulletin des sciences mathématiques*, 2^e série, t. XIX, 1895, p. 35.

[99] *Ibid*., p. 36.

Jacques Rohault (vers 1617-1672), philosophe et scientifique cartésien, avait de grands talents de vulgarisateur. Ses cours de mathématiques et de physique connurent un tel succès qu'il fut amené à donner des conférences publiques dans sa propre maison tous les mercredis[100]. Il était également prisé des familles de la haute noblesse et fut désigné par Bossuet comme précepteur du Dauphin[101]. Les historiens retiennent avant tout de Rohault son rôle dans la défense de la physique cartésienne et ses traités mathématiques publiés à titre posthume[102] sont jugés anodins[103]. Cependant, nous y trouvons une approche très personnelle des mathématiques pures et mixtes, comme nous l'avons montré par ailleurs à propos de son édition des *Éléments* d'Euclide[104]. Les domaines abordés par les huit traités des *Œuvres posthumes* nous semblent proches de ceux que nous rencontrons (cf. *infra*, chap. 9) dans les collèges jésuites à la même époque. Rohault avait été l'élève des Jésuites d'Amiens puis s'était formé à Paris vers 1640, il est donc possible qu'il ait suivi les cours de Pierre Bourdin au collège de Clermont (cf. *infra*, chap. 9, §2). Sa riche bibliothèque contenait de nombreux ouvrages de mathématiques de haut niveau[105], parmi lesquels nous retenons les *Œuvres* d'Archimède, celles de Viète, l'édition d'Henrion des *Éléments* d'Euclide et les quatre premiers volumes du *Cours* d'Hérigone[106]. Elle comprenait également les ouvrages de fortification du Chevalier de Ville et du Comte de Pagan[107].

---

[100] Martinet, Monette, « Jacques Rohault (c. 1617-1672) », in Costabel, Pierre, Martinet, Monette, *Quelques savants et amateurs de Science au XVII^e siècle*. Paris, Société française d'histoire des sciences et des techniques (Cahiers d'Histoire et de Philosophie des Sciences, nouvelle série, n°14), 1986, p. 90.

[101] *Ibid.*, p. 91. La mort empêcha Rohault de prendre cette fonction.

[102] Rohault, Jacques [Clersellier, Claude, éd.], *Œuvres posthumes de Monsieur Rohault*. Paris, Guillaume Desprez, 1682.

[103] Martinet, Monette, « Jacques Rohault… », *op. cit.*, p. 92.

[104] Guyot, Patrick, Métin, Frédéric, « Les cours de Jacques Rohault, entre mathématiques et physique », *in* Barbin, Evelyne, Moussard, Guillaume (dir.), *Les mathématiques et le réel : expériences, instruments, investigations. Actes du 21^e colloque inter-IREM d'épistémologie et d'histoire des mathématiques* (à paraître).

[105] Mc Claughlin, Trevor, Picolet, Guy, « Un exemple d'utilisation du Minutier central de Paris : la bibliothèque et les instruments scientifiques du physicien Jacques Rohault selon son inventaire après décès. », *Revue d'histoire des sciences*, 29, n°1 (1976), p. 19.

[106] *Ibid.*, p. 7, 8, 12 et 13 respectivement.

[107] *Ibid.*, p. 12 et 9 respectivement. De nombreux ouvrages moins précieux ne sont pas référencés en détail dans l'inventaire après décès.

2.1.1. LE *PETIT TRAITTÉ DE LA FORTIFICATION MODERNE*[108] DE J. BAPTISTE CHAUVEAU

Si nous nous référons à son propre titre, ce court manuscrit a été composé à l'intention d'un noble hollandais qui « apprenait ses exercices à Paris » (Annexe B3, Figure 8.14). Le patronyme de son élève, Jacob van Wassenaar, baron d'Obdam, peut désigner l'amiral des Provinces-Unies né en 1610 ou son fils né en 1645, ce qui situerait les leçons potentiellement dans les années 1625-1635 ou 1660-1670. En effet, les deux hommes ayant suivi des carrières militaires, il paraît difficile d'envisager qu'ils aient pris des leçons de fortification à un âge avancé. Le cours lui-même emprunte beaucoup au traité de Fritach, paru en 1635 à Leyde (cf. *supra*, chap. 6, § 2.2.3), puis en 1640 et 1668 à Paris. Par ailleurs, le texte fait référence à la citadelle du Havre[109], construite en 1628, aux sièges de Breda (1637) et de Philippsburg (1635 ou 1676)[110]. C'est à travers une autre citation que nous pouvons trancher en faveur de la seconde période, puisque Chauveau critique Matthias Dögen, dont le traité paraît en 1648, quand Jacob van Wassenaar le père est déjà gouverneur militaire de Heusden. Nous estimons donc que le manuscrit a été composé pour Jacob II van Wassenaer aux alentours de 1660. Examinons son contenu.

Le plan du cours reprend l'essentiel de ce qu'abordent les manuels ou les traités d'ingénieurs contemporains : historique de la fortification, principales définitions, illustrées par une figure unique, procédure de tracé d'une forteresse régulière, ouvrages détachés, attaque et défense des places, forteresses irrégulières. Cette dernière partie, apparemment inachevée, est l'occasion d'une série d'exercices géométriques de construction de bastions dans diverses configurations.

L'expression est parfois un peu obscure. Cela peut être dû aux difficultés linguistiques d'un jeune hollandais venant étudier à Paris, ou bien au caractère circonstanciel d'un cours composé par un professeur de mathématiques non spécialiste la fortification. En effet, les travaux de Chauveau portaient sur les coniques, les indivisibles et l'algèbre, il ne semble pas

---

[108] Chauveau, Jean-Baptiste, [attr. [à tort] à Chauvet, Jacques] *Petit traitté de la fortification moderne composé par Mon^r. Chauvot, Celebre matematicien Parisien ; tout exprez pour linstruction de Monsieur le baron D'Obdam seigneur de Wassenäer du temps qu'il apprenoit ses exercices à Paris*, vers 1650. f MSS 001760 B, Smithsonian Libraries, Dibner Library of the History of Science and Technology, Washington, DC, USA.
[109] Chauveau, Jean-Baptiste, *Petit traitté de la fortification moderne…*, *op. cit.*, p. 52.
[110] *Ibid.*, p. 17.

avoir laissé de notes sur les fortifications [111]. En outre, Chauveau ne paraît pas familier des ouvrages d'architecture militaire, dont il critique certaines expressions, comme « ce que les autheurs nomment d'un nom barbare par le mot grec d'Iconographie qui ne signifie que la description du plan »[112]. Certaines de ses prises de position sont inspirées de Pagan, mais en des termes plus abrupts, comme à propos de Dögen « qui se croit larbitre des fortifications et pense avoir atteint le faite de cet art », dont il critique vertement le tracé : « Est-ce là une doctrine d'un Ingenieur qui croit faire la loy à tous les autres ? »[113] En fait, le discours semble hésiter entre une adhésion complète aux méthodes hollandaise de Fritach ou Goldmann et un rejet des constructions de ces mêmes fortificateurs hollandais, sous le prétexte de plusieurs défauts qu'elles présentent en cas de siège.

En effet, la première partie du traité adopte le plan, les maximes et les contours donnés par Fritach, jusqu'à en reprendre plusieurs illustrations, comme dans la planche XVII (Annexe B3, Figure 8.15), synthèse de deux figures de la *Nouvelle Fortification*[114]. À partir de la page 44, Chauveau met en avant ce qu'il qualifie de défauts des nouveaux ingénieurs de l'École de Leyde par opposition à Stevin et Maurice de Nassau. Il semble ici dans la lignée de Pagan pour sa critique des nouvelles pratiques hollandaises peu adaptées aux réalités de la guerre de siège. Nous voilà à même de confirmer que la composition de son traité est postérieure à 1645, ce qui place l'enseignement de Chauveau à une époque contemporaine de ceux de Rohault et de Roberval, dont nous étudions plus en détail les traités.

2.1.2. LE *TRAITÉ DES FORTIFICATIONS* DE JACQUES ROHAULT

Contrairement à celui de Chauveau, le traité de fortification de Rohault n'a pas été composé pour un unique élève, car il en existe au moins quatre manuscrits qui présentent plus ou moins de différences avec la version imprimée de 1682. Le seul manuscrit identifié comme ensemble de leçons de notre auteur est conservé à Poitiers[115] dans un recueil regroupant des

---

[111] Voir la présentation du projet d'édition des œuvres de Chauveau sur le site de l'IHRIM (Institut d'Histoire des Représentations et des Idées dans les Modernités, UMR 5317) : http://pensee-classique.ens-lyon.fr/spip.php?article723.

[112] Chauveau, Jean-Baptiste, *Petit traitté de la fortification moderne…*, *op. cit.*, p. 10.

[113] *Ibid*., p. 48.

[114] Fritach, Adam, *L'architecture militaire ou la fortification nouvelle*..., op. cit., planche P, fig. 79 & planche O, fig. 76.

[115] [Rohault, Jacques], *Quelques propositions de géométrie les plus importantes (leçons de M. de Rohault). Avec un traité des fortifications*, fin du XVII[e] siècle. Ms 170, Médiathèque de Poitiers. La mention des leçons de Rohault figure au dos du recueil et semble contemporaine de celui-ci.

extraits des *Éléments* d'Euclide, la trigonométrie rectiligne et sphérique, et un *Abrégé des fortifications*. Deux autres ne contiennent que le traité de fortification, ils sont conservés à Sens[116] et à Cracovie[117]. Leurs textes présentent de petites variations d'expression, entre eux et par rapport à celui de Poitiers, il s'agit donc probablement des notes de cours d'élèves de Rohault, et non de copies du traité posthume. Leur uniformité permet de constater des différences entre les versions manuscrites et l'imprimé, qui pourraient être du fait de l'éditeur même, Clerselier, beau-père et fidèle disciple de Rohault, mais aussi éditeur d'une partie de l'œuvre de Descartes.

Le quatrième manuscrit localisé du *Traité des fortifications* est la dernière partie d'un recueil de la Bibliothèque Mazarine[118] qui contient aussi la *Cosmographie* et la *Trigonométrie* ce qui nous a permis de l'identifier avec certitude, car cette version est assez différente des précédentes. Notons que c'est aussi le cas des deux autres traités. Par exemple, au premier chapitre de la *Cosmographie*, le paragraphe commençant par « Comme nous ne reconnaissons en cecy aucune necessité & qu'au contraire le nombre et l'arrangement des parties du monde nous semble aussi contingent que le nombre et l'arrangement des parties d'une forest » a été remplacé dans l'imprimé par un autre, qui commence ainsi : « Comme le Monde est un ouvrage, ou pour mieux dire un jeu de la main de Dieu, qui a pu le diviser en tant de parties qu'il lui a plû ». Rien de tel en trigonométrie, dont les contenus n'intéressent pas l'Église, mais dont le texte est néanmoins assez succinct par rapport à la version imprimée qui garde la même structure et les mêmes propositions.

Ce recueil contient donc vraisemblablement des versions précoces de cours professés par Rohault, et le *Traité des Fortifications* y est également assez différent de la version de 1682. En effet, il ne correspond dans sa structure qu'à la première moitié du traité imprimé, mais, même s'il ne lui est pas identique à la lettre, de nombreux paragraphes sont communs aux deux versions. Le manuscrit ne traite que très peu des aspects matériels (lever de plan, terrassement, maçonnerie, etc.) qui sont développés dans l'imprimé, tout comme l'attaque et la défense des places. La présentation du manuscrit pose le problème de la fortification en des

---

[116] [Rohault, Jacques], *Traité des fortifications anciennes et modernes*, vers 1670. Ms 181, Bibliothèque municipale de Sens.
[117] [Rohault, Jacques], *Traitté des fortifications*, XVIII^e^ siècle [plutôt vers 1670]. Ms Gall. Quart. 19, Biblioteka Jagiellońska, Cracovie, Pologne. C'est cette version que nous utilisons principalement pour nos citations.
[118] [Rohault, Jacques], *Recueil de textes de Jacques Rohault* (*Traité des Fortifications* [99-158]), fin du XVII^e^ ou début du XVIII^e^ siècle [plutôt avant 1650]. Ms 3647, Bibliothèque Mazarine, Paris.

termes qui rappellent la réflexion errardienne sur la nécessité d'estimer la force des canons[119] :

> *Ces deux actions attaquer et defendre ne peuvent pas estre considerées separément, parce que pour attaquer avec quelque sorte de connoissance il faut avoir celle de la défense ; et de même pour ne se pas défendre aveuglément, il faut supposer qu'on connoisse quels peuvent estre les efforts de ceux qui attaquent. Cette reflexion rend la methode de ce Traité difficile et sujette a estre contestée.*

Rohault considère qu'il n'est pas possible de connaître la puissance de l'artillerie. Il esquisse néanmoins, à la manière de Lorini et de Fritach, une description de l'évolution de la fortification en réaction à l'invention de l'artillerie, et expose en les commentant six maximes générales reçues de tous, en des termes qui rappellent ceux d'Hérigone (cf. *supra,* §1). Signalons d'ailleurs que Rohault possédait quatre volumes du *Cours* de ce dernier.

Il distingue trois écoles de fortification, la française, l'italienne et la hollandaise, qu'il appelle trois ordres, complétés par un ordre composé. Cela nous rappelle fortement les classifications de Bourdin (cf. *infra,* chap. 9) et corrobore l'hypothèse d'une éducation jésuite de Rohault, d'autant que les maximes de la fortification française dont il se sert pour expliquer le procédé de construction des bastions correspondent exactement à celles d'Errard (Annexe B3, Figure 8.16). L'ordre italien est celui de Lorini et l'ordre hollandais celui de Marolois (Annexe B3, Figures 8.17 et 8.18 resp.). Enfin, l'ordre qualifié de composé correspond à la construction d'Antoine de Ville (Annexe B3, Figure 8.19). Pour chacune des constructions, Rohault expose la méthode de calcul des angles et des lignes par la trigonométrie, sans fournir le détail de leurs applications numériques, mais en consignant les résultats dans quatre tables, une pour chaque ordre.

Dans les autres manuscrits et l'édition de 1682, Rohault abandonne la notion d'ordre. En outre, il renonce à présenter les méthodes italiennes, puisqu'il considère que celle du Chevalier de Ville ne s'en écarte que très peu[120]. C'est la méthode de construction de Pagan qui remplace maintenant l'ordre italien. Nous supposons donc que Rohault a révisé son traité après la parution en 1645 de l'ouvrage de Pagan, dont les méthodes rencontrent un grand succès en France. Le manuscrit de la bibliothèque Mazarine pourrait dater du début des

---

[119] *Ibid*., fol. 1, non paginé.
[120] Rohault, Jacques, *Œuvres posthumes…. op. cit*., p. 388.

années 1640, tandis que les autres versions ont été rédigées après 1645. Il apparaît clairement à la lecture de ses dernières phrases que le *Traité* reprend les cours donnés par l'auteur[121] :

> *J'aurois encore beaucoup de choses à dire touchant cette matiere, si j'avois dessein de la pousser jusqu'au bout ; mais en voilà assez pour ceux qui ne veulent sçavoir des Fortifications qu'autant qu'il en faut pour un Gentilhomme qui a dessein de prendre party dans l'Armée, & c'est particulierement pour ceux-là & pour ceux qui veulent bien me faire l'honneur de m'entendre, que j'ay entrepris ce petit Traité. Je puis pourtant les assurer que pourveu qu'ils veüillent se donner la peine de bien apprendre & mettre en pratique le peu qu'il contient, l'Usage, l'Exercice & l'Experience achevera de les perfectionner entierement.*

Quels sont les principaux changements par rapport à la première version du *Traité* ? L'auteur aborde en physicien la question de la force du canon[122], et même s'il déclare que la portée des armes ne se connaît que par l'expérience, ses réflexions sur la puissance de la poudre et la propulsion des boulets sont novatrices et plus approfondies que les considérations d'Errard sur le même sujet.

Rohault conserve la présentation de quatre processus de construction de bastions différents, mais en les attribuant cette fois-ci à des auteurs, et en les qualifiant de *manières* et non plus d'*ordres*. Après avoir présenté six maximes générales reçues de tous, il caractérise chacune des manières par leurs maximes particulières et des *desseins* dont il montrera comment calculer les lignes et les angles par la trigonométrie. Ses auteurs de référence sont Errard, Marolois, De Ville et Pagan. Les trois premières manières correspondent exactement à trois ordres de la première version manuscrite, l'ordre français, le hollandais et le composé. Nous trouvons chez Rohault la même volonté que chez Chauveau ou Pagan d'opposer la fortification française à une pratique hollandaise jugée défaillante[123] :

> *Errard, avec tous les Français de son temps, estoit encore de cet avis particulier, que l'Angle flanqué fust droict […] Marolois avec les Hollandois [songeait] plutost à proportionner les Lignes d'une Forteresse que les Angles […] Le Chevalier de Ville convenait avec Errard, touchant l'angle flanqué & avec Marolois en ce qu'il voulait un*

---

[121] *Ibid*., p. 477 *sq*. Ce paragraphe n'est pas dans les manuscrits.
[122] *Ibid*., p. 378-380 et p. 385-386.
[123] Rohault, Jacques, *Œuvres posthumes…. op. cit*., p. 387-388.

second flanc […] Le Comte de Pagan vouloit comme Errard, que la Ligne de deffense fust toûjours razante ; Mais il s'est ecarté de tous les autres, en ce qu'il a voulu que le flanc d'un Bastion fust perpendiculaire à la Ligne de deffense du Baston voisin.

Rohault inscrit ainsi la fortification française dans une continuité historique. Le récit cohérent qu'il en donne débute avec Errard, dont l'innovation essentielle concerne le choix de l'angle droit pour l'angle flanqué. Les Hollandais se focalisent sur les distances plutôt que les angles. De Ville réussit l'intégration des avancées hollandaises à la fortification errardienne en conservant l'angle droit flanqué. Finalement Pagan reprend la principale maxime errardienne dans sa nouvelle invention. Rohault résume ainsi son récit historique aboutissant à Pagan[124] :

De la diversité des maximes particulieres sont nées diverses manieres de fortifier une Place, desquelles celle d'Errard a esté nommée par quelques-uns la maniere françoise, celle de Marolois hollandoise & celle du chevalier De Ville composée. Toutes trois aussy bien que celle du Comte de Pagan ont esté effectuées en france ou elles sont devenües si fameuses qu'il ne semble pas qu'on en puisse ignorer une seule sans quelque sorte de deplaisir[125] *principalement si on considere que chacune trouve ses partisans qui luy donnent la preference. Mais pour le jugement que nous en ferons, il ne se lira que dans la suite, et apres les avoir descrites separement.*

Est-ce à dire que ces quatre manières peuvent être indifféremment choisies par les ingénieurs en fonction des contraintes du terrain ? Existe-t-il une méthode meilleure que les autres ? Rohault reporte son jugement à un chapitre spécifique qui viendra après l'exposé détaillé des constructions géométriques et de la façon de calculer les lignes et les angles dans chaque dessin. Il cherche ainsi à convaincre son lecteur de la fiabilité de son jugement final. Comme dans le manuscrit de la bibliothèque Mazarine, il utilise les théorèmes de trigonométrie, en particulier la loi des sinus. Sa méthode est équivalente à celle que nous décrirons chez Ango (cf. *infra*, chap. 9, §3.4), mais appliquée d'une manière encore plus scrupuleuse, en établissant par exemple le parallélisme des droites tracées, afin de pouvoir appliquer les théorèmes sur les angles alternes-internes.

---

[124] [Rohault, Jacques], *Traitté des fortifications*, Ms Gall. Quart. 19, *op. cit.*, fol. 20-v.
[125] « qu'on ne peut pas se dispenser d'en parler sans passer pour un ignorant » (*Œuvres posthumes…. op. cit.*, p. 388).

Notons que Rohault ne suit pas le principe d'Errard réglant toutes les dimensions sur la longueur du flanc, mais qu'il se base sur la ligne de défense de 120 toises. Errard décidait de prendre 16 toises comme valeur minimale de la plus petite ligne du contour, qui servait de longueur-unité à toutes les autres. Il vérifiait ensuite que sa construction donnait une valeur satisfaisante à la ligne de défense. Pour Rohault, comme pour ses contemporains, c'est cette ligne de défense qui règle les autres longueurs. Mais il n'expose que les principes des calculs, sans détailler leurs applications numériques. Les résultats sont livrés globalement dans des tables : « Afin de vous espargner la peine de faire ces sortes de calculs, ils vous sont offerts tout faits dans les quatre tables suivantes »[126]. La comparaison des résultats obtenus va permettre à l'auteur de désigner la meilleure construction.

Sous le titre de *Reflexion sur les quatre manieres precedentes*[127], Rohault s'engage dans une étude critique des manières exposées, au regard des nouvelles pratiques de siège, qui font une part de plus en plus importante aux tranchées et à la mine. Il rappelle que les anciens ingénieurs se préoccupaient surtout des angles à une époque où les brèches étaient ouvertes au canon, mais que cela n'est plus à propos puisque les assiégeants modernes se servent des mines. Il admet que l'essentiel maintenant et de « proportionner les lignes », ce qui l'amène à critiquer le contour errardien, qui ne présentait que des défauts à cet égard. Le contour de Marolois est également écarté, ainsi que celui du Chevalier de Ville, pour des questions de longueurs et en raison de l'existence du second flanc dans la courtine. Il se déclare finalement en faveur de la construction de Pagan, dont les tracés ne présentent que quelques défauts que Rohault propose de compenser par certaines améliorations.

Rohault est donc l'auteur d'un récit historique décrivant une école française de fortification, fondée par Errard, prolongée par de Ville en tenant compte des pratiques hollandaises, et trouvant sa perfection dans les nouvelles méthodes de Pagan. Ce regard est différent de celui des Jésuites, qui présentent les pratiques existantes au-delà du contexte français, peut-être du fait de leur position dans une congrégation religieuse sans frontières. Rohault retrace l'origine et les développements d'une fortification française dans un esprit sans doute inspiré de son mentor Bossuet, qui dans sa *Politique* conçue pour l'éducation du

[126] [Rohault, Jacques], *Traitté des fortifications*, Ms Gall. Quart. 19, *op. cit.*, fol. 44v.
[127] *Ibid*., fol. 50.

Dauphin justifie par l'Écriture sainte une forme de patriotisme naissant[128]. Ce regard nouveau est-il partagé par Roberval, actif à la même époque et dans les mêmes cercles ?

2.2. LE *TRAICTÉ DE FORTIFICATION* DE ROBERVAL

Gilles Personne de Roberval (1602-1675) est cet illustre savant du cercle de Mersenne, qui rivalisait avec les meilleurs scientifiques d'Europe et qui fut nommé à l'Académie des Sciences dès sa fondation en 1666. Mais, comme Chauveau et Rohault, l'essentiel de son activité a été d'enseigner les mathématiques[129]. Il devint dès 1632 professeur de philosophie au Collège de Maître-Gervais, où il élut résidence[130]. Il réussit également à obtenir la chaire de Ramus au Collège royal en 1634 et à la conserver jusqu'à sa mort. Cette chaire de mathématiques était attribuée par concours tous les trois ans. Le professeur titulaire devait faire la preuve de son talent en proposant des problèmes aux postulants, avec l'obligation de céder sa place à celui qui les aurait résolus mieux que lui[131]. Roberval fit donc la preuve qu'il était l'un des meilleurs mathématiciens parisiens pendant plus de quarante ans, ce qui lui acquit une grande réputation. Après 1655, il cumula cette première chaire avec celle laissée vacante par le décès de Gassendi.

Ses leçons publiques avaient beaucoup de succès, attirant parfois plus de cent auditeurs. Il eut également des élèves particuliers, voire des disciples comme François Du Verdus, et fut amené à donner des leçons à des nobles de grandes familles. C'est sans doute le cas de Georges Villiers, second duc de Buckingham, pendant son séjour à Paris de 1642 à 1645[132], puisque Roberval lui dédie ses *Tables*[133], que nous évoquerons plus loin.

---

[128] Bossuet, Jacques-Bénigne, Politique tirée des propres paroles de l'Écriture sainte. A Monseigneur le Dauphin. Ouvrage posthume. Paris, Pierre Cot, 1709, Article VI, « De l'amour de la Patrie », Proposition I : « Il faut estre bon citoyen, & sacrifier à sa patrie dans le besoin tout ce qu'on a & sa propre vie », p. 36-41.
[129] Costabel, Pierre, « Gilles Personne de Roberval (1602-1675) », *op. cit.*, p. 26.
[130] *Ibid.*, p. 21.
[131] Condorcet, Marie-Jean-Antoine-Nicolas de Caritat, Marquis de, *Éloges des Académiciens de l'Académie Royale des Sciences. Morts depuis 1666, jusqu'en 1699. Par M. Le Marquis de Condorcet, de la même Académie & de la Société Royale de Turin*. Paris, Hôtel de Thou, 1773, p. 27.
[132] Costabel, Pierre, « Gilles Personne de Roberval (1602-1675) », *op. cit.*, p. 29.
[133] Roberval, Gilles Personne de, *Trois Tables de la Grandeur des parties d'une Fortification royale. La premiere table contient les parties de l'Orthographie ou Profil, pour toutes les places. La seconde contient la grandeur des angles des neuf premieres figures regulieres, commençant au Quarré & finissant eu Dodecagone. Et la troisiesme contient la longueur des lignes ou costez des mesmes figures.* Paris, s.n., « pour l'Autheur », 1645.

2.2.1 ROBERVAL ET LES MATHÉMATIQUES ÉLÉMENTAIRES

Les historiens des sciences ont souligné le peu d'attention porté aux manuscrits inédits de Roberval[134]. Mais ils ont surtout étudié les avancées théorique de l'illustre géomètre en physique, en mécanique et à propos des indivisibles[135]. Pourtant, l'important fonds d'archives du mathématicien qui se trouve à l'Académie des Sciences de Paris, ainsi que les manuscrits conservés à la Bibliothèque nationale de France révèlent son intérêt pour les mathématiques mixtes (astronomie, architecture, etc.), voire élémentaires (éléments de géométrie euclidienne, géométrie pratique, arpentage, nivellement, etc.)[136] et, en ce qui nous concerne, pour la fortification.

Une édition récente des *Éléments de géométrie de Roberval*[137] a mis en évidence l'originalité de son approche de la géométrie élémentaire, remarquée en son temps par Leibniz lui-même. Cette approche est caractérisée par le souci d'une maîtrise complète du vocabulaire et des définitions des objets étudiés, ainsi que celui de ne pas admettre sans démonstration les propositions qui peuvent être démontrées[138]. Roberval en avait élaboré le projet à partir des années 1640 et l'avait retravaillé en vue de sa publication jusqu'en 1675, date de sa mort qui en empêcha la réalisation. Nous pouvons nous demander s'il s'agit d'un ouvrage d'enseignement, car il est difficile d'accès[139], mais Roberval lui-même reconnaissait avoir rencontré parmi ses élèves « des esprits pointilleux et opiniâtres qui s'arrêtent partout et qui trouvent des difficultés sur l'explication des théorèmes que l'on démontre et même sur celles des premiers principes qui ne se démontrent pas »[140]. L'indéniable profondeur des *Éléments de géométrie* n'était pas forcément de nature à en détourner ce type d'élèves.

---

[134] Costabel, Pierre, « Gilles Personne de Roberval (1602-1675) », in Costabel, Pierre, Martinet, Monette, *Quelques savants et amateurs de Science au XVII^e siècle*. Paris, Société française d'histoire des sciences et des techniques (Cahiers d'Histoire et de Philosophie des Sciences, nouvelle série, n°14), 1986, p. 26 ; Jullien, Vincent, *Éléments de géométrie de G. P. de Roberval*. Pars, Vrin, coll. « Mathesis », 1996, p. 51 *sq* ; Hara, Kokiti, notice « Roberval, Gilles Personne (or Personier) De », *Complete Dictionary of Scientific Biography* [e-book], New York, Charles Scribner's Son, 2007-2008.

[135] Cf. Hara, Kokiti, notice citée, *Complete Dictionary of Scientific Biography*.

[136] Cf Gabbey, Alan, *Gilles Personne de Roberval (1602-1675). Un savant révélé par ses archives. Catalogue des manuscrits et des documents. Documents inédits*. Ouvrage non publié, Archives de l'Académie des Sciences, Paris, dossier *Roberval*.

[137] Jullien, Vincent, *Éléments de géométrie de G. P. de Roberval*, *op. cit.*

[138] Costabel, Pierre, « Gilles Personne de Roberval (1602-1675) », *op. cit.*, p. 25.

[139] Jullien, Vincent, *Éléments de géométrie de G. P. de Roberval*, *op. cit.*, p. 35.

[140] *Ibid*., p. 58 : « Préface aux nouveaux Éléments par M. Blondel ».

Roberval était donc à la fois un mathématicien et un professeur. Jusqu'à présent, c'est plutôt le savant qui a fait l'objet de l'attention des historiens, mais l'existence d'un traité de fortification de sa main attise notre intérêt pour l'enseignant. En effet, comme nous avons pu le constater dans notre étude, la fortification n'est pas un domaine de recherche mathématique, mais plutôt un champ d'application de la géométrie pratique qui s'appuie sur les propositions euclidiennes lorsque les démonstrations sont nécessaires. Dans quelles circonstances Roberval a-t-il pu s'intéresser aux fortifications ? Était-ce en tant que professeur, mathématicien ou même ingénieur ? Rappelons en effet que Roberval a participé aux réunions d'ingénieurs en 1627 au moment du siège de La Rochelle[141], où il a pu rencontrer René Descartes, Blaise-François de Pagan, ou encore le héros du siège d'Ostende, Pompeo Targone. En outre, selon le témoignage de Mersenne, Roberval a assisté au siège de Thionville en 1643 et effectué là-bas des expérimentations sur le son[142]. En outre, nous relevons dans l'inventaire de sa bibliothèque du collège de Maitre-Gervais la présence du traité de fortification de Hondius[143] et de celui de Pagan[144], ainsi que trois ouvrages d'Hérigone qui pourraient être les trois premiers volumes du cours de celui-ci[145], le troisième contenant la fortification. Enfin, il gardait avec lui un compas de proportion d'un des célèbres facteurs d'instruments Blondeau[146], probablement Baptiste qui bénéficiait d'un logement au Louvre, comme Alleaume, depuis 1642.

Roberval n'était donc pas exclusivement un mathématicien préoccupé de théories, mais il portait aussi sa réflexion sur des matières militaires dont il avait lui-même l'expérience. Son traité de fortifications correspond donc à l'un de ses domaines de compétence. L'a-t-il écrit à des fins pédagogiques ?

---

[141] Auger, Léon, *Un savant méconnu, Gilles Personne de Roberval, 1602-1675 : son activité intellectuelle dans les domaines mathématique, physique, mécanique et philosophique*. Paris, Librairie scientifique A. Blanchard, 1962, p. 9.
[142] Costabel, Pierre, « Gilles Personne de Roberval (1602-1675) », *op. cit.*, p. 25.
[143] Gabbey, Alan, *Gilles Personne de Roberval (1602-1675). Un savant révélé par ses archives...*, *op. cit.*, n°30, p. 101.
[144] *Ibid.*, n°31, p. 101.
[145] *Ibid.*, n°111, p. 110.
[146] *Ibid.*, p. 95 (Inventaire après décès).

2.2.2. LES DIVERS MANUSCRITS DU *TRAICTÉ*

Dans l'état actuel de nos recherches, nous avons localisé cinq versions différentes du *Traicté des fortifications Regulieres et Irregulieres* de Roberval. Chacune d'elles est précédée d'une partie de géométrie pratique, auquel l'auteur fait systématiquement référence dans toute la suite, sans aucun renvoi à d'autres ouvrages de géométrie. Les deux parties forment donc un ensemble autonome, qui mérite une édition critique que nous préparons, et nous nous bornerons ici à décrire les manuscrits et formuler des hypothèses sur leur confection. Dans toute la suite, nous désignerons par *Traicté* l'ensemble des deux parties indissociables, géométrie pratique et fortification.

Le premier manuscrit[147], que nous désignerons par AcS-38, était à l'origine dans les papiers de Roberval au collège de Maître-Gervais, il a été déposé à l'Académie des Sciences à la succession du savant. D'une écriture soignée, qui n'est pas celle de Roberval, il est composé de dix-neuf cahiers, dont certains sont indépendants des autres et peuvent avoir été insérés ultérieurement. Il ne contient aucune illustration, mais porte un grand nombre de corrections manuscrites et d'ajouts d'au moins trois mains différentes.

La Bibliothèque nationale de France possède deux manuscrits du *Traicté*. Le premier, fr. 25305[148], est rédigé d'une écriture rapide sans mise en page particulière, et ne porte pas de corrections. Il contient très peu d'illustrations. Celles-ci ne concernent que la première partie et le rédacteur a prévu de les regrouper dans des cadres, mais seuls les deux premiers en portent effectivement[149], les autres restant vides[150]. Le second manuscrit, fr 658[151], est rédigé d'une belle écriture très peu corrigée, c'est visiblement une mise au propre du *Traicté*. La première partie comprend de nombreuses figures géométriques dessinées dans les marges. La seconde partie n'en contient pas, mais une planche gravée intitulée « Ichnographie d'un hexagone – ortographie ou profil »[152] est insérée au début du chapitre concernant la fortification irrégulière.

---

[147] Roberval, Gilles Personne de, *Exercices de géométrie pour les fortifications*, 19 cahiers, XVII^e^ siècle. Fonds Roberval 38, Archives de l'Académie des Sciences, Paris.
[148] [Roberval, Gilles Personne de], *Traité de géométrie et de l'attaque des places*, XVII^e^ siècle. Ms français 25 305, Bibliothèque nationale de France.
[149] *Ibid*., p. 30 & 31.
[150] *Ibid*., p. 44-45 et probablement p. 95 (cadre non dessiné).
[151] [Roberval, Gilles Personne de], *Traité de topographie appliquée à la fortification*, XVII^e^ siècle. Ms français 658, Bibliothèque nationale de France.
[152] *Ibid*., feuille inséré entre les fol. 97 et 98. La cuvette de l'impression est nettement visible.

Nous avons localisé le quatrième manuscrit à la bibliothèque Villon de Rouen[153], c'est le seul qui ne soit pas conservé à Paris. Rédigé avec grand soin, il ne porte presque aucune correction, mais ne contient pas de figures autres que celle de l'hexagone fortifié, sur une planche gravée identique à celle du manuscrit fr 658 et insérée au début de recueil. Cette planche est accompagnée d'un placard *in-plano* imprimé recto-verso, intitulé *Trois Tables de la Grandeur des parties d'une Fortification royale*[154].

Le dernier exemplaire localisé appartient à la Bibliothèque Sainte Geneviève[155], sous la cote Ms 1060. C'est également un recueil de belle facture, accompagné des *Tables* imprimées et de la figure de l'hexagone fortifié[156]. Notons cependant que cette figure n'est pas imprimée, mais tracée à la plume, de même que toutes les autres figures du recueil. De ce point de vue, c'est le plus complet, puisqu'il contient toutes les figures auxquelles le texte renvoie, tant en géométrie qu'en fortification. Pour la fortification, ces figures sont tracées sur des feuillets dépliants collés au recueil.

Le projet de Roberval - Essai de classement des manuscrits

Malgré la mention de Blondel figurant sur le quatrième cahier de AcS-38 (Annexe B3, Figure 8.20), l'attribution du *Traicté* à Roberval ne fait aucun doute[157]. En effet, la dédicace des *Trois Tables* imprimées en 1645 est signée de Roberval et ces tables font clairement référence au texte du manuscrit : « Les caracteres de renvoy, tant de cette premiere Table que des deux autres, se rapportent à la figure Exagonale dont nous nous sommes servis pour les definitions ». Réciproquement, nous lisons dans le manuscrit : « En la Table suivante, on trouvera tous les Angles pour les 9 premieres figures regulieres »[158] Le *Traicté* était donc probablement prêt dès 1645. Il a été suggéré que Roberval l'avait composé après ses expériences de Thionville en 1643, probablement en reprenant une rédaction entamée à

[153] [Roberval, Gilles Personne de], *Traité de trigonométrie et de fortification*, XVII^e siècle. Ms I 17, Bibliothèque Villon, Rouen.
[154] Roberval, Gilles Personne de, *Trois Tables de la Grandeur des parties d'une Fortification royale…*, *op. cit.*
[155] [Roberval, Gilles Personne de], *Recueil*. 1 (fol. 1) *Traité de géométrie et de trigonométrie ; avec figures* ; 2 (fol. 59) « *Traicté des fortifications regulières et irregulières », avec figures* ; 3 (fol. 132) *« Trois tables de la grandeur des parties d'une fortification royale, dediées à M. le duc de Buckingham, par M. Roberval », pièce imprimée « A Paris, 1645 »*. Ms 1060, Bibliothèque Sainte Geneviève.
[156] *Ibid*., fol. 63.
[157] Costabel, Pierre, « Gilles Personne de Roberval (1602-1675) », *op. cit.*, p. 29.
[158] [Roberval, Gilles Personne de], *Recueil*, Ms 1060, Bibliothèque Sainte Geneviève, *op. cit*., fol. 74v *sq*.

l'époque du siège de La Rochelle[159]. Pourquoi Roberval n'a-t-il fait imprimer qu'une planche et le placard des *Tables* ? Une hypothèse possible est fondée sur l'état du Ms AcS-38.

L'existence de divers manuscrits mis au propre montre que le *Traicté de Fortification* a été l'objet d'une attention particulière de la part de Roberval. En outre, parmi les nombreuses corrections que contient le manuscrit AcS-38, certaines, d'une même main, ne portent que sur l'orthographe et la mise en page. Elles manifestent ainsi une préparation à l'impression semblable à celle des *Éléments de géométrie*[160] et pourraient avoir été effectuées par Blondel ou La Hire après le décès de Roberval. Le projet du *Traicté* peut-il correspondre à celui des *Éléments* ? Ceux-ci ont probablement été conçus comme première partie d'une Somme des mathématiques du temps, ce que tend à indiquer la préface rédigée par Roberval lui-même[161]. Comme nous le verrons chez Bourdin, la fortification peut être considérée comme une partie de la géométrie pratique, elle aurait donc sa place dans un ouvrage abordant toutes les mathématiques de l'époque. Cependant, les *Éléments* sont une reprise critique du corpus euclidien, s'attachant à en refonder les premiers principes[162], ce qui est très loin des sujets abordés par le *Traicté*.

En l'absence de présentation de l'ouvrage par l'auteur, nous ne savons pas exactement quel était son projet. De même, aucun destinataire autre que le duc de Buckingham n'est identifié, mais cette mention date de 1645, trente ans avant la disparition de l'auteur. Remarquons cependant que les termes de la dédicace du placard de 1645 indiquent la volonté de publier l'ouvrage entier à destination du même personnage : « J'aurois eu honte de vous presenter si peu de choses qu'est le contenu de ces Tables, si ce n'estoit tout ce que je puis maintenant ». Cela donne un visage au destinataire, contrairement à celui des *Éléments*, qui a été vu comme une fiction, celle d'un mathématicien exigeant, pour lequel les discours doivent être justifiés, et les propositions démontrées[163].

Nous considérons donc le duc de Buckingham comme le destinataire du *Traicté*. Cette hypothèse est d'autant plus vraisemblable que le manuscrit 1060 paraît avoir été composé

[159] Costabel, Pierre, « Gilles Personne de Roberval (1602-1675) », *op. cit.*, p. 28.
[160] Jullien, Vincent, *Éléments de géométrie de G. P. de Roberval*, *op. cit.*, p. 27-30.
[161] *Ibid*., p. 38.
[162] *Ibid*., p. 39.
[163] *Ibid*., p. 37.

pour lui être offert[164]. A 17 ans, le jeune homme avait été éduqué au sein de la famille royale anglaise, puis à l'université de Cambridge. Il avait suivi un enseignement de géométrie de Hobbes, qui l'a certainement présenté à Roberval pour des leçons spécifiques sur la fortification. Le destinataire du *Traicté* est donc un jeune noble de l'élite aristocratique militaire, sans connaissance particulière de la pratique des fortifications. Nous soumettrons cette hypothèse à l'analyse des contenus mêmes du manuscrit.

Roberval conservait le manuscrit AcS-38 dans ses papiers, cela veut-il dire qu'il en projetait la publication à la fin de sa vie, comme les *Éléments* ? L'unité des textes des manuscrits indique qu'il n'y a pas eu de révision importante après 1645. Les diverses mises au propre que nous avons localisées pourraient être des préparations à une publication qui n'eut jamais lieu. Leur contenu nous permet néanmoins de proposer un classement chronologique.

Le manuscrit de référence servant de base aux autres est AcS-38. Il contient en effet la totalité du texte du *Traicté*, à l'exception d'une annotation dans BSG[165], et même des corrections qui ne se retrouvent nulle part ailleurs[166]. Les autres manuscrits en sont des copies, dans divers états. Nous mettons à part fr 25305, car il ne contient pas le chapitre de trigonométrie qui fait l'objet d'un cahier autonome dans AcS-38. Cela pourrait faire de fr 25305 la plus ancienne version, à moins que le copiste ait tout simplement supprimé ce passage. Ensuite viendra le fr 658, qui présente certaines corrections (avec mots biffés) intégrées dans le texte des autres manuscrits[167]. Puis viendront finalement, les manuscrits de Rouen et de la Bibliothèque Sainte Geneviève ne présentent pas de différence significative, si ce n'est pour les figures, absentes du premier.

Nous pensons donc que toutes les corrections ont été faites à l'époque des leçons données à Buckingham. Si Roberval était revenu ensuite sur ce travail, il est certain qu'il aurait mentionné Pagan, dont il possédait *Les Fortifications* et qu'il connaissait sans doute

---

[164] Noel Malcolm a identifié le rédacteur parisien du manuscrit 1060, qui travaillait habituellement pour Hobbes. Selon Malcolm, le manuscrit a été mis au propre pour présentation au duc (Malcolm, Noel, *Aspects of Hobbes*, Oxford University Press, 2002, p. 161).

[165] [Roberval, Gilles Personne de], *Recueil*, Ms 1060, BSG, *op. cit.*, fol. 24, à propos de la seizième pratique du compas de proportion.

[166] Par exemple, dans l'énoncé de la 5e maxime (cahier 2, p. 8) : « en lieu de la valeur pour chacun angle » a été remplacé par « au lieu de la valeur pour cet angle ».

[167] Par exemple, à propos des ouvrages à cornes, au fol. 94v, « qui ont deux flancs » est corrigé en « qui ont deux fronts », comme sur AcS-38 (cahier 15, page 5).

personnellement. Il est donc probable qu'il n'envisageait pas la publication de l'ouvrage, car il ne l'a pas retouché. Dans la suite de notre travail, nous nous référerons donc au manuscrit 1060 de la Bibliothèque Sainte Geneviève, qui nous apparaît comme la version la plus aboutie du traité de Roberval, en particulier parce qu'il contient toutes les figures nécessaires à sa compréhension.

2.2.3. L'ORGANISATION DU *TRAICTÉ*

Nous donnons ci-dessous le sommaire abrégé du *Traicté*, (Tableau 7.21), le sommaire détaillé des divers recueils se trouvant dans l'Annexe A3.2. Les deux parties, consacrées à la géométrie et à la fortification, sont d'une soixantaine de pages chacune, ce qui montre la place importante que prend la géométrie pour la fortification. et met en évidence l'ordre des connaissances établi par l'auteur, pour lequel les deux domaines peuvent être traités séparément.

Titre	p.
[Géométrie] Definitions	1
Maximes pour toute la geometrie	5
Quelles opérations du Compas & de la règle Il faut sçavoir.	12
L'usage du Compas de Proportion	13
Usage des sinus, tangentes & secantes pour la trigonometrie ; Calcul des Triangles Rectilignes	30
De l'usage du graphometre	41
De l'usage de la boussole	43
La mesure des distances accessibles et inaccessibles	48
Prendre le plan des places	52
Traicté des fortifications Regulieres et Irregulieres.	61
Ichnographie de lhexagone [figure manuscrite]	63
Definitions des parties d'une fortification, ou l'explication des noms de ces parties. Des angles de l'Ichnographie. Des parties de l'orthographie. Divisions de ce Traicté des fortifications	64
Premier Traicté de la fortification des places Regulieres	67v
Premiere partie : De la proportion qu'il faut garder entre les parties de l'Orthographie	68
Seconde partie : De la grandeur des Angles	71v
Troisiesme partie : De la longueur des lignes ou costez de la place.	75
Quatriesme et derniere partie : Le moyen de representer les fortifications en figure ou les bastir en effect sur la campaigne	81v
Pour representer une fortification reguliere en figure sur le papier	82
Pour tracer une fortification reguliere sur la campaigne	83v
Tracer les Ramparts, fossez et autres parties de la fortification	87
De la Construction des Ravelins ou Demylunes (Figure p. 90)	91
Des pieces à cornes (Figure p. 90)	92
Des pieces à cornes entées et couronnées (Figure p. 93)	95
[Second traité] Des Fortifications Irregulieres	98
Premiere partie : Du Dessein qu'il faudra prendre touchant l'enceinte et le nombre des Bastions	99
Seconde partie : contenant les problesmes necessaires a la construction.	102v

[Troisième traité] De l'attaque des Places	125
De la circonvallation et des forts provisionnaires ou forts de campaigne.	125v
Trois tables imprimées : « A Paris, 1645. Pour l'Autheur »	131

Tableau 8.21 : Sommaire du *Traicté* (Ms 1060, BSG)

Les deux parties, consacrées à la géométrie et à la fortification, sont d'une soixantaine de pages chacune, ce qui montre la place importante que prend la géométrie pour la fortification, et met en évidence l'ordre des connaissances établi par l'auteur, pour lequel les deux domaines peuvent être traités séparément.

La partie de géométrie a donc son ordre propre, entièrement tourné vers les mesures et la pratique des instruments. Les onze « Maximes pour toute la géométrie » ont valeur d'axiomes, puisqu'elles ne reçoivent pas de démonstration. Elles concernent essentiellement les angles et leurs mesures, ainsi que le théorème de Pythagore. Les quarante pages suivantes sont consacrées à l'explication de l'usage des instruments employés par les ingénieurs dans leurs relevés de terrain, graphomètre, boussole et surtout, compas de proportion, ce qui est encore une fois très fortement lié à la question des angles. Cette partie de géométrie est donc restreinte aux notions et pratiques nécessaires à l'exercice de la fortification (calculs d'angles, résolution de triangles pour le calcul des longueurs, tracés sur le papier et sur le terrain, lever de plans.)

Vient ensuite le traité de fortification proprement dit. Après une présentation générale évoquant les questions d'artillerie, Roberval traite de la fortification régulière, dans laquelle il suit un ordre plus hollandais qu'errardien. En effet, il ne cherche pas à montrer d'abord comment les polygones doivent être fortifiés, mais il part d'une figure déjà tracée pour enseigner tous les termes relatifs à la fortification. Il présente ensuite les *regles* utilisées pour calculer les angles, puis les longueurs des lignes du contour fortifié. Ce n'est qu'ensuite qu'il explique comment bastionner un polygone, suivant une méthode originale que nous développerons plus loin. Enfin, la trentaine de pages consacrées à la fortification irrégulière est surtout l'occasion de résoudre de manière systématique le problème de la construction des bastions sur un angle ou une ligne donnés, d'une façon proche de celle de Chauveau, mais mieux organisée et traitée complétement.

Quelle est l'articulation de ces deux parties et comment la géométrie sert-elle aux fortifications ?

2.2.4. UNE GÉOMÉTRIE TOURNÉE VERS LA PRATIQUE DE LA FORTIFICATION

À l'exception de la trigonométrie et du lever de plan, le contenu de la première partie du *Traicté* a été repris d'un autre manuscrit de Roberval déposé aux Archives de l'Académie des Sciences[168], et dont le titre initial, *Pratique de la Geometrie et arpentage*, a été biffé. Ce manuscrit expose en plus de trois cents pages la mesure des distances inaccessibles, l'arpentage, la stéréométrie et le jaugeage, enfin le nivellement. Une partie annoncée sur la conduite des eaux n'existe pas dans cette version de travail copieusement annotée.

Roberval n'a repris pour le *Traicté* que la partie de ce manuscrit qui précède l'arpentage, dont il supprime d'ailleurs toute mention dans le texte qu'il conserve[169]. Des paragraphes entiers sont renvoyés à un éventuel autre ouvrage, avec la mention « bon pour l'arpentage »[170]. S'il n'a pas gardé la stéréométrie et le nivellement, c'est qu'à la différence de Milliet Dechales et de Rohault, il n'aborde pas la question des volumes de terre utilisés pour les bastions. En fait, ce premier traité est tourné vers la maîtrise de la construction et de la mesure des figures, en lien avec les pratiques des ingénieurs pour le tracé des plans de forteresses. L'objectif est donc très différent de celui des *Éléments*. Il est intéressant de comparer les deux approches, afin de déterminer comment l'objectif d'enseignement de la fortification modifie la présentation de la géométrie.

Les définitions

La différence entre les deux ouvrages apparaît dès les premières définitions. Il n'est pas question ici comme dans les *Éléments* de refonder la géométrie euclidienne en établissant l'existence de ses objets. Dans le premier livre des *Éléments*, Roberval part de l'existence des solides pour établir, par division celle des surfaces, des lignes et des points[171]. La définition de la ligne droite (*i.e.* du segment) nécessite en particulier un certain nombre de postulats sur les solides. En effet, le segment est présenté comme ensemble de points qui conservent la même position lorsqu'un solide tourne autour de deux de ses points pris comme pivots[172]. De même l'auteur s'attache à la démonstration de l'existence du plan géométrique, engendré par une

[168] Roberval, Gilles Personne de [& Blondel, François ?], *Géométrie pratique*, 4 cahiers, 48 et 3×96 pages, XVII^e siècle. Fonds Roberval 25, Archives de l'Académie des Sciences, Paris.
[169] Voir par exemple cahier 1, pages 12, 15, 18 et 26 ; cahier 2, page 17.
[170] Voir par exemple cahier, pages 13 et 30.
[171] Jullien, Vincent, *Éléments de géométrie de G. P. de Roberval*, *op. cit.*, p. 73-75.
[172] *Ibid*., p. 100.

ligne tournant autour d'une autre ligne qui lui est perpendiculaire « comme alentour d'un axe qui ne change point de position »[173], ce qui nécessite un certain nombre de postulats et de propositions de géométrie de l'espace.

L'approche du *Traicté* est radicalement différente. Les définitions élémentaires sont données dans une forme concise suivant l'ordre euclidien des ouvrages usuels de géométrie pratique, partant du point pour aller vers les solides. Roberval va droit au but en délimitant son sujet dès les premières lignes : « Et sy les lignes qui forment un angle sont droictes il sera appelé un angle plan rectiligne qui est le seul dont nous avons affaire, attendu que les angles qui sont faictz des lignes courbes ne sont pas en usage dans ce traicté »[174]. D'une manière générale, beaucoup de définitions sont proches de celles des *Éléments*, mais se limitent à ce qui est utile à la fortification. Roberval définit par exemple les surfaces en reprenant les termes de la 5^{e} définition du livre III de ses *Éléments*[175], mais il ajoute : « les plus considerables, necessaires ou utiles à notre dessein sont celles qui suivent ».

La principale de ces surfaces nécessaires à la fortification est le cercle, dont il est précisé : « Il faut prendre garde que la ligne ronde n'est pas le cercle, mais seulement la circonference d'iceluy, et le cercle est l'espace ou le champ qui est enfermé par cette circonference ». Le vocabulaire employé (« rond » au lieu de « courbe ») est adapté à une personne débutante, qui doit prendre conscience de ce qu'est le cercle (une surface) et de ce qu'il n'est pas (une ligne). Nous n'imaginons pas que Roberval puisse s'adresser ici à des mathématiciens. Les définitions suivantes (polygones, différents triangles et quadrilatères) sont une version simplifiée de celles des *Éléments*[176]. Notons que dans l'un et l'autre de ces deux ouvrages, Roberval s'applique à nommer les polygones successifs, comme le faisait aussi Rohault, également préoccupé de la précision du vocabulaire des objets définis.

La question de la mesure des angles est posée dès la définition du cercle, à travers une remarque préliminaire très éloignée des préoccupations des *Éléments*, mais qui donne en revanche une image claire et simple de ce qui est présenté[177] :

---

[173] *Ibid*., p. 143.
[174] Ms 1060, fol. 1.
[175] Jullien, Vincent, *Éléments de géométrie de G. P. de Roberval*, *op. cit.*, p. 73-75.
[176] *Ibid*., livre IV, p. 195-198.
[177] Ms 1060, fol. 1v.

Il faut bien remarquer touchant les angles que leur grandeur se considere non par la longueur des lignes mais par l'ouverture des mesmes lignes : de sorte que quoy que les lignes soyent fort longues, elles peuvent former un petit angle, si elles sont peu ouvertes, comme aussy elles peuvent quoy que bien courtes former un grand angle, estant fort ouvertes.

Une page entière est consacrée à la mesure des angles, le degré étant défini comme la 360e partie d'une circonférence. Dans cette partie, la dénomination des angles provient de leurs mesures : « si l'arc qui est la mesure d'un angle vaut 53 degrez 25 minutes, l'angle sera appellé un angle de 53 degrez et 25 minutes »[178]. Notons que les *Éléments* ne mentionnent pas la mesure des angles en degrés, mais seulement en tant que fractions d'angle droit (ou de deux angles droits), y compris lorsqu'il s'agit des polygones[179].

Il apparaît donc clairement que le destinataire du *Traicté* n'est pas l'esprit exigeant de celui des *Éléments*, mais qu'il est un débutant éclairé qui bénéficie de toute l'attention de son maître. Roberval anticipe de possibles erreurs et répond à des questionnements très éloignés des habituelles préoccupations des ouvrages de géométrie pratique. Au chapitre suivant, il offre, sous l'appellation de *Maximes pour tout la Geometrie*[180], des propositions fondamentales pour la mesure des angles, mais sans leurs démonstrations.

Les Maximes de la géométrie

Il paraît surprenant de trouver appliqué à la géométrie le terme de *maxime*, si fréquent dans les ouvrages de fortification, mais il se justifie pleinement. Les maximes ne sont ni des axiomes, ni des théorèmes, car elles sont justifiées mais non démontrées. En utilisant ce terme, Roberval unifie les pratiques des géomètres et celles des ingénieurs, ce qui l'éloigne encore plus des préoccupations des *Éléments*. Sur quoi portent ces maximes ?

Elles concernent surtout des propriétés élémentaires des angles et leur application à la recherche de leurs mesures dans certaines configurations. La première, justement, considère la division de l'angle de 360° en parties égales ou inégales à partir d'un point, et permet de donner la règle de calcul de l'angle au centre d'un polygone, sachant que les fractions de minutes sont estimées inutiles. Les suivantes portent sur les mesures de deux angles

[178] *Ibid*., fol. 3.
[179] Jullien, Vincent, *Éléments de géométrie de G. P. de Roberval*, *op. cit.*, livre VIII, p. 404-438.
[180] Ms 1060, fol. 5-11.

supplémentaires, sur les angles droits, la somme des angles d'un triangle, etc., jusqu'au théorème de Pythagore et à celui de l'angle au centre. Dans chaque cas, Roberval montre ce qu'il est possible d'en tirer dans les diverses configurations de triangles, de quadrilatères, de parallèles, qui se rencontreront par la suite. Il s'attache à donner l'information la plus complète et çà tirer toutes les conséquences des maximes qu'il expose. Donnons l'exemple de la quatrième maxime, qui reprend la 23e proposition de ses *Éléments* et son scholie, en remplaçant les angles par leurs mesures (« deux droits » par « 180 degrez » etc.)[181] :

> *Les trois angles d'un triangle, quel qu'il soit, pris ensemble, valent cent quatre vingtz degrez, sçavoir autant que deux angles droicts.. Partant si le triangle est rectangle, ayant un angle droict qui vaudra 90 deg. pour sa part, les deux autres ensemble ne vaudront que nonante degrez. Et si on sçait la valeur de ces deux, pour Exemple s'il vaut cinquante degrez, on aura aussy la valeur de l'autre qui sera de quarante degrez que les deux valent ensemble.*

Nous retrouvons ainsi dans ces onze maximes un certain nombre de propositions des *Éléments*[182] rédigées sous une autre forme et entièrement orientées vers la mesure numérique des angles sur le papier. La suite du texte s'occupe en particulier de cette mesure sur le terrain.

L'usage des instruments

L'objectif de cette longue partie est annoncé clairement en préambule. Il s'agit de rendre le lecteur, l'élève, capable de tracer les plans le plus justement possible, en sachant mesurer les distances et les angles sur le terrain et les reproduire sur le papier[183] :

> *Pour representer en figure au juste le plan de qu'elle figure que ce soit, il faut sçavoir quelques operations desquelles les unes se font commodement avec le seul compas & la regle, & les autres par le moyen de quelques autres instruments, comme le compas de proportion que nous choisirons pour cet effet.*

Les opérations du compas et de la règle correspondent aux tracés classiques (perpendiculaires, parallèles, bissectrices, etc.) des traités de géométrie pratique de l'époque

---

[181] *Ibid*., fol. 6v *sq*.
[182] Par exemple : 28e proposition du Livre III pour la 1re maxime ; 17e proposition du Livre IV pour la 7e ; corollaire de la 2e proposition du Livre IV pour la 8e ; synthèse de la 17e proposition du Livre V pour la 11e, etc.
[183] Ms 1060, fol. 12.

(cf. *supra* chap. 1, §2.1). Signalons cependant la sixième opération, peu commune : « A une ligne droite donnée, mener une autre ligne droite parallele distante d'icelle d'une distance donnée »[184]. Cet usage est particulièrement adapté à la construction du contour d'une forteresse, puisque la ligne du fossé doit être tracée parallèlement aux remparts, en respectant la largeur imposée par les maximes de la fortification.

Les constructions à réaliser à la règle et au compas sont énoncées sans l'explication des procédures à suivre. Roberval laisse son lecteur s'y exercer par lui-même : « Ces operations et quelques autres s'apprendront mieux par l'usage, et par la pratique que par Preceptes, c'est pourquoy nous en supposerons la connoissance et viendrons aux operations du compas de proportion »[185]. Roberval concentre ainsi son enseignement sur les pratiques de terrain qui ne sont pas fréquemment enseignées en géométrie, à commencer par le lever de plan[186], et il utilisera systématiquement le compas de proportion.

Interrogeons-nous sur le choix de cet instrument, plutôt que celui d'instruments usuels de la géométrie pratique, comme le carré géométrique ou le bâton de Jacob, dont la manipulation est plus aisée. Les auteurs des ouvrages de géométrie pratique du XVI^{e} siècle indiquaient en général plusieurs instruments, comme nous l'avons vu chez Oronce Fine et Jakob Köbel (cf. *supra*, chap. 1, §2.1). Cependant, nous avons également étudié les travaux d'ingénieurs présentant un unique instrument, de leur invention : le compas géométrique de Samuel Marolois[187], l'instrument de Jean Errard[188], le graphomètre de Danfrie[189], le mécomètre d'Henrion[190], etc. Roberval n'est pas donc pas une exception de ce point de vue, mais l'instrument choisi, le compas de proportion récemment inventé, n'est pas encore très connu du grand public. Il suscite néanmoins beaucoup d'intérêt, ce que manifeste le grand nombre

[184] *Ibid*., *loc*. *cit*.
[185] *Ibid*., fol. 12v.
[186] Il nous paraît probable que ce discours soit exactement adapté au duc de Buckingham, qui connaissait déjà les constructions élémentaires à la règle et au compas à travers les cours de géométrie de Hobbes (Malcolm, Noel, *Aspects of Hobbes*, *op*. *cit*., p. 161-162).
[187] Marolois, Samuel, *Geometrie contenant la theorie et practique d'icelle necessaire a la fortification…*, *op*. *cit*., 1616, fol. signés P-S et X-Z.
[188] Errard, Jean, *La Geometrie et practique generalle d'icelle…*, *op*. *cit*., 1594, p. 1-11.
[189] Danfrie, Philippe, *Declaration de l'usage du graphomètre…*, *op*. *cit*., 1597.
[190] Henrion, Didier, *L'usage du mecometre qui est un instrument geometrique…*, *op*. *cit*., 1630.

d'ouvrages qui lui sont consacrés, à commencer par celui d'Henrion que nous avons déjà cité[191]. Quels sont ses avantages par rapport aux autres instruments ?

Le compas de proportion a de multiples usages géométriques et numériques. Il sera utilisé par les ingénieurs à la fois sur le terrain pour les visées et sur le papier pour les constructions et certains calculs[192]. Roberval a clairement pour objectif de rendre son élève capable d'effectuer lui-même le travail de mesure sur le terrain, en recommandant pour cela une maîtrise complète du mode opératoire du compas de proportion, car ce compas présente l'avantage de pouvoir être utilisé sans rupture du terrain au papier pour le lever de plan, et réciproquement du papier au terrain pour le tracé des lignes au sol. En effet, sa petite taille permet d'une part de mesurer les angles par visée et de les reporter directement sur le papier, et d'autre part de construire sur le terrain des lignes et angles mesurées sur le papier. Il est également possible de s'en servir pour une résolution approchée des triangles ne nécessitant pas de calculs écrits.

La justification du choix du compas de proportion vient finalement pour les dernières opérations décrites, les trois cas de résolution de triangles[193] : « Cette operation et les deux suivantes sont les principales de nostre instrument, sans lesquelles il ne seroit pas tant à priser, pour ce que par le moyen d'icelles, on peut mesurer tout ce qui est inaccessible ». L'importance de la maîtrise de cette opération est soulignée après sa description : « Cette Regle, pour sa grande utilité, merite d'estre pratiquée par plusieurs Exemples, jusques à ce qu'on la sçache parfaictement par memoire »[194].

Effectivement, la résolution des triangles est à la base de tous les calculs de longueurs des forteresses de la seconde partie du *Traicté*[195]. Cependant, Roberval a inséré dans la première

---

[191] Henrion, Didier, *Usage du compas de proportion*., *op. cit.*, 1618, réédité trente fois jusqu'à l'édition de Deshayes, Jean, *L'Usage du compas de proportion de D. Henrion, Mathematicien. Nouvellement revû, corrigé et augmenté en toutes ses parties de plusieurs propositions nouvelles et utiles. Par le Sieur Deshayes, Professeur és Mathematiques*. Paris, l'auteur & R.J.B. de La Caille, 1681 ; Coignet, Michel, *La geometrie reduite en une facile et briefve practique, par deux excellents instruments dont l'un est le Pantometre ou compas de proportion de Michel Connette…*, *op. cit.*, 1626 ; Forest Duchesne, *Nicolas, La fleur des pratiques du compas de proportion, où sont facilitées toutes les plus belles demonstrations des Mathematiques. Reveuë & augmentée par l'auteur*. Paris, Henri Guenon, 1639, etc.

[192] Baverel, Danièle, « Le compas de proportion », *in* Hébert, Élisabeth (dir.), *Instruments scientifiques à travers l'histoire*. Paris, Ellipses, collection, « IREM – Histoire des Mathématiques », 2004, p. 315-335.

[193] « Dixseptiesme : Ayant connus deux angles d'un triangle et un costé ; calculer l'autre angle, et les deux autres costez », Ms 1060, fol. 24. Pour les deux suivantes voir notre Annexe A3.2.

[194] Ms 1060, fol. 25v.

[195] Premier Traicté de la fortification des places Regulieres. Troisiesme partie. De la longueur des lignes ou costez de la Place (*Ibid*., fol. 75-81v)

partie (cf. tableau 7.21) un chapitre de trigonométrie, appliquée à ce type de problème. Or, il s'en sert très peu dans la suite du traité, car il n'y fait référence explicitement qu'une fois dans les calculs de fortification, lorsqu'il s'agit de rendre une trop courte courtine proportionnelle à la face dans un rapport 4/3[196]. Pour les détails des autres résolutions de triangles, le lecteur est renvoyé à la première partie, sans plus de précision. Quel est alors l'intérêt d'avoir inséré un chapitre de trigonométrie dans cette partie ?

Une raison probable de cette introduction se lit dans le commentaire de la vingtième et dernière opération du compas de proportion[197], lorsque l'opérateur connaît deux côtés et un angle du triangle proposé, mais que l'angle n'est pas compris des deux côtés. Le compas de proportion ne permet alors pas de résoudre infailliblement le triangle, car dans certains cas l'opération est impossible et, dans d'autres cas, elle fournit deux solutions distinctes. C'est à cet endroit qu'est inséré le chapitre de trigonométrie, avec la présentation suivante[198] :

> *Le moyen le plus asseuré et le plus exacte de calculer les triangles, est celuy qui se praticque, par les Sinus, Tangentes, & Secantes : c'est pourquoy nous l'expliquerons icy en suite d'un autre, qui se pratique par le compas de proportion, dont nous avons desja traité assez amplement.*

Nous avons déjà souligné à plusieurs reprises l'importance de la trigonométrie en tant qu'outil de résolution des triangles dans le contexte de la fortification. Les géomètres de l'École de Leyde, les premiers, en font un usage intensif, Henrion publie des tables de sinus[199] parmi les premières en France, et s'en sert en 1613 dans ses *Fortification de Monsieur Errard*, Rohault y consacre un cours en préliminaire à ses fortifications, etc. Roberval fréquent le monde des ingénieurs, il connaît le rôle croissant de la trigonométrie dans des domaines comme l'astronomie, la géographie, etc.[200] Le chapitre de trigonométrie est donc un complément à celui du compas de proportion, afin de pallier ses carences. Il confirme en tout

---

[196] *Ibid*., fol. 79-v.
[197] « Deux costez d'un triangle estans connus, et l'angle opposé à l'un d'iceux ; calculer le troisiesme costé et les deux autres Angles » (*Ibid*., fol. 27)
[198] *Ibid*., fol. 30.
[199] Henrion, Didier, *Memoires mathematiques…*, *op. cit.*, 1613, deuxième traité : *Tables des Sinus, Tangentes et Secantes* [Construction ; Tables ; Usage des Tables ; Doctrine des Triangles rectilignes], p. 33-158 ; Henrion, Didier, *Canon manuel des Sinus, Touchantes et Couppantes. Supputé par B. Pitiscus, & corrigé en ceste Edition, en laquelle sont adjoustées toutes les choses principales & necessaires à la Trigonometrie, extraites des traictez de la doctrine des triangles, tant rectilignes, que spheriques, faits par D. Henrion, Mathemat.* Paris, Abraham Pacard, 1619.
[200] Ms 1060, fol. 33 *sq*.

cas le rôle d'outil mathématique de premier plan qu'a gagné la trigonométrie dans la fortification.

L'exposé est complété par l'explication détaillée de l'utilisation du graphomètre et de la boussole dans la mesure des angles sur le terrain. Rappelons qu'Errard avait aussi présenté un graphomètre, et Marolois un compas géométrique assorti d'une boussole, dont l'usage est semblable à celui que propose Roberval pour les visées sur le terrain. Les deux derniers chapitres de la partie de géométrie traitent de la mesure des distances inaccessibles et du lever de plans. Pour les visées sur le terrain, le choix de l'instrument est laissé au mesureur[201], mais les résolutions de triangles sont effectuées en référence aux opérations du compas de proportion.

Une géométrie de la mesure, à l'usage des néophytes

Comme nous l'avons montré, Roberval a concentré dans la première partie de son traité tous les apports géométriques nécessaires à la compréhension et à l'exercice de la fortification, ce qui rend indissociables les deux parties. Cet exposé est radicalement différent de celui des *Éléments* de géométrie qu'il projetait de publier, principalement parce qu'aucune affirmation ne fait l'objet de démonstration déductive. Roberval adopte ici un discours simple, mais précis et complet, comme si son lecteur était au fait des éléments de géométrie, mais pas de leurs applications à la fortification. Il insiste en particulier sur la mesure des angles, avec quantité de précautions destinées à prévenir les erreurs de représentation. Il décrit longuement les modes opératoires du compas de proportion et de quelques instruments, afin de donner à son élève la maîtrise complète des techniques de lever de plan et de tracé au sol, ce qui implique aussi la capacité de résoudre les triangles sur le papier comme sur le terrain, puisque l'usage du compas de proportion est le même dans les deux cas.

Roberval ne suppose pas que le destinataire du *Traicté* soit un expert de l'usage des instruments, puisqu'il y consacre l'essentiel de cette première partie du manuscrit. Comme le texte ne présuppose aucune connaissance sur ce sujet, qu'il ne renvoie à aucun autre ouvrage, il a donc été conçu comme un manuel complet pour ce destinataire. L'objectif principal est de rendre ce destinataire à même de comprendre et effectuer les opérations de tracé et de lever de plans des ingénieurs militaires. La simplicité du langage utilisé, le souci de la précision du vocabulaire et de la clarté des instructions, traduisent une préoccupation éducative qui

[201] *Ibid*., fol. 60.

convient parfaitement aux leçons d'un professeur royal à un jeune membre de la haute aristocratie. Nous maintenons donc notre identification du destinataire avec le duc de Buckingham. Comme nous n'avons pas de trace de révisions ultérieures du texte, ce destinataire ne changera pas ensuite. Nous allons voir maintenant quelles connaissances sur la fortification Roberval propose au duc.

2.2.5. La Fortification

Les instruments de géométrie choisis pour la première partie sont ceux des ingénieurs militaires du temps, même si Roberval qualifie plutôt l'opérateur de « mesureur », *i.e.* celui qui recueille les données. Mais si celles-ci sont incomplètes et qu'il s'agit de tracer le plan d'une place, leur interprétation revient à l'ingénieur, à qui il appartiendra de reconstituer les éléments manquants grâce à son expertise, et de finaliser le plan[202] :

> *Que si l'ingenieur est intelligent, il pourra au moyen de peu de tels lieux, sçavoir des principaux, adjouster avec jugement les autres, ainsy qu'il croira qu'ils douivent estre disposez. Si la place est reguliere, il aura encore moins de peine, car le plan d'un seul endroit luy servira pour tous les autres pareil. Enfin il effacera les lignes & poincts et fera le reste comme il a esté dit aux deux moyens precedents.*

La partie consacrée à la fortification se réfère systématiquement aux pratiques des ingénieurs et aux manières contemporaines de fortifier, dont Roberval est manifestement très au fait. Par exemple, il justifie ainsi l'absence de casemates dans l'*Ichnographie de l'Exagone* : « Nous n'avons point icy representé de Casemates pour ce qu'on n'en fait plus aux places qu'on bastit aujourd'huy »[203]. De même, laissant le choix des angles « à la discretion de l'Ingenieur »[204], il explique ne retenir que trois règles principales de la fortification, car elles « ont esté suyvies par des ingenieurs fort considerables »[205].Cependant, sa réflexion sur les principes de la fortification se situe au-dessus de la simple restitution des pratiques de terrain et de la reprise des arguments habituels des autres auteurs. Il insiste en effet en priorité sur le profil de l'enceinte, qui ne dépend pas des différentes manières de

[202] *Ibid*., fol. 58v, « Troisiesme moyen. Prendre le plan d'une place inaccessible en tournant a l'entour d'icelle. »
[203] *Ibid*., fol. 66v.
[204] *Ibid*., fol. 71v.
[205] *Ibid*., fol. 72v.

fortifier. En outre, il caractérise d'une façon originale les trois manières principales présentées, en appuyant son analyse uniquement sur les angles, comme nous le verrons.

Principes et définitions

Roberval partage avec Pagan une vision active de la défense, d'une part en insistant sur le profil du front de fortification et pas seulement sur son plan ; d'autre part en distinguant la résistance offerte par la géométrie des murailles de celle provenant de la capacité des défenseurs à assaillir l'ennemi[206] :

> *La fortification ou science de fortifer consiste à rendre l'attaque difficile & la deffence facile ; la difficulté de l'attaque & la facilité de la deffence despend de deux chefs, l'un desquels consiste aux pieces eslevées & creusées et en la figure de la place ; ce qu'on appelle la defence morte, pour ce qu'elle sert seulement d'obstacle a l'Ennemy, sans le blesser ny le repousser actuellement. L'autre chef consiste aux hommes & aux armes dont ils se servent, ce qu'on appelle la defence vive d'autant que par icelle l'ennemy est blessé & repoussé actuellement.*

La résistance qu'offrent les murailles dépend donc de leur profil, c'est-à-dire dans les accidents de terrain rendant difficile l'investissement de la place, puis dans le plan de la forteresse. Roberval se situe dans la lignée d'Errard, en considérant la défense face aux hommes plutôt qu'aux canons. Dans la suite du texte, il adopte le discours errardien, réglant la défense sur l'artillerie des assaillants[207] :

> *Et d'autant que la deffence, & en suite la science de fortifier doit estre prorportionnée de sorte qu'elle puisse resister à l'attaque, on doit considerer quels sont les moyens les plus puissants dont on se sert pour assaillir, lesquels moyens sont aujourd'huy restrainctz à l'artillerie, ou pour parler plus generalement, a la poudre par le moyen de laquelle, soit par les canons ou par les mines, on ruine les ramparts, et autres telles pieces de deffence.*

Vient ensuite la description des six calibres de canons utilisés dans l'armée royale. Ce sont les mêmes qu'à l'époque d'Errard, mais Roberval ne s'attarde pas sur les poids des pièces et des boulets. Il admet également la difficulté de mesurer précisément l'effet du canon, de par la

[206] *Ibid*., fol. 61.
[207] *Ibid*., fol. 61-v.

diversité de compacité des terres de remblai. Pour justifier la fortification bastionnée, il ne s'appuie pas, contrairement à Rohault et aux Hollandais, sur l'histoire de l'architecture militaire en retraçant son évolution face aux progrès de l'artillerie. Il explique le contour bastionné principalement par la nécessité du flanquement de toutes ses parties et s'en remet à la science des ingénieurs [208] :

> *Or la meilleure figure qu'on aye pu inventer jusques à maintenant, doit avoir les costez disposez de sorte qu'ils forment trois angles saillans de suite, puis deux angles rentrans aussy en suite, ainsy en continuant. D'où il arrive que par le moyen des trois angles saillans, il se forme sur la figure totalle, des figures particulieres qui advancent en pointes sur les angles ou costez de la figure ; et ces figures particulieres sont appellées des bastions lesquels aux figures reguieres se bastissent tousjours sur les angles de la totalle ; et aux irregulieres, ils se bastissent quelque fois sur les costez.*

L'explication des termes de la fortification vient immédiatement ensuite, avec une division en trois parties qui correspondent exactement aux *Trois tables* imprimées : les lignes de l'Ichnographie (*i.e*. du plan), les angles de l'Ichnographie, les patries de l'Orthographie (*i.e.* du profil). Les définitions renvoient à la figure de l'hexagone qui servira de modèle pour toutes les forteresses, tant régulières qu'irrégulières (cf. la version imprimée, Annexe B3 Figure 8.22 et les détails de la figure manuscrite dans les Figures 8.23 & 8.24). Contrairement aux autres auteurs, Roberval s'appuie d'abord sur le profil de l'hexagone, dans un paragraphe intitulé « De la proportion qu'il faut garder entre les parties de l'Orthographie »[209].

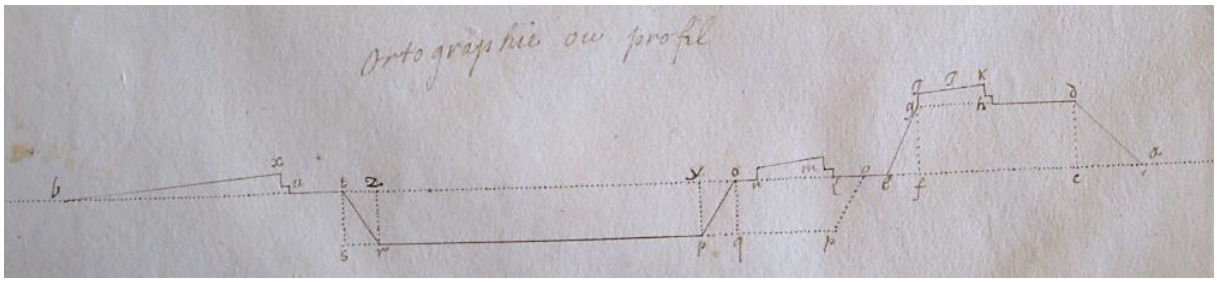


Figure 8.23

La ligne *ab* indique le « niveau de la campagne ou rez de chaussée ». Roberval indique les valeurs limites de toutes les lignes pointillées du profil de la place : pour l'épaisseur du rempart *ae*, pas moins de 12 pieds ; pour sa hauteur *cd* ou *fg*, 15 ou 16 pieds si la place n'est

[208] *Ibid*., fol. 62v.
[209] *Ibid*., fol. 68-71.

pas commandée, etc. Il justifie toutes les valeurs en lien avec les mouvements des soldats selon le principe énoncé à l'origine : faciliter les déplacements des défenseurs, faire obstacle aux assaillants. À cet égard, la largeur du fossé revêt une importance considérable contre l'attaque par les mines et les galeries, elle est donc longuement discutée, ce que ne faisait pas Errard puisqu'il ignorait ce type d'attaque.

Maximes angulaires et manières de fortifier.

Roberval distingue, parmi les angles du front bastionné, ceux qui appartiennent au polygone à fortifier et ceux qui sont laissés à l'appréciation de l'ingénieur. Celui-ci devra cependant se conformer à trois maximes universellement admises[210] :

> *Apres l'angle du centre & celuy du Polygone, tous les autres angles d'une fortification peuvent recevoir augmentation ou diminution, a la discretion de l'Ingenieur, pourveu qu'il aye esgard a certaines maximes receuës de tous les bons autheurs. La premiere de ces maximes est que l'angle flanqué ne soit pas moindre de 60 degrez ny plus grand que droit, afin que la poincte du Bastion contienne du terrain raisonnablement. Enquoy il faut remarquer que sous pareille longueur des faces, l'angle droit contient plus de Terrain que l'angle aigu n'y l'obtus : toutefois de 80 à 90 degrez, cette augmentation n'est guere sensible.*

La seconde maxime concerne l'angle diminué (*cbz* ou *cyz* sur la Figure 8.24), qui doit être supérieur à 15 degrés, afin de laisser une longueur suffisante aux flancs, comme *z*-12 ou *yh*. Selon la troisième maxime, le flanc *z*-12 doit être perpendiculaire à la courtine *yz* « quoy que Errard, et quelques autheurs Italiens le fassent aigu jusques à l'octogone regulier »[211].

Ceci étant admis, le contour exact sera fixé par l'angle flanqué *hBm*. Roberval se base sur une propriété particulière des angles de la figure : l'angle du Polygone « vaut tousjours autant que l'angle flanqué & 2 angles diminuez »[212]. Cette propriété est une conséquence de sa quatrième maxime de géométrie pratique sur la somme des angles d'un triangle. L'angle *z*3*q*, extérieur au triangle *Bz*3, est égal à la somme des deux angles intérieurs qui lui sont opposés, *zB*3 et *Bz*3. Or, *z*3*q* est le demi-angle du polygone, *zB*3 le demi-angle du bastion et *Bz*3 l'angle diminué. La propriété énoncée s'obtient en doublant chacun de ces angles.

---

[210] *Ibid*., fol. 71v.
[211] *Ibid*., fol. 72.
[212] *Ibid*., *loc*. *cit*.

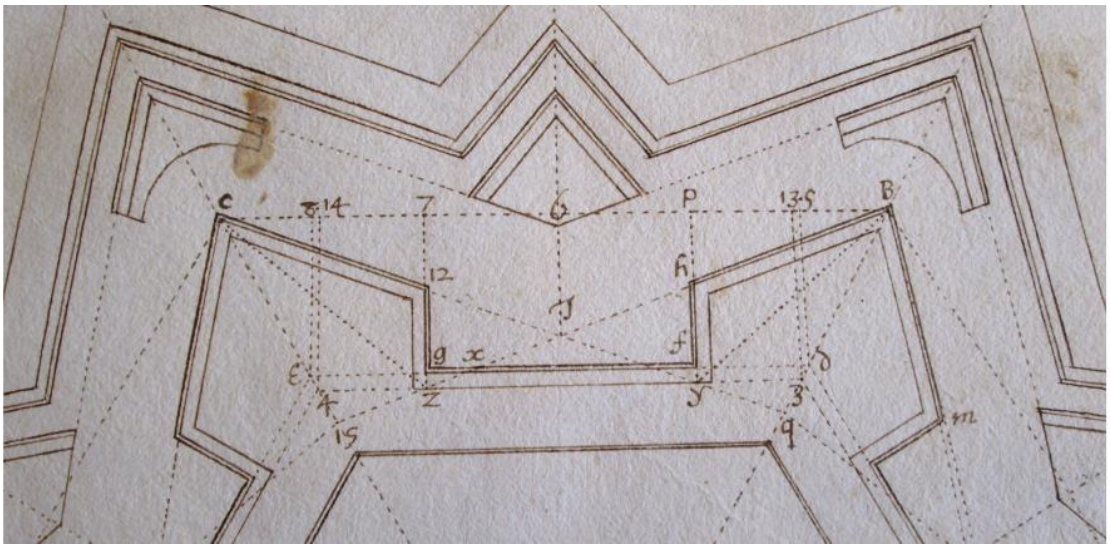


Figure 8.24

Cette propriété, jointe aux deux premières maximes, implique que l'angle du polygone soit au moins droit. Dans ce cas, son ouverture au-delà de 90 degrés est répartie entre l'angle flanqué et les deux angles diminués. Roberval interprète justement les différentes manières de fortifier comme différentes répartitions[213] :

> *Mais quand un angle de polygone vaut plus de 90 degrez, les autheurs ne sont pas tous d'accord touchant le partage qu'on doit faire du surplus, pour augmenter l'angle flanqué & le diminué ; c'est pourquoy ils ont estably des regles differentes, trois dedsquelles ont esté suyvies par des Ingenieurs fort considerables, & pour cette raison nous les enseignerons icy, laissant les autres comme inutiles. La premiere est attribuée aux Italiens, suivie par Errard françois. La 2^{e} est attribuée aux Hollandois. Et la 3^{e} aux françois, sans toutesfois avoir aucun autheur certain. La premiere est aujourd'huy peu suivie ; les deux autres le sont quasy par tous les Ingenieurs.*

Remarquons l'originalité de l'analyse. Pour Roberval, la fortification est principalement une affaire d'angles et les ingénieurs ont peu de latitudes en cette matière. Les *manières* en usage, qu'il nomme *règles*, ne diffèrent que par les valeurs, interdépendantes, de l'angle flanqué et de l'angle diminué. En outre, il ne reconnaît pas de spécificité de ce point de vue à Jean Errard, mais ce dernier est le seul auteur cité, et sa fortification, quoi que désuète, est cependant exposée. Errard est donc le seul « ingénieur fort considérable » donné en référence.

[213] *Ibid*., fol. 72-v.

La troisième manière de fortifier, attribuée aux Français, ne se réfère pas à De Ville, dont la construction n'est pas reprise. Roberval connaît donc certaines pratiques en usage chez les ingénieurs qu'il a pu rencontrer au siège de la Rochelle ou celui de Thionville.

La suite du texte confirme la prépondérance des angles pour les constructions et la moindre importance des lignes. Une certaine latitude est en effet laissée au concepteur dans le choix de quelques lignes fondamentales, à condition de respecter les maximes précédentes et de se conformer aux canons de la géométrie[214] :

> *La connoissance des lignes ou costez despend en partie de la volonté de l'Ingenieur lequel en peu faire une, 2 ou 3 de telle longueur que bon luy semblera pourveu qu'en ce faisant il ne choque point les regles de la Geometrie, ny les maximes d'une bonne fortification. Quand aux autres elles se connoissent par le calcul, en suite de la supposition des premieres.*

Des trois maximes à respecter, seule la première est précise : la ligne de défense ne doit pas excéder 120 toises, portée du mousquet. La seconde maxime traite de certaines proportions, mais avec des encadrements très larges, par exemple au-dessus de l'heptagone de « comme de 4 à 3 ou de 3 à 2 »[215]). Ici encore, les préconisations de Roberval sont La troisième, préconisant la défense rasante et non fichante, concerne de fait d'abord les angles.

Le bastionnement d'une forteresse : Roberval errardien

C'est à propos du tracé du plan d'une forteresse que Roberval dévoile sa propre méthode de construction, sur le papier comme sur le terrain[216]. Il ne la présente pas comme une manière particulière de fortifier, mais seulement comme une façon d'obtenir un dessin ou un contour sur le terrain, conformément aux usages des ingénieurs. Pour le tracé « de campagne », il détaille la façon de se servir des instruments, selon que ce tracé est effectué à partir du centre du polygone, de son côté extérieur ou de son côté intérieur. Nous examinons le bastionnement de l'hexagone, pris en exemple par l'auteur pour tous les autres polygones (nous utilisons ses notations).

---

[214] *Ibid*., fol. 75.
[215] *Ibid*., fol. 75v.
[216] *Ibid*., « Quatriesme et derniere partie des Fortifications Regulieres. Le moyen de representer les fortifications en figure, ou les bastir en effect sur la campagne », fol. 81v-86v.

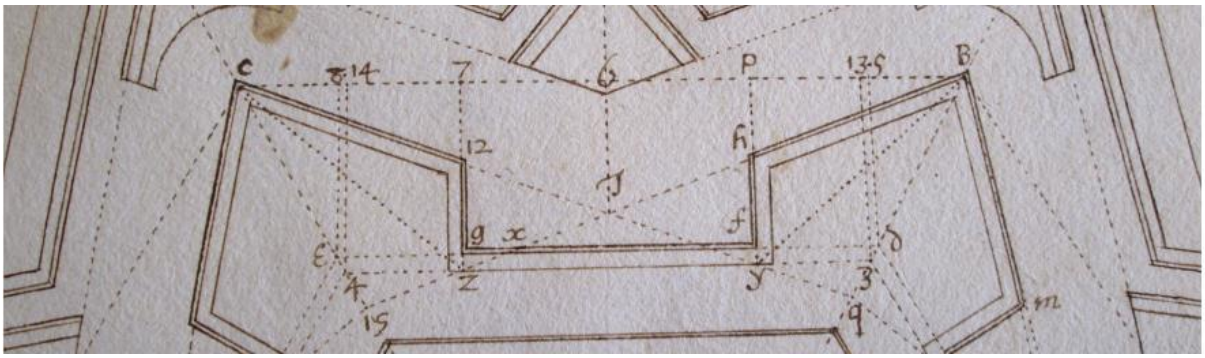


Figure 8.24 [extrait]

Le polygone extérieur est tracé d'après les méthodes indiquées dans la partie de géométrie pratique. Son côté extérieur est [*BC*], son centre *A* (non visible sur la figure ci-dessus). La ligne [*B*-15] est tracée comme côté de l'angle diminué *CB*-15, tel qu'il a été calculé dans la partie précédente. Roberval privilégie l'angle diminué plutôt que le demi-angle flanqué par lequel Errard commençait la construction, mais nous avons vu que les deux angles dépendent l'un de l'autre, donc les deux méthodes sont équivalentes.

Le point 15 est un point du rayon [*AC*] du polygone. Le point *Q* est obtenu symétriquement sur le rayon [*AB*] et la ligne [*CQ*] tirée ensuite. Les lignes de défense rasante seront [*B*-15] et [*CQ*], et les faces des bastions seront fixées sur ces lignes par les points *H* et 12 dont la détermination de la position est décisive. Roberval l'obtient d'une manière que nous n'avons trouvée chez aucun auteur depuis Errard, hormis ceux qui citaient en fait la construction errardienne. Il propose de tracer la bissectrice [*BY*) du demi-angle flanqué *QB*-15, bissectrice qui rencontre la ligne de défense rasante [*CQ*] en *Y*, qui sera le point d'intersection de la courtine et du flanc. Le point *H* de l'épaule est à l'intersection de la ligne de défense [*B*-15] avec la perpendiculaire au côté (*BC*) passant par *Y*. Le point *Z* est obtenu par report de la longueur *HY* à partir du point 12. Le front bastionné est *C*-12*ZYHB*. S'il faut une défense fichante, Roberval préconise de raccourcir les flancs en plaçant *G* et *F* plus près de 12 et H respectivement, à une distance égale au sixième de *BZ*. Il propose d'autres aménagements du tracé par la modification de certaines longueurs, afin de conserver un coût raisonnable pour la forteresse.

Nous pouvons constater que Roberval suit une procédure identique à celle d'Errard pour les lignes essentielles du contour fortifié, comme il le précise plus loin : « Tout ce que nous

avons faict sert pour trouver les principales lignes qui donnent la forme à la figure »[217]. Notons cependant que la forme du contour bastionné n'est pas, comme chez Errard, fixée définitivement. Les modifications de longueurs proposées par Roberval n'entraînent pas comme chez Errard des modifications proportionnelles dans toutes les autres lignes, afin de conserver la forme du contour. Au contraire, elles peuvent être effectuées indépendamment des autres, et engendrer un changement dans la forme de la forteresse, afin de correspondre mieux aux maximes que l'ingénieur aura choisies d'appliquer.

3. CONCLUSION DE CE CHAPITRE

Nous avons étudié les cours donnés par cinq scientifiques parisiens réputés de la première moitié du XVII^e^ siècle. Chacun d'entre eux contient une approche particulière de la fortification, liée à ses destinataires mais aussi aux qualités mathématiques de l'auteur. Le travail de Chauveau nous paraît le moins digne d'intérêt, car son *Petit traitté*, composé à l'occasion d'un cours ponctuel n'a ni la hauteur de vue ni l'objectivité dont font preuve les autres mathématiciens dans leurs analyses. Nous reviendrons donc sur les cours des quatre autres auteurs, Henrion, Hérigone, Rohault et Roberval.

Réception de la fortification errardienne

La place que tient la *Fortification reduicte en art et demonstree* dans leurs écrits a considérablement changé en quarante ans, mais la fortification errardienne n'a pas disparu pour autant. En 1613, dans ses *Memoires mathematiques*, Henrion ne présente que celle-ci, qu'il cherche à compléter en proposant de nouveaux problèmes de construction et en utilisant la trigonométrie. Son objectif annoncé est d'en proposer une édition augmentée, mais ce projet n'aboutira pas en raison de la parution de l'édition d'Alexis Errard. En 1621, dans sa *Collection*, il ne présente plus que la fortification hollandaise, c'est-à-dire celle de Marolois.

Nous avons montré la proximité des travaux d'Hérigone avec ceux d'Henrion, même si nous ne savons pas au juste quelles ont été les liens entre ces deux hommes. Hérigone semble avoir été un scientifique de meilleur niveau qu'Henrion, comme le montre son *Cours mathematique* de 1634-16, rédigé pour l'essentiel en usant de symboles nouveaux qui apportent une grande concision et renforcent la rigueur logique du discours. Hérigone réalise,

[217] *Ibid*., fol. 83v.

dans le seul chapitre de fortification du *Cours*, ce qu'Henrion n'avait pas tenté auparavant, c'est-à-dire une analyse comparative des deux méthodes de bastionnement les plus importantes de son temps, celle d'Errard et celle de Marolois, auxquelles il accorde la même place, bien qu'il signale que la première n'est plus en usage. Nous avons détaillé sa présentation de la fortification errardienne, reprise exactement dans ses propres étapes.

Il est certain que le *Cours* a eu une portée importante auprès des mathématiciens européens. Nous savons en particulier que Rohault et Roberval possédaient (au moins) les trois premiers volumes du *Cours*, ils ont ainsi pu prendre connaissance de la fortification erradienne dans la présentation d'Hérigone, si ce n'est directement.

Dans une première version du cours qu'il donne, probablement dans les années 1640, Jacques Rohault présente la fortification errardienne comme l'*ordre français,* parallèlement à l'italien, au hollandais et à l'*ordre composé* qui n'est autre que la fortification d'Antoine de Ville. Une seconde version, conçue après la parution de l'ouvrage de Pagan en 1645, adopte un point de vue différent, faisant une part plus importante aux origines nationales des auteurs. Rohault y dresse un historique de la fortification française, trouvant son origine avec Errard, et sa fin dans les constructions de Pagan, après des améliorations dues à Marolois et à de Ville. De fait, Errard devient le fondateur d'une école française qui a su prendre en considération les apports étrangers pour parvenir à sa perfection avec Pagan.

Roberval, lui, n'aborde pas la fortification sous un angle historique, puisqu'il expose trois différentes « regles » suivies par les ingénieurs de son temps de manière équivalente. La première règle, attribuée aux Italiens, est celle d'Errard. La seconde, hollandaise, est reprise principalement chez Marolois. La troisième, attribuée anonymement aux ingénieurs français, reprend en partie celles de De Ville et de Lorini, avec flancs perpendiculaires aux courtines, mais en conservant la défense rasante et sans privilégier l'angle droit. Ces méthodes sont analysées en termes d'angles, ce qui nous paraît parfaitement dans la lignée d'Errard. D'ailleurs, Roberval décrit la construction effective d'une forteresse sur le papier ou le terrain en reprenant en partie la procédure errardienne, qui ne tient compte que des angles. Quarante ans après sa disparition, Errard reste donc un repère pour les mathématiciens s'occupant d'enseigner la fortification.

Les principes de la fortification

Dans ce chapitre, les auteurs dont nous avons examiné les écrits sont des professeurs. Il n'est donc pas aussi crucial pour eux que pour les fortificateurs de convaincre leurs lecteurs du bien-fondé de leurs tracés à partir de l'expérience[218]. La traduction numérique des forces en présence par Jean Errard ne trouve donc pas d'équivalent dans leurs écrits. Nous avons même constaté chez Henrion une absence de justification des maximes de la fortification, si ce n'est la référence à la portée du mousquet pour la limitation de la longueur des lignes de défense en 1613. Les maximes ne sont pas établies géométriquement au préalable sur des données du terrain, au contraire ce sont les constructions sur le terrain qui sont jugées *a posteriori* en fonction de leur adéquation aux maximes. Ainsi, Henrion rejette le triangle, le carré et le pentagone comme formes non susceptibles de bastionnement, puisqu'elles « ne sont capables de recevoir toutes les maximes qui rendent une fortification parfaicte & accomplie »[219]. De même en 1621 à propos de la fortification hollandaise, il observera la grande diversité des pratiques sur le terrain, avant de s'en remettre aux valeurs calculées par Marolois. En exposant les maximes, il affirmera d'ailleurs : « on juge de la bonté ou foiblesse d'une fortification selon qu'elle approche d[e ces] maximes »[220].

Hérigone établit les règles de la fortification d'une manière plus personnelle, il ne se contente pas de rapporter les méthodes d'Errard et Marolois qu'il analyse. Les principes qu'il avance légitiment le traitement géométrique de la fortification, reprenant l'idée d'Errard selon laquelle la fortification consiste en l'inclinaison de certaines lignes sur les angles d'un polygone, de manière à repousser l'ennemi avec une force moindre, la défense étant assurée par le canon et les armes portatives[221]. Il rappelle que le canon tire en ligne droite, ce qui lui permet d'affirmer que les contours des forteresses doivent être rectilignes[222], et ainsi fonder la construction de ces forteresses sur la géométrie euclidienne des triangles et des polygones.

Un peu plus tard, Rohault et Roberval considèrent aussi les divers tracés de fortification comme des réponses à la force de l'artillerie, mais ils vont bien plus loin dans la description

---

[218] Nous verrons cependant au chapitre 9 que certains professeurs de la seconde moitié du siècle s'appuient sur l'expérience ou sur les forteresses existantes pour leurs démonstrations.
[219] Henrion, Didier, *Memoires mathematiques... Premier volume…*, 1613, *op. cit.*, p. 345 *sq.*
[220] Henrion, Didier, *Briefve instruction pour construire les fortifications pratiquees aux Pays Bas…*, *op. cit.*, 1621, p. 8-9.
[221] Hérigone, Pierre, *Cursus mathematicus… / Cours mathematique… Troisiesme Tome*, *op. cit.*, p. 182.
[222] *Ibid.*, p. 183.

de la puissance de feu des canons. Cependant, le discours de Rohault sur la poudre n'engendre pas de décisions sur les valeurs à donner aux angles ou aux longueurs. S'il justifie ses maximes *a posteriori* par des considérations sur l'attaque et la défense, il ne s'avance pas sur la quantification des forces en présence. Nous trouvons même chez Roberval, après sa description de l'artillerie en tous points équivalente à celle d'Alexis Errard, une transition rapide vers les maximes de la fortification sans lien avec la force de l'artillerie. La forme du front bastionné est présentée comme meilleure réponse inventée jusque-là pour assurer le flanquement mutuel des murailles, sans autre justification.

Ces auteurs ne pratiquent donc plus la réduction en art à la manière d'Errard, sans doute parce qu'il ne s'agit plus d'établir un ensemble unique de maximes, mais que plusieurs alternatives ont fait leurs preuves. La géométrisation de pratiques de terrain disparaît. Des maximes diverses, voire contradictoires, coexistent et Roberval invite le géomètre à choisir sa construction ou la modifier suivant différents modèles possibles. Rohault présente quatre méthodes de fortification, pour se prononcer finalement en faveur de celle de Pagan, la mieux adaptée aux sièges modernes. La géométrie n'est plus à l'œuvre dans l'établissement de maximes modifiables, elle reste cependant l'essence même de l'art de fortifier. Mais de quelle géométrie s'agit-il ?

La place de la géométrie

Nous avons souligné la place essentielle de la géométrie dans les œuvres de Jean Errard, dès son *Premier livre* de 1584. Nous avons montré que sa *Geometrie* et son *Euclide* avaient été publiées dans un but d'éducation de la jeune noblesse française, mais Errard lui-même n'a jamais affirmé le lien existant entre ces ouvrages et la *Fortification*, bien qu'il ait insisté sur l'indispensable qualité de géomètre des ingénieurs militaires. Marolois, lui, avait clairement assigné à sa géométrie pratique le rôle d'introduction aux fortifications. Dans les deux cas, la fortification était profondément géométrique, et rédigée comme telle.

Nos professeurs savants sont les auteurs d'œuvres de grande ampleur, dans lesquels les domaines de la science sont davantage séparés, mais ordonnés de telle sorte que chaque traité puisse s'appuyer sur les précédents, à la façon d'Euclide. Henrion applique les théorèmes de trigonométrie longuement exposés dans ses *Memoires* aux calculs des lignes d'une forteresse, avec luxe de précisions sans doute nécessitées par la nouveauté de ces types de calculs en France. Hérigone suit le même principe, traitant d'abord la trigonométrie puis la géométrie pratique avant d'exposer la fortification dans le troisième volume de son *Cours*. Il est néanmoins encore une fois plus concis qu'Henrion de par le langage symbolique employé et

l'organisation du texte, lui permettant de renvoyer par de courts codes aux théorèmes utilisés, ce qui allège considérablement son discours. Notons également que contrairement à Henrion, il ne base pas ses calculs sur des données numériques, mais explique simplement l'enchaînement des raisonnements qui permettent de les atteindre. Rohault procède comme Hérigone. Sa fortification se réfère à la trigonométrie abordée au préalable et les raisonnements sont expliqués mais les valeurs numériques non prises en considération. Ces valeurs sont fournies dans des tables pour chaque méthode de fortification abordée, puisqu'elles seront utilisées dans le tracé des forteresses sur le terrain.

Roberval suit une voie qui lui est particulière, enseignant à son élève la géométrie nécessaire à l'activité ordinaire du concepteur de forteresses, c'est-à-dire au tracé sur le papier et le terrain ainsi qu'au lever de plans. Il sélectionne pour cela exclusivement les définitions et propositions géométriques qui serviront à cet effet. Il insiste sur l'usage des instruments de géométrie, et en particulier le compas de proportion, qui peut être utilisé sur le papier comme sur le terrain, et pour les tracés comme pour les calculs. Sa géométrie est donc entièrement tournée vers la pratique des fortifications et ne comprend aucune démonstration de ses propositions.

Notons, pour ce qui concerne les contenus, que nos quatre auteurs décident d'exposer les définitions des lignes et des angles du contour bastionné, contrairement à Errard, qui considérait que chaque définition viendrait « en son lieu ». La figure d'un front bastionné est donc déjà présente dès le début de leurs traités, elle n'apparaît pas comme une construction consécutive à l'établissement des maximes et à une procédure de tracé logiquement dictée par ces maximes. De manière générale, les quatre ordres de représentation errardiens ont disparu, les nouveaux auteurs n'ayant recours qu'à des figures géométriques. En effet, ils ne présentent pas d'images des forteresses complètes, débarrassées des traits de construction et des noms des points qui ont été tracés, comme le faisait Errard. À leur époque, les lecteurs peuvent se procurer toutes sortes d'estampes et de gravures esthétiquement très soignées que diffusent les libraires spécialisés depuis Anvers ou Cologne. Leurs figures géométriques ne donnent pas à voir les modèles réduits en perspective, mais permettent de comprendre la construction des bastions.

Cette compréhension visuelle de la construction des lignes a en effet une importance capitale dans le tracé des forts sur le terrain, puisqu'alors l'opérateur n'a plus aucune vision globale de l'ensemble du contour. Rohault et Roberval vers 1650 ont cette préoccupation du tracé sur le terrain que nous retrouverons chez les auteurs jésuites.

La fortification géométrique et les maîtres privés

Pour terminer cette conclusion, nous reviendrons globalement sur la fortification géométrique errardienne. Comme nous l'avons montré, nos quatre auteurs professeurs conservent un fort socle géométrique pour leur fortification, qui ne se retreint pas à la reproduction de figures. Au contraire, ils présentent des méthodes de tracé et de calcul qui rendent leurs lecteurs capables de comprendre la construction de ces forteresses et d'analyser leurs défauts. Ils choisissent l'efficacité et la concision qu'offre la géométrie nouvelle, c'est-à-dire la trigonométrie, ou un instrument comme le compas de proportion dans le cas de Roberval. Mais nous pouvons voir le compas de proportion comme un théorème en acte[223], puisant dans la similitude des figures et dans la trigonométrie une partie de son efficacité sur le terrain comme sur le papier.

Depuis le temps d'Errard, les destinataires des ouvrages ont changé. Les professeurs travaillent pour des élèves ou des lecteurs, parfois mathématiciens, qu'ils initient à la fortification, tandis qu'Errard œuvrait pour ses semblables, ingénieurs militaires qui en avaient l'expérience, mais n'avaient peut-être jamais vu leur pratique réduite en art, c'est-à-dire rédigée de manière ordonnée et problématisée. Les destinataires des ouvrages des maîtres privés ne sont plus forcément des gens du métier, mais comme nous l'avons montré, des esprits curieux au fait des mathématiques de leur temps ou de jeunes membres de la haute noblesse destinés à une carrière au sommet de l'armée.

[223] Cf Barbin, Evelyne, « L'outil technique comme théorème en acte », *Sciences et avenir*, Hors-Série n°140 : *Ces instruments qui font la science*, oct.-nov. 2004, p.26-27.

CHAPITRE 9

LA FORTIFICATION, OBJET D'ENSEIGNEMENT (2) : LES JÉSUITES

L'enseignement dans les collèges jésuites en France a fait l'objet d'amples études depuis une cinquantaine d'années[1]. L'aspect global de l'implantation de ces établissements a également favorisé de nombreux travaux sur ce sujet dans le monde entier[2] et leur importance pour l'enseignement des mathématiques en France est bien connue[3]. Peu étoffé à la fin du XVI^e^ siècle, cet enseignement s'y développera après 1620[4]. Il semble que la fortification y apparaisse vers le milieu du siècle.

Par ailleurs, la récente étude de Denis De Lucca[5] a mis en lumière la contribution des Jésuites à l'architecture militaire, particulièrement leur rôle d'experts auprès des divers pouvoirs et la place des collèges jésuites dans la diffusion des diverses pratiques de la fortification en Europe.

Cette étude très documentée n'épuise pas notre sujet, car elle offre peu de places aux mathématiques et ne s'attache pas à l'impact de la *Fortification* de Jean Errard. Nous en retenons néanmoins particulièrement l'idée selon laquelle l'introduction de la fortification dans l'enseignement est une réponse à la demande de la noblesse catholique[6]. L'auteur rejoint en cela l'analyse généralement partagée de l'adaptation des Jésuites à la demande scolaire de

---

[1] Voir les travaux de François de Dainville réunis par Marie-Madeleine Compère dans Dainville, François de (S.J.), *L'éducation des Jésuites (XVI^e^-XVIII^e^ siècles). Textes réunis et présentés par Marie-Madeleine Compère*. Paris, Les Éditions de Minuit, 1978 ; réimpression, 1991 ; pour l'aspect pédagogique, cf. Giard, Luce (dir.), *Les Jésuites à la Renaissance. Système éducatif et production du savoir*. Paris, PUF, coll. « Bibliothèque d'Histoire des Sciences », 1995 ; plus récemment, voir la thèse d'Antonella Romano soutenue en 1996 « La Compagnie de Jésus et la révolution scientifique. Constitution et diffusion d'une culture mathématique jésuite à la Renaissance, 1540-1640 », reprise avec quelques modifications dans Romano, Antonella, *La contre-réforme mathématique. Constitution et diffusion d'une culture mathématique jésuite à la Renaissance*. Rome, École Française de Rome, 1999.

[2] Cf. par exemple Schubring, Gert « "Reformation" and "Counter-Reformation" in Mathematics. The Role of the Jesuits», *Llull* 26 (57), p. 1069-1076 et les références de la note 1, p. 1075 ; Paradinas Fuentes, Jesús Luis, « Las Matemáticas en la Ratio Studiorum de los Jesuitas », *LLull*, vol. 35, n°75 (1er semestre 2012), p. 129-162.

[3] Romano, Antonella, *La contre-réforme mathématique*…, *op. cit.*

[4] Dainville, François de, « L'enseignement des mathématiques dans les Collèges Jésuites de France du XVI^e^ au XVIII^e^ siècle », *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, Tome 7, 1954, p. 6-21 (partie I), p. 109-123 (partie II).

[5] De Lucca, Denis, *Jesuits and Fortifications. The Contribution of the Jesuits to Military Architecture in the Baroque Age*. Leiden, Brill, 2012.

[6] *Ibid*., Chap. 2, §1, p. 69-76.

la noblesse[7], qui favorise la diversification des programmes. Nous n'irons cependant pas dans cette direction qui nous éloignerait de notre propre sujet, nous concentrant plutôt sur les modalités de l'introduction d'un enseignement de la fortification dans les établissements jésuites, en y cherchant ses liens à la fortification géométrique errardienne.

En nous centrant sur cet enseignement des professeurs jésuites, nous avons été confronté à une difficulté de sélection des sources. En effet, nous avons trouvé un certain nombre de manuscrits anonymes dans des villes ayant abrité un collège jésuite[8], mais sans indication permettant de déterminer s'ils correspondent en réalité à des cours dispensés dans ce collège. Par ailleurs, l'enseignement dans certains collèges présente des lacunes dont nous ne pouvons savoir si elles sont dues à l'absence de document conservé ou à celle d'enseignements effectivement dispensés.

Prenons l'exemple du collège des Godrans à Dijon, pour lequel nous disposons de documents fiables. Au milieu du XVII^e^ siècle, nous n'avons trace que de potentielles leçons particulières données de façon épistolaire[9]. Le rédacteur s'adresse directement à un correspondant familier[10], auquel il enseigne principalement l'usage des instruments de géométrie pour lever les plans et tracer les forteresses sur le terrain (Annexe B3, Figure 9.1) sans rapport avec la méthode errardienne.

---

[7] Cf. par exemple Demoustier, Adrien, « Les Jésuites et l'enseignement à la fin du XVI^e^ siècle », *in* Ratio studiorum. *Plan raisonné et institution des études dans la Compagnie de Jésus. Édition bilingue latin-français. Traduite par Léone Albrieux et Dolorès Pralon-Julia, annotée et commentée par Marie-Madeleine Compère*, Paris, Belin, coll. « Histoire de l'éducation », 1997, p. 13 *sqq*.

[8] Par exemple, à Lyon (Bibliothèque de la Part-Dieu, le ms 982 aux armes de Juste-Henry de Tournon, *Traité d'arithmétique, de géométrie et de fortification*, à comparer au cours suivi par Jean-Maurice Steinbrugg à Lyon en 1668 -*Géométrie, fortification et géographie*, ms S317, Bibliothèque de Solothurn, Suisse-, ou le Ms 983, *Cours de mathématiques : arithmétique, géométrie, astronomie, fortifications*, qui semble préparé pour l'édition) ; Avignon (Bibliothèque municipale, ms 942, *Recueil* contenant l'arithmétique, la géométrie, la trigonométrie, l'usage du compas de proportion, et la fortification à la manière de Marolois) ; Arras (Médiathèque de l'abbaye Saint Vaast, le ms 1131 : *Arithmétique, géographie et fortifications*, ensemble très complet puisé dans les auteurs hollandais et français, ainsi que le ms 243 : *Éléments de mathématiques appliquées à la fortification*, qui reprend tous les polygones de la *Fortification* d'Errard) ; Bordeaux (Bibliothèque Mériadeck, ms 604 : *Cahiers de mathématiques – Traité de fortifications*, expliquées selon Manesson Mallet après 1671) ; Chalons en Champagne (Bibliothèque municipale Georges Pompidou, ms 118, *Recueil de mathématiques et d'art militaire (latin et français)*, début du XVII^e^ siècle), etc.

[9] [Filsjean, André ?], *Traité de fortifications*, début du XVII^e^ siècle [?], contenu dans *Titres et documents intéressant pour la plupart la famille Filsjean et ses alliés*, ms 1921 [fonds Petit, n^os^ 484, 486-490] Bibliothèque municipale de Dijon.

[10] Voir par exemple au fol. 24v, à propos des mesures à utiliser pour le tracé d'un fort carré : « comme vous avez en ce que je vous ai laissé des Fortifications regulieres ».

En 1670, Jacques de Billy propose un cours de mathématiques en latin contenant l'architecture militaire[11], dans lequel il présente les tracés errardiens, sous la dénomination de fortification *more Gallico* (Annexe B3, Figure 9.2), avant d'aborder la manière hollandaise, et plus rapidement, les manières italienne et espagnole[12], ce qui peut être lié à la présence au collège cette année-là de Jean du Breuil, auteur jésuite d'un ouvrage de fortification que nous étudions dans ce chapitre.

En 1700, un cours de Bernard Durand est entièrement consacré à l'architecture militaire[13]. Durand enseigne en français sans aucune référence à Errard, car les différentes méthodes de fortifier sont abordées à travers les outils utilisés pour le tracé de plans sur le papier : règle et compas commun, règle et rapporteur, tables de valeurs, compas de proportion[14]. Le seul auteur référencé est Vauban (Annexe B3, Figure 9.3).

Ce bref résumé manifeste la grande variation au cours du siècle de la place accordée à la fortification errardienne. Nous porterons notre attention sur ces changements, en lien avec la réception de la nouvelle manière de fortifier de l'École de Leyde, puis de la nouvelle fortification française du Chevalier de Ville et du Comte de Pagan.

Pour étudier plus précisément l'héritage errardien dans les ouvrages des Jésuites, nous avons retenu les écrits d'auteurs bien identifiés, et ce sont par conséquent des imprimés, à l'exception du premier d'entre eux, le cours de Pierre Bourdin (1595-1653) au collège de Clermont à Paris. Ce mathématicien de haut niveau paraît avoir été le premier à enseigner la fortification au sein d'un collège jésuite et son cours semble avoir été bien diffusé à la fois auprès de ses élèves et de ses homologues jésuites. Nous nous intéressons aux diverses versions imprimées de ce cours et aux écrits des autres professeurs jésuites à partir de la fin des années 1640.

Nous ne pouvions en effet laisser de côté l'abondante littérature due aux Jésuites, qui ont acquis après Bourdin une expertise reconnue dans l'architecture militaire[15]. Certains de ces ouvrages sont publiés sans les noms de leurs auteurs, ni leur qualité de professeurs jésuites, il

---

[11] Billy, Jacques de, *Des fortifications et art militaire, cours donné au collège des Jésuites de Dijon*, 1670. Ms 81, Bibliothèque municipale de Bourg-en-Bresse.
[12] *Ibid*., fol. 76-78, 78, 78v respectivement.
[13] Durand, Bernard, *Traité d'architecture et de perspective, cours donné au collège des Jésuites de Dijon*, 1700. Ms 469, Bibliothèque municipale de Dijon.
[14] *Ibid*., p. 14.
[15] De Lucca, Denis, *Jesuits and Fortifications…*, *op. cit.*

nous paraît donc qu'ils ne s'adressent plus au public des élèves des collèges, mais à d'autres destinataires que nous chercherons à déterminer. Ce changement a-t-il des conséquences sur le contenu des ouvrages, et sur la manière même dont les auteurs considèrent leurs destinataires ? À cette époque, les idées de Descartes sur la formation de l'esprit font débat, et plus généralement les questionnements autour de la méthode. Nous nous intéresserons donc à la portée de ces questionnements sur les écrits des Jésuites[16].

1. LES MATHÉMATIQUES DANS LES COLLÈGES JÉSUITES AU DÉBUT DU XVII^e SIÈCLE

À ses débuts, au milieu du XVI^e siècle, la Compagnie de Jésus ne se préoccupait guère d'offrir un enseignement de mathématiques de haut niveau dans ses collèges[17]. Malgré les efforts de plusieurs jésuites espagnols et de Clavius lui-même au *Collegio Romano*, les mathématiques n'étaient souvent réduites qu'aux simples fondements de la géométrie, voire inexistantes[18], car le principal objectif des enseignants était de conduire leurs étudiants vers la théologie[19]. Nous ne trouvons que peu de place pour les mathématiques dans les premières versions de la *Ratio Studiorum* des années 1580[20], document synthétisant les méthodes d'enseignement et d'apprentissage dans les collèges jésuites[21].

1.1. L'APPARITION PROGRESSIVE DES CLASSES DE MATHÉMATIQUES

Les propositions de Clavius en 1582 impliquaient un fort accroissement des contenus mathématiques étudiés et leur étendue aux étudiants de toutes les années des collèges[22]. Le programme aurait compris les six premiers livres des *Éléments* d'Euclide, l'arithmétique et la géométrie pratiques avec l'usage des instruments, et la cosmographie pour tous les étudiants,

---

[16] Sortais, Gaston (S.J.), « Le cartésianisme chez les Jésuites français au XVII^e et au XVII^e siècle », *Archives de Philosophie*, vol. VI ; cahier III. Paris, Gabriel Beauchesne, 1929, p. 1-4, 86, *passim*.

[17] Paradinas Fuentes, Jesús Luis, « Las Matemáticas en la Ratio Studiorum… », *art. cit.*, p. 129.
[18] *Ibid.*, p. 134.
[19] Romano, Antonella, *La contre-réforme mathématique. Constitution et diffusion d'une culture mathématique jésuite à la Renaissance*. Rome, École Française de Rome, 1999, p. 39.
[20] Cf. Romano, Antonella, « A propos des mathématiques jésuites : notes et réflexions sur l'ouvrage d'Albert Krayer, *Mathematik im Studienplan der Jesuiten* », *Revue d'Histoire des Sciences*, tome 46, n°2-3, 1993, p. 282 ; Romano, Antonella, *La contre-réforme mathématique…*, *op. cit.*, p. 614-617.
[21]
[22] Paradinas Fuentes, Jesús Luis, « Las Matemáticas… », *art. cit.*, p. 143 *sq*.

et en seconde année, les onzième et douzième livres des *Éléments*, la trigonométrie, la géographie, l'algèbre, etc. Nous remarquerons que ce sont les mêmes thèmes que ceux contenus dans les *Œuvres mathématiques* de Stevin, lecteur attentif de Clavius qu'il n'hésite pas à citer, ainsi que dans les recueils du même nom d'Henrion, autre lecteur de Clavius puisqu'il lui emprunte la totalité de son *Algèbre*[23] (cf. *supra*, chap. 6). L'aspect confessionnel n'est donc pas une frontière pour ces grands mathématiciens, comme pour les grands pédagogues. Jean Sturm par exemple, fondateur du gymnase protestant de Strasbourg dans lequel enseignait Dasypodius (cf. *supra*, chap. 1, §2.1), reconnaît aux Jésuites la réussite de la mise en acte du programme humaniste qu'il prône[24]. L'analyse des besoins des élites en termes de connaissances mathématiques est donc semblable à Rome, à Leyde ou Strasbourg.

La lenteur du développement des mathématiques dans les collèges jésuites n'est donc pas liée à des contenus contestés mais plutôt à un problème général de formation des enseignants. En effet, malgré la reconnaissance de Clavius par ses homologues des contrées réformées, c'est dans son propre camp qu'il éprouvera des difficultés à faire accepter ses projets. Ses propositions allaient beaucoup trop loin pour être admises par les professeurs de philosophie des collèges jésuites, qui ne disposaient pas eux-mêmes d'une culture mathématique suffisante pour pouvoir enseigner les contenus nouveaux[25]. Les diverses versions de la *Ratio Studiorum* traduisent leur opposition à un programme de mathématiques ambitieux, si éloigné des habitudes de la scolastique qui restait une forme de modèle pour eux[26]. Qu'on en juge par cet extrait des *Règles pour le Professeur de Mathématiques* contenues dans la version définitive de 1599[27] :

> *Le professeur de mathématiques expliquera en classe aux étudiants de physique, pendant trois quarts d'heure environ, les* Éléments *d'Euclide ; quand ils les auront quelque peu pratiqués pendant deux mois, il ajoutera quelques notions sur la*

---

[23] Henrion, Didier, *Traicté d'Algebre. Par D. Henrion Mathemat.*, Paris, s.n., 1620, inclus Henrion, Didier dans *Collection ou recueil de divers traictez mathematiques…*, *op. cit.*, Paris, Abraham Pacard, 1621.
[24] Chartier, Roger, Compère, Marie-Madeleine & Julia Dominique, *L'éducation en France du XVI^e^ au XVIII^e^ siècle*. Paris, Société d'édition d'enseignement supérieur (SEDES), 1976, p. 159 ; Romano, Antonella, *La contre-réforme mathématique…*, *op. cit.*, p. 175-177.
[25] Paradinas Fuentes, Jesús Luis, « Las Matemáticas… », *art. cit.*, p. 143 ; Dainville, François de, « L'enseignement des mathématiques dans les Collèges Jésuites de France du XVI^e^ au XVIII^e^ siècle », *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, Tome 7, 1954, p. 7.
[26] Romano, Antonella, *La contre-réforme mathématique…*, *op. cit.*, p. 49-55, 320, *passim*.
[27] *Ratio studiorum…*, *op. cit.*, p. 132.

géographie, sur la sphère ou sur les autres matières qui leur plaisent d'habitude, et cela en même temps qu'Euclide, le même jour ou un jour sur deux.

Les mathématiques sont donc abordées en dernière année de la classe de Philosophie, mais en second lieu, après la physique. Les étudiants présentant quelques aptitudes sont invités à prendre des leçons privées après les cours[28]. Nous pouvons constater que les contenus sont assez pauvres. Il n'est donc même pas question d'arithmétique et la seule utilisation préconisée de la géométrie se rapporte à la géographie et à l'astronomie, comme à l'époque médiévale, ce qui ne nécessite en fait que des rudiments de géométrie sphérique.

Cependant, le *Collegio Romano* se voit doté en 1586 d'une académie de mathématiques dont la responsabilité est confiée à Clavius, qui sera chargé de la formation des futurs enseignants jésuites de mathématiques et de la publication d'ouvrages à leur intention[29]. Les effets vont s'en faire sentir progressivement au fur et à mesure de la création de cours de mathématiques dans les collèges de la Compagnie.

1.2. L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES MIXTES : L'EXEMPLE DE DOLE

De par la formation au *Collegio Romano* et la qualité du recrutement, les professeurs des collèges jésuites sont parfois des mathématiciens de haut niveau, comme Vincent Léotaud ou Jean L'Hoste que nous avons mentionnés, ou encore Jean François, Jacques de Billy ou Jean-Charles della Faille[30]. Ces mathématiciens offrent parfois aux étudiants des collèges des cours de grande qualité dépassant les *Éléments* d'Euclide[31], pour se porter sur les mathématiques mixtes. Selon la formulation contemporaine d'Hérigone[32], « la Mathematique mixte considere la quantité conjointe & meslée avec la matiere, & se subdivise en l'Optique, la Mechanique, l'Astronomie & la Musique ». Ceci nous intéresse particulièrement dans la mesure où les questions militaires concernent à la fois la géométrie pratique, l'arithmétique et les

---

[28] *Ratio studiorum*, *op. cit.*, p. 82.
[29] Romano, Antonella, « A propos des mathématiques jésuites…», art. cit., p. 284 *sq*.
[30] Dainville, François de, « L'enseignement des mathématiques… », *art. cit.*, p. 11 *sq* ; voir aussi Romano, Antonella, *La contre-réforme mathématique…*, *op. cit.*, p. 399.
[31] Antonella Romano remarque que cela dépend de la qualité des enseignants en place et des habitudes locales. Elle cite le cas d'Antoine Jordin au collège de la Madeleine à Bordeaux, qui ne pouvait ignorer les enseignements d'arithmétique d'Elie Vinet au collège de Guyenne (Romano, Antonella, *La contre-réforme mathématique…*, *op. cit.*, p. 254). Elle évoque également le cas de Jean Chastelier au collège de Clermont (*Ibid.*, p. 346-352) et son transfert à Pont-à-Mousson, où il devint le maître de Jean L'Hoste (*Ibid.*, p. 342 *sq*).
[32] Hérigone, Pierre, *Cursus mathematicus… / Cours mathematique… Tome premier*, *op. cit.*, fol. a viij, non signé.

mathématiques mixtes. L'existence d'un cours de fortification nous semble donc devoir être cherché au sein des collèges qui proposaient ce type d'enseignement. Cependant, le caractère fragmentaire des documents subsistants n'avait pas encore permis de mettre en évidence l'existence de tels cours, avant celui de Bourdin au collège de Clermont.

Nous présentons des notes de cours que nous avons trouvées à la bibliothèque centrale de Solothurn en Suisse, car elles nous semblent manifester la tenue d'un cours de mathématiques mixtes avant celui de Bourdin. Cette bibliothèque possède des cours rédigés par plusieurs générations successives d'étudiants du XVII^e^ siècle. Deux manuscrits ont retenu notre attention, car il s'agit des notes de deux jeunes nobles, qui ont suivi les cours donnés à Dole à la fin des années 1620. Le collège des Jésuites de Dole avait une grande réputation et attirait des étudiants de tous horizons. La ville n'avait pas été touchée par la Réforme protestante, ce qui a probablement favorisé le choix de ce collège par des jeunes nobles du canton catholique de Solothurn, plutôt que les universités de Bâle ou de Berne[33].

Benedikt Zeltner, dont nous ne connaissons pas le parcours, a suivi un enseignement scientifique à Dole en 1626 et 1627[34], mais il ne donne pas le nom de l'enseignant. Son manuscrit, rédigé en latin, traite de sujets de physique (astronomie, optique, catoptrique, voir en Annexe B3, les Figures 9.4 à 9.7), mais aussi d'arithmétique. Il contient en outre un complément de quarante-cinq propositions de géométrie de construction de problèmes et de gnomonique. Le rédacteur a attaché un grand soin aux à la réalisation des figures qui illustrent le texte. Il est visible que les feuillets ont été séparés verticalement en deux parties par une simple pliure médiane, qui permet de consacrer la partie centrale au texte et les bords extérieurs aux opérations posées, aux tables, aux illustrations. Celles-ci pouvaient donc être réalisées *a posteriori*, qu'il s'agisse d'exercices, de dessins ou de figures (Annexe B3, Figure 9.5).

---

[33] Cf. Gresset, Maurice, « Les Jésuites au collège de l'Arc à Dole, 1582-1828 », *in* Brelot, Claude-Isabelle, Mayaud, Jean-Luc (dir.), *Voyages en Histoire. Mélanges offerts à Paul Gerbod*. Annales littéraires de l'Université de Besançon, n°550. Paris, les Belles-Lettres, 1995, p. 51 & 54.

[34] Zeltner, Benedikt, *Recueil de textes latins de physique d'arithmétique et de géométrie « Sum Benedicti Zeltner Salodorensis Primiss. qui me propria manu in Alma Dolanorum Academia conscripsit A° 1626 et 27*, 1626-1627. Ms S368, Zentralbibliothek, Solothurn.

Notre second étudiant, Franz Haffner, a rédigé le cours dicté en 1627 par Vincent Léotaud, qui était cette année-là le professeur de mathématiques du collège de Dole[35]. Léotaud deviendra un mathématicien reconnu, correspondant de Wallis et auteur de traités d'arithmétique et de géométrie. Le manuscrit de Haffner, intitulé *Tractatus geometricus*[36], complète celui de Zeltner pour donner un aperçu des mathématiques étudiées dans cet établissement. La vie de Haffner est mieux connue, car il était un notable de Solothurn et qu'il avait obtenu un certain succès d'écrivain[37]. Il fit don de sa bibliothèque aux Jésuites de sa ville, ce qui nous permet de savoir qu'il était amateur de sciences et de fortifications. Il possédait en effet plusieurs ouvrages de géométrie et d'architecture militaire, dont les *Pratiques* de Fabre que nous avons étudié au chapitre précédent[38].

Le *Tractatus geometricus* d'Haffner est une transcription soigneusement illustrée du cours de mathématiques que Léotaud dictait, comme l'indique le verso du feuillet de titre. Il est écrit en latin et organisé à la manière des *Éléments* d'Euclide, dont est tirée une partie des propositions, accompagnées de leurs démonstrations (Annexe B3, Figure 9.8). Le cours reproduit aussi quelques commentaires de l'édition de Clavius des *Éléments* d'Euclide.

Mais ce cours contient aussi une *Digressio*[39] qui expose les applications pratiques de ce qui a été étudié. Cette partie contient l'explication et les règles de mesure de lignes inaccessibles, à l'aide d'un bâton de Jacob, nommé *radio latino* (Annexe B3, Figure 9.9),[40] dont la forme rappelle la Sainte Croix et qui est utilisé pour mesurer la hauteur des clochers (Annexe B3, Figure 9.10). Dans la suite du *Tractatus geometricus*, sont présentés d'autres instruments comme le carré et le quadrant géométriques (cf. *supra*, chap. 1, §2.1). Les figures étant particulièrement soignées, il est clair que la maîtrise du dessin était encouragée, même si rien dans la *Ratio studiorum* n'y fait référence. D'une manière générale, nous remarquons le grand

---

[35] Dainville, François de, « L'enseignement des mathématiques… », *art. cit.*, p. 113 ; Antonella Romano le place simultanément à Tournon, ce qui est probablement une coquille, en contradiction avec ses propres informations (Romano, Antonella, *La contre-réforme mathématique…*, *op. cit.*, p. 587 *sq*).

[36] Haffner, Franz, *Tractatus geometricus. Scripsit Franciscus Haffner Salodorensis Anno 1627*. Dictabat R.P. Vincentius Leautaud Mathematicarum Professor meritissimus et versatissimus, Anno MDCXXVII [1627]. Ms S394, Zentralbibliothek, Solothurn.

[37] Holt, Ian, « Die Solothurner Jesuitenbibliothek (1646-1773) und ihre Gönner. Die Bibliothek Franz Haffners und weitere Schenkungen und Vermächtnissein », *Jahrbuch für Solothurnische Geschichte*, 80. Band. Solothurn, Historischer Vereindes Kantons Solothurn, 2007, p. 247-276.

[38] *Ibid.*, pp 273-275. Pour les ouvrages de fortification, voir le catalogue de la bibliothèque de Solothurn (http://aleph.ag.ch, Schlagwort : Haffner, Franz Philipp (-1702)).

[39] Haffner, Franz, *Tractatus geometricus*…, *op. cit.*, « Digressio in qua quae hactenus investigavit contemplatio ad opus revocat ad praxes », p. 16-23v.

[40] Malgré son nom, sa forme n'a rien à voir avec celle de l'authentique *radio latino* de Latino Orsini.

soin apporté aux détails graphiques, qu'il s'agisse des illustrations en couleurs de l'usage des instruments (Annexe B3, Figure 9.11) ou des figures géométriques de la partie théorique du *Tractatus geometricus*. Nous reviendrons plus loin sur l'utilisation de l'image dans l'enseignement de la fortification.

La suite du manuscrit contient des cours d'hydraulique et de cosmologie, ainsi que des extraits des *Recreations mathematiques* de Jean Leurechon[41] et de l'*Epipolimétrie* de Jean L'Hoste. Léotaud utilisait donc les publications récentes de ses collègues, et leur aspect pratique n'en a pas découragé l'usage[42]. Nous dirons même que le contenu des deux manuscrits de Solothurn dénote un enseignement dépassant largement le contenu préconisé par la *Ratio Studiorum*. Les mathématiques pratiques, voire récréatives, y sont présentes, de même que la géométrie de construction de problèmes. Cependant, les manuscrits ne contiennent pas de leçon sur l'architecture militaire. Dans l'état actuel de nos recherches, l'apparition de ce dernier thème dans les cours de mathématiques des Jésuites date de 1637, ce que nous allons justifier.

2. PIERRE BOURDIN ET L'ENSEIGNEMENT DE LA FORTIFICATION (1637-1653)

Il semble que l'introduction des mathématiques militaires dans l'enseignement se soit produite au collège de Clermont à Paris[43]. Cela est probablement dû à la conjonction entre la demande d'un public d'élèves composé de jeunes nobles destinés aux métiers des armes et l'offre des compétences de professeurs de haut niveau en mathématiques. En effet, le collège de Clermont, réouvert en 1618, était fréquenté par la haute noblesse militaire parisienne[44] et bénéficiait des faveurs du roi qui assistait parfois aux soutenances de thèses[45].

Le premier cours d'architecture militaire du collège de Clermont paraît avoir été donné par Pierre Bourdin (1595-1653). Connu aujourd'hui comme critique de Descartes, auquel il

---

[41] Leurechon, Jean, *Recreation Mathematicque composee de plusieurs problemes plaisants et facetieux. En faict d'Arithmeticque Geometrie, Mechanique, Opticque & autres parties de ces belles sciences*. Pont-à-Mousson, Jean Appier Hanzelet, 1626.
[42] Contrairement à l'opinion exprimée dans Romano, Antonella, *La contre-réforme mathématique…*, *op. cit.*, p. 343.
[43] Compère, Marie-Madeleine, *Les collèges français, 16e-18e siècles*. Répertoire 3. Paris, Institut National de Recherche Pédagogique, 2002, p. 389 ; De Lucca, Denis, *Jesuits and Fortifications…*, *op. cit.*, p. 103 *sq*.
[44] Selon Gustave Dupont-Ferrier, auteur d'une étude sur les effectifs du collège de Clermont, « toute la noblesse militaire semblait s'être donné rendez-vous au collège, que l'on aurait pu prendre pour une filiale de la cour » (cité par Compère, Marie-Madeleine, *Les collèges français, 16e-18e siècles*, *op. cit.*, p. 380.)
[45] *Ibid*., p. 380.

adressa les septièmes objections aux *Méditations métaphysiques*[46], Bourdin est également l'auteur d'une *Introduction à la mathematique*[47] en 1643, et de deux ouvrages publiés à titre posthume en 1655, une *Perspective militaire*[48] et l'*Architecture militaire*[49] que nous allons étudier. Bourdin a enseigné à partir de 1618 au collège Henri-IV de La Flèche où il était étudiant. En 1634, il est envoyé au collège de Clermont pour y enseigner les mathématiques et l'orientation qu'il donne à son cours confirme la rencontre de son talent de mathématicien et de pédagogue avec les besoins de ses élèves, comme l'écrit l'auteur anonyme de la préface de son *Architecture militaire* de 1655[50] :

> *Pour contribuer quelque peu à votre satisfaction & à l'honneur de la mémoire de son Autheur, je vous en diray seulement ce mot : que c'est le travail d'un bel esprit, qui etant capable d'approfondir les plus subtiles parties de la Mathematique, a estimé que son temps seroit bien employé s'il le donnoit à la composition de cette piece, parce qu'il voyoit clairement que renfermant en fort peu de pages tous les plus beaux enseignements qui sont dans les gros Volumes des autres, & les proposant d'une methode tres-facile, elle seroit tres-utile à une infinité de Noblesse, qui tient aujourd'huy à honneur de porter les armes pour le service du Roy & pour la gloire de la France.*

Nous avons étudié à la Bibliothèque nationale de France un manuscrit du cours donné entre 1637 et 1639, puis, aux Archives jésuites de la province de France à Vanves, un autre manuscrit daté de 1654. La comparaison de ces écrits et des différentes versions imprimées a été rendue délicate par la grande variabilité des formats et des contenus. Le manuscrit de la Bibliothèque nationale est un imposant recueil in-folio de plus de deux mille pages en deux volumes abordant un grand nombre de sujets. Son premier volume est entièrement écrit et

---

[46] Cf. Ariew, Roger, « Descartes and the Jesuits: Doubt, Novelty, and the Eucharist » *in* Feingold, Mordechai (dir.), *Jesuit Science and the Republic of Letters*, Cambridge (MA), The MIT Press, 2003, p. 170-178.

[47] Bourdin, Pierre, *L'introduction a la mathematique : contenant les connoissances, & pratiques necessaires à ceux qui commencent d'apprendre les mathematiques. Le tout tiré des Elemens d'Euclide rengez & demontrez d'une façon plus briefve, & plus facile que l'ordinaire. Par le P. Pierre Bourdin*. Paris, François Pelican, 1643.

[48] Bourdin, Pierre, *Le dessein ou la perspective militaire. Piece tres-facile et tres-necessaire à tous ceux qui desirent de pratiquer l'Art de fortifier. Par feu P. Pierre Bourdin de la Compagnie de Jesus*. Paris, Guillaume Benard, 1655.

[49] Bourdin, Pierre (S.J.), *L'architecture militaire, ou l'art de fortifier les places regulieres et irregulieres. Expliqué, pratiqué & demontré d'une façon facile, & agreable. Avec un abrégé de la pratique de la geometrie militaire*. Paris, Guillaume Benard, 1655.

[50] *Ibid.*, adresse « Au lecteur », fol. ã ij-v, non paginés.

dessiné à la main, tandis le second est constitué pour moitié de feuilles imprimées. Le manuscrit de Vanves est un in-8° de cent quatre-vingts pages ne traitant que de fortification. En ce qui concerne les contenus, les différences sont particulièrement sensibles à propos de la fortification géométrique errardienne qui nous préoccupe.

Nous allons étudier le cours de Bourdin au collège de Clermont en nous focalisant sur la géométrie et la fortification, puis nous comparerons les différentes versions qui en existent, jusqu'aux publications de son contenu sous forme d'imprimé.

2.1. Le cours de Pierre Bourdin au collège de Clermont

Il ne nous est pas possible d'estimer le nombre d'étudiants qui suivaient l'enseignement de Bourdin, car même si le collège de Clermont était très fréquenté, il est probable que le cours de mathématiques n'était pas accessible à tous[51]. Les historiens ont même émis l'hypothèse que les professeurs de mathématiques prodiguaient un enseignement spécifique aux pensionnaires du collège[52]. Cela serait cohérent avec une pratique que nous avons pu vérifier dans certains des manuscrits que nous avons consultés. En effet, les Jésuites parisiens avaient l'usage de la « feuille de classe »[53], que les professeurs faisaient imprimer et distribuaient à leurs élèves au lieu de manuels entiers. Nous avons localisé à Chicago et Berlin deux autres versions des cours de Bourdin. Celle de Berlin mêle aussi les feuilles imprimées aux manuscrits, ce qui nous permet de tenter de classer l'ensemble des manuscrits. Nous étudions d'abord la version que nous estimons la plus ancienne, le *Cours de mathématiques, précédé d'un cours de théologie*[54] de la Bibliothèque nationale, rédigé par un certain Paul Le Mercier.

2.1.1. Le manuscrit de Le Mercier (1636-1639)

L'ensemble est constitué de deux volumes, dont les deux tiers sont consacrées aux sciences. Du rédacteur Paul Le Mercier, nous ne savons rien, sinon qu'il se qualifie d'*Auditor in Matematica* pour les années 1636 et 1637, et d'*Auditor in Theologia* pour 1638 et 1639.

---

[51] Compère, Marie-Madeleine, *Les collèges français*, *op. cit.*, p. 389.
[52] *Ibid.*, p. 390.
[53] Martin, Henri-Jean, *Livres, pouvoirs et société…*, *op. cit.*, tome 2, p. 808.
[54] [Bourdin, Pierre], Cours de mathématiques, précédé d'un cours de théologie, 1636-1639. Ms Latin 17861 et Ms Latin 17862, Bibliothèque nationale de France.

Selon la page de garde d'une des parties de la fin du deuxième volume[55], il a aussi suivi les cours de gnomonique de Roberval au collège de Gervais en 1637.

Les deux volumes sont divisés en parties thématiques, qui suivent l'ordre des cours du collège de Clermont, comme l'indiquent les pages de garde qui mentionnent aussi les dates des prises de notes. Le premier volume[56] contient un exposé complet de géométrie, qui est décliné sous ses aspects théorique et pratique. Son *prologue* donne un classement des matières étudiées selon les domaines dévolus à la noblesse : militaire, public (la Cour) et domestique. Le domaine militaire en représente la majeure partie. En géométrie, la partie théorique est intitulée *Apparatus geometricus*, ce qui peut se comprendre comme préparation à la géométrie pratique. Elle contient les définitions des *Éléments* d'Euclide, qui sont essentiellement données à travers des illustrations, extrêmement soignées dans ce manuscrit (Annexe B3, Figure 9.12), la géométrie de construction, qui s'attache particulièrement aux polygones réguliers (Annexe B3, Figures 9.13 et 9.14) et la trigonométrie.

La partie *Geometria militaris* reprend la plupart des sujets abordés dans les ouvrages de géométrie pratique (cf. *supra*, chap. 1, §2.1). Les instruments y sont décrits en détail dans des figures aussi soignées que les précédentes (Annexe B3, Figures 9.15 *a* à *f*). Celles-ci présentent de grandes similitudes avec des figures d'ouvrages que nous avons étudiés, comme celle du graphomètre de Danfrie (9.15-*e*) qui pourrait bien avoir été reprise directement de la *Fortification* d'Errard. Les illustrations des méthodes de lever de plans semblent copiées du même ouvrage (Annexe B3, Figure 9.16-*a*) ou celui de Danfrie (Annexe B3, Figure 9.16-*b*). D'autres figures s'inspirent des *Memoires mathematiques* de Stevin (Annexe B3, Figure 9.17), que les professeurs avaient à leur disposition dans la bibliothèque du collège de Clermont, comme en atteste le catalogue conservé à la bibliothèque de la Chambre des députés à Paris[57]. D'une manière générale, il semble que bon nombre de figures dessinées par Le Mercier aient été reprises dans des ouvrages existants et qu'elles occupent une place prépondérante dans l'enseignement de Pierre Bourdin. Nous chercherons à préciser cette place en étudiant plus loin les indications de ce dernier dans ses ouvrages imprimés.

---

[55] Ms Latin 17861, p. 937-1002.
[56] Ms Latin 17862.
[57] *Catalogue méthodique de la bibliothèque des Jésuites du collège de Clermont, tome VI, série O : Mathematici*. Ms 1400, Bibliothèque de l'Assemblée nationale, Paris.

Au milieu du premier volume, la géométrie militaire fait place à un traité de fortifications[58], qui repose sur des illustrations réalisées et coloriées avec grande attention. Le cours nous semble suivre une progression proche de celle de la *Fortification* d'Errard. Il est d'abord question de la construction des forteresses du point de vue des matériaux utilisés par l'architecte, avec divers exemples représentés en perspective militaire (Annexe B3, Figures 9.18-*a* & *b*), dont les méthodes sont exposées à la fin du même volume dans la partie Optique. Viennent ensuite les définitions des termes de la fortification (*Nomenclator militaris*), données au moyen d'illustrations légendées. C'est d'abord le plan d'un front bastionné dont les parties sont nommées en latin et en français (Figure 9.19). Remarquons que certains traits de construction (de couleur bleue) y ont été laissés apparents, mais qu'il ne semble pas que cette construction ait particulièrement suivi l'une des *manières* répertoriées plus loin. Ce ne sont en effet que les traits de construction des différents polygones marquant le contour urbain, la ceinture des centres des bastions puis celle des pointes des bastions.

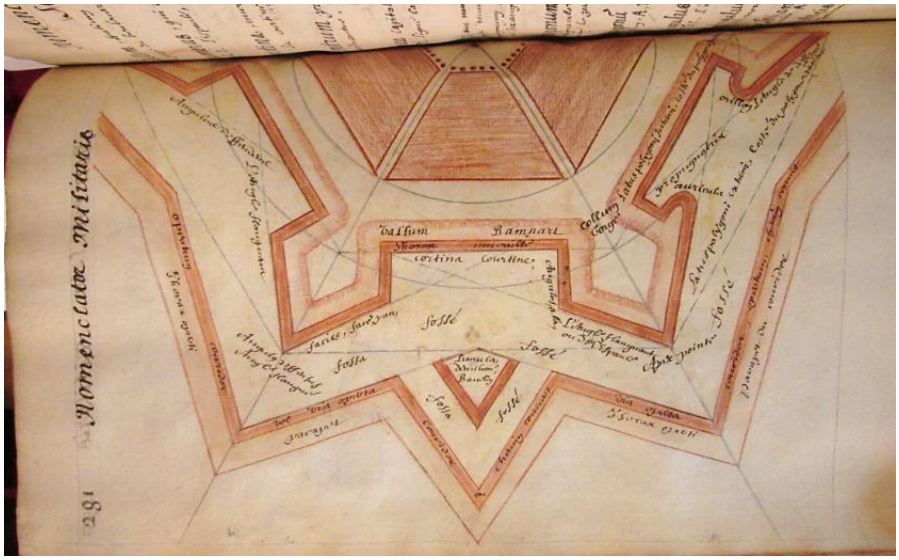


Figure 9.19

Pour introduire les termes du profil de la forteresse, Le Mercier a décliné en plusieurs dessins la première gravure de la *Fortification* de Jean Errard (Annexe B2, Figure 5.25), en insérant les dénominations dans la coupe géométrique (Figure 9.20), laissant vierge de toute légende la vue en perspective centrale qui présente les combattants comme chez Errard (Figure 9.21).

[58] [Bourdin, Pierre], Cours de mathématiques…op. cit., Ms Latin 17862, « Tractatus de munitionibus. Ortus munitionum. Nomenclator militaris. Leges et principia. Praxis munitionum Regularium & irregularium &c. ad militarem spectantia », p. 262-454.

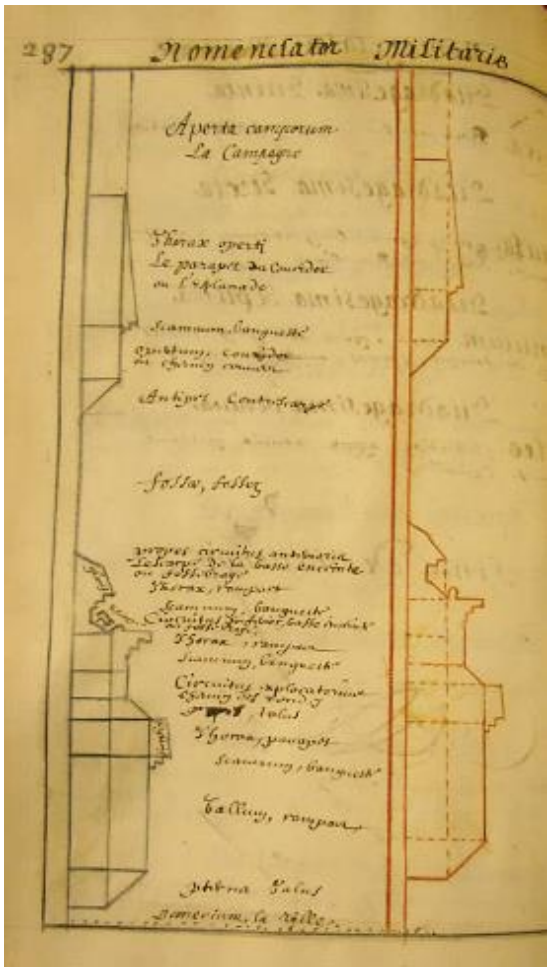


Figure 9.20

Figure 9.21

Figure 9.22

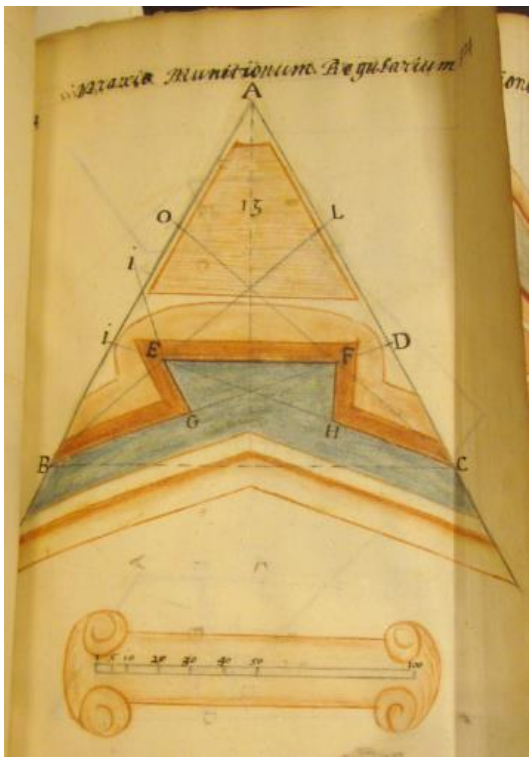


Figure 9.24

Le texte présente ensuite les « lois et principes » (*leges et principia*) de la fortification, puis expose en détail cinq manières de fortifier que Bourdin nomme des Ordres (*Ordines*) : le français, le hollandais, l'italien, le composé et le mixte, qu'il appellera ensuite ordre renforcé. Nous reviendrons en détail sur cette introduction des différents ordres lorsque nous étudierons les versions imprimées de ce cours.

Il est à noter dès à présent que l'ordre français est illustré par un dodécagone (Figure 9.22) semblable à celui des *Pratiques* de Fabre (cf. *supra*, chap. 7, §2.1.2) et que les procédures de construction sont celles d'Errard (Figure 9.24). L'ordre hollandais est illustré de manière similaire par un hexagone (Annexe B3, Figure 9.23) muni d'ouvrages « à cornes » extérieurs qui le différencient nettement de l'ordre précédent. Vient ensuite l'examen de nombreux cas de forteresses irrégulières, dont une partie reprend les questions du quatrième livre de la *Fortification* d'Errard sur les places commandées. Le volume se termine par le cours d'optique de 1637, avec de nombreuses illustrations sur des planches imprimées. Notons que la première feuille imprimée du volume est une planche de fortification non signée, mais datée de 1637, ce qui indique que Bourdin avait fait imprimer des feuilles de cours, dès cette année au moins.

Le second volume rassemble les cours suivis de 1637 à 1639. Il reprend la totalité de la fortification du volume précédent mais sans les dessins de Le Mercier, remplacés par des planches imprimées[59]. Les quatre cents dernières pages sont entièrement imprimées.

Que tirons-nous de notre analyse des manuscrits de Le Mercier ? Le cours de Pierre Bourdin est ambitieux et très structuré. La fortification y est située dans la continuité de la géométrie pratique, dont elle tire la plupart de ses méthodes. Dans la longue partie consacrée à la géométrie militaire, Bourdin aborde toutes les notions nécessaires au tracé des polygones et à leur bastionnement, mais aussi les techniques de représentation en perspective militaire et l'usage des instruments de visée pour le lever de plan. C'est donc une grande partie de l'activité de l'ingénieur militaire qui se voit ainsi établie sur des bases géométriques clairement expliquées, tant par un discours précis que par des figures éclairantes. Quand il est question de fortification proprement dite, la priorité est accordée aux définitions, qui sont portées à la fois par le texte et les figures. Les diverses pratiques de fortification sont

[59] Le Dividich, Aude, « Afficher, distribuer : usages éphémères de l'imprimé dans l'enseignement des sciences mathématiques en France au XVII^e^ siècle », *Revue de la bibliothèque nationale de France*, 14, 2003, p. 61-63.

présentées dans un classement en cinq ordres, qui font chacun l'objet de calculs semblables à ceux d'Henrion et Hérigone, publiés en 1634. Est-ce comme chez Errard dans un souci de démonstration géométrique de la « bonté » des constructions ? Nous ne le pensons pas, car Bourdin ne défend pas l'un des ordres plus qu'un autre, même s'il qualifie de parfait l'ordre renforcé. Comme nous le verrons chez ses contemporains, il s'agit avant tout pour lui d'offrir l'intelligence complète des ordres qu'il présente, en montrant comment calculer toutes les mesures des plans de forteresses dont il a enseigné la construction sur le papier.

Notons l'importance que Bourdin accorde aux figures comme vecteurs de connaissance, bien davantage qu'un simple exercice du dessin. Comme pour les cours de Dole que nous avons étudiés, le soin apporté par Le Mercier aux illustrations nous paraît correspondre aux attentes de son professeur, la disposition des pages montrant que la place des figures avait été prévue par l'enseignant. En outre, le fait que Bourdin ait fait imprimer en priorité les planches plutôt que les pages de texte semble confirmer une forme de prépondérance des figures géométriques sur les discours et le désir que ces figures soient exactes. Bourdin rejoint en cela l'idée cartésienne de minimiser le discours au profit de la méthode, et ce sont pour lui les figures qui apportent une connaissance claire de la méthode de fortifier.

Examinons les autres versions de la fortification de Bourdin, qui, avant la publication de 1655, reste une partie du cours de mathématiques dans lequel la géométrie devient de plus en plus élémentaire.

2.1.2. Les versions ultérieures du cours de mathématiques de Bourdin

Nous avons trouvé plusieurs ensembles de feuilles de classe des cours de Bourdin diversement reliées. Le catalogue de la bibliothèque du Prytanée militaire de la Flèche (ex-collège des Jésuites) fait mention d'un *Premier inventaire*[60] attribué à Pierre Bourdin et daté approximativement de 1639. Globalement, son contenu correspond aux feuilles imprimées du manuscrit de Le Mercier, il ne s'agit donc pas vraiment d'un ouvrage de fortification même s'il en contient une bonne partie. C'est la présence du faux-titre du *Premier inventaire* en tête du recueil qui a induit son enregistrement sous ce nom à La Flèche, mais ce n'est pas un ouvrage nouveau. Certaines planches sont signées d'Alexandre Boudan, célèbre dessinateur et

[60] Bourdin, Pierre, *Le premier inventaire des termes et pièces de la fortification : primus nomenclator militaris*, vers 1639, D224-RES.

graveur qui travailla pour le collège des Jésuites[61]. Un autre recueil se trouve au Max-Planck-Institut de Berlin[62], composé de feuilles similaires à celles de La Flèche, mais portant également des chapitres manuscrits de géométrie, trigonométrie, optique, cosmologie et architecture militaire. Certains textes sont ici en latin, tandis qu'ils étaient en français dans d'autres exemplaires et réciproquement.

Le troisième recueil ne concernerait que l'architecture militaire et serait daté de 1639. Nous n'avons pas pu le consulter dans la bibliothèque parisienne qui le référence[63], l'exemplaire étant introuvable. Le catalogue n'identifie pas l'auteur, mais donne des détails clairs[64], qui nous permettent de savoir que le recueil contient au moins une partie correspondant au cours de fortification de 1638[65].

Dans les deux recueils consultés, ainsi que dans le manuscrit de Le Mercier, nous trouvons un sommaire général sous la forme de doubles pages en vis-à-vis, l'une en texte et l'autre en images. Les grandes parties du cours correspondent à la division donnée par Hérigone en mathématiques pures (arithmétique et géométrie) et mixtes (musique, mécanique, optique, cosmologie). Nous examinons la première double page qui concerne les mathématiques pures.

Les vignettes de la planche de droite (Figure 9.25) reprennent exactement les subdivisions du texte de gauche, l'arithmétique et la géométrie comprenant chacune six parties. Le lecteur dispose ainsi d'une vue synthétique particulièrement éclairante. Le cadre central de la planche, cœur de l'enseignement de mathématiques pures, comprend l'arithmétique militaire (F) qui « range des bataillons » et la géométrie militaire (V) « dans la fortification des places, les sieges, etc. ». Notons que les vignettes inférieures comprennent la géométrie de construction de problèmes (H), la trigonométrie (O) et la perspective (P). Le panorama graphique ainsi offert

[61] Notice IdRef, notice data.bnf.
[62] Bourdin, Pierre, *Cursus mathematicus : breviter, & clarè figuris explicatus in gratiam eorum, qui mathesim volunt addiscere citò, ac facile*, Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte Bibliothek, Rara B769c.
[63] *Traité relatif à l'art des fortifications*, 1639, Bibliothèque Historique de la Ville de Paris, cote 104789.
[64] « Date empruntée à la planche F. B. Quelques planches sont signées A. Boudan ».
[65] La planche FB de cet exemplaire est signée de Boudan et datée de 1639. Or dans les autres recueils, la planche n'est pas signée et porte la date de 1638. Nous pouvons en conclure que le travail d'impression était en cours dans ces années.

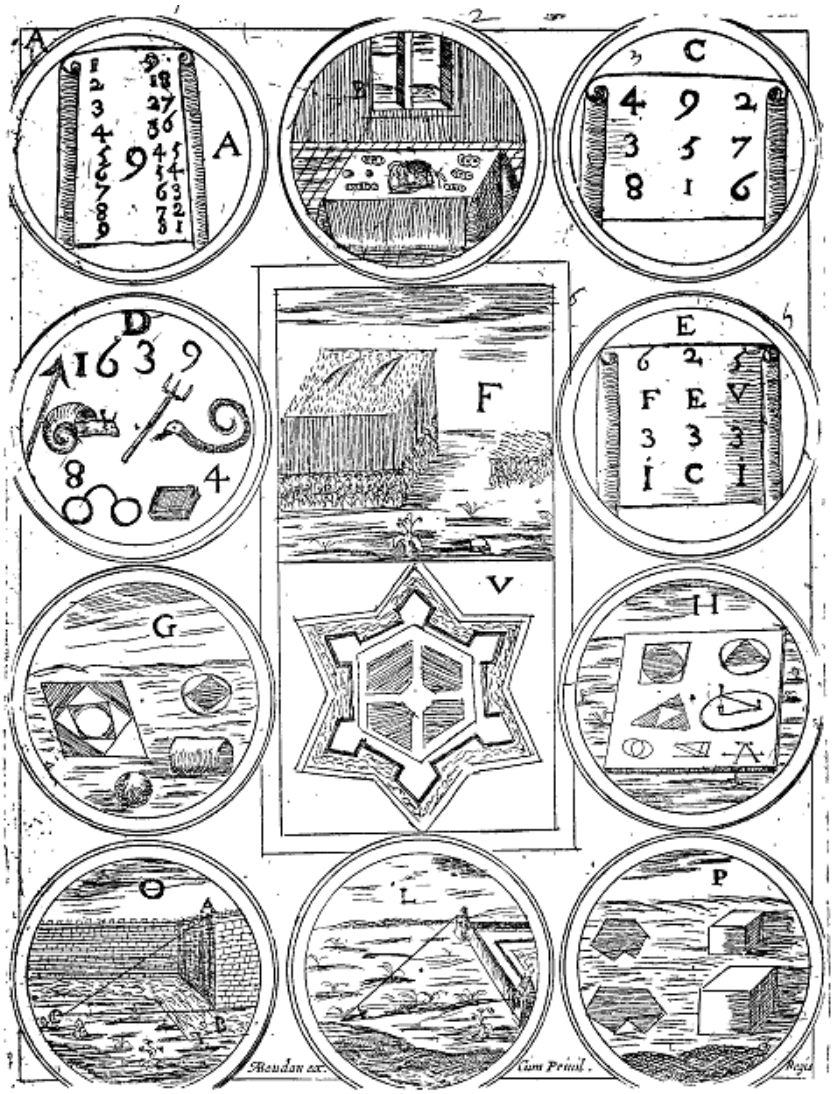


Figure 9.25

Il nous paraît vraisemblable que ces doubles pages de sommaire ont pu servir constituent de *prospectus*[66] du cours de Bourdin, imprimé en 1639 en latin (exemplaires de La Flèche et de Berlin) et en français (manuscrit de Le Mercier). Son titre général, *Cours de Mathematique abregé & clairement representé par figures en faveur de ceux qui veulent apprendre les Mathematiques en, peu de temps, & sans peine*, met en valeur l'efficacité du discours débarrassé des commentaires inutiles (*abrégé*) et la clarté apportée par les figures. Soulignons l'argument de non-pénibilité avancé dans ce titre à destination des personnes désireuses de se former rapidement aux mathématiques. Ces doubles pages de sommaire sont reprises dans la

[66] Le Dividich, Aude, « Afficher, distribuer… », art. cit., p. 56.

version imprimée en 1641 par François Pélican[67], l'optique ayant une page de titre particulière. C'est aussi le cas pour la version posthume qui paraîtra en 1661 chez Simon Benard, sous le titre de *Cours de mathématique, contenant en cent figures une idée generalle de toutes les parties de cette science* [68]. Relevons cette affirmation selon laquelle les cent planches de l'ouvrage permettront au lecteur d'avoir une idée générale de toutes les mathématiques. Elle répond bien aux termes de Descartes, suivant lesquels l'étude doit « diriger l'esprit jusqu'à le rendre capable d'énoncer des jugements solides et vrais sur tout ce qui se présente à lui »[69]. Le titre de l'ouvrage le situe bien dans cette époque où est recherchée l'efficacité d'une science guidée par la méthode, ne nécessitant plus forcément les longues démonstrations euclidiennes et s'affranchissant de la séparation aristotélicienne des domaines de la connaissance.

Cette nouvelle vision semble déjà à l'œuvre dans la suite des publications de Bourdin. Ses *Prima geometriae elementa*[70] de 1639 étaient destinés aux élèves de son *Academia mathematica*. Nous ne connaissons ni la composition, ni le statut de cette *Académie* dans le collège de Clermont. Selon l'historiographie, il pourrait s'agir d'un cours spécifique pour la formation des futurs enseignants de mathématiques[71] ou d'un cercle où se mêlaient les professeurs et des nobles amateurs de mathématiques[72]. Quoi qu'il en soit, les *Prima geometriae elementa* traitent de « géométrie spéculative », par l'exposé de théorèmes et de propositions de géométrie pure, dont la seule application pratique concerne la construction de problèmes sur le papier.

---

[67] Bourdin, Pierre, *Le cours de mathématique, représenté par figures et cartes et clairement expliqué dans toutes ses parties, avec quantité de connoissances et pratiques nouvelles, le tout en faveur de ceux qui veulent apprendre les Mathématiques en peu de temps*. Paris, François Pélican, 1641.

[68] Bourdin, Pierre, *Le cours de mathématique, contenant en cent figures une idée generalle de toutes les parties de cette science, l'usage de ses instruments, diverses manieres de prendre les distances, l'art d'arpenter, divers moyens de lever & tracer un plan, la reduction des Figures par les Triangles de raport, la Trigonometrie, les Fortifications regulieres & irregulieres, leurs dehors, profil, eslevation, & Sciagraphie. Contenant de plus un Traité de l'usage du Globe terrestre, & un autre de l'Optique Dioptrique & Catoptrique. Dédié à la Noblesse*. 3e éd. Paris, Simon Benard, 1661.

[69] Descartes, René, *Règles pour la direction de l'esprit. Traduction et notes par Jacques Brunschwig*. Paris, Librairie Générale Française, Le Livre de Poche, coll. « Classiques de la Philosophie», 2002, Règle I, p. 75.

[70] Bourdin, Pierre, *Prima geometriae elementa, Ad usum Academiae mathematicae Collegij Claromontanij societatis Jesu, Parisijs*. Paris, Pierre Billaine, 1639.

[71] Romano, Antonella, *La contre-réforme mathématique…*, *op. cit*., p. 398.

[72] Harris, Steven J., « Les chaires de mathématiques », *in* Giard, Luce (dir.), *Les Jésuites à la Renaissance. Système éducatif et production du savoir*. Paris, PUF, coll. « Bibliothèque d'Histoire des Sciences », 1995, p. 244.

À partir de 1640, Bourdin fait imprimer ses ouvrages chez François Pélican, imprimeur de la rue Saint Jacques « proche le College de Clermont ». Ces publications sont en français et contiennent beaucoup de planches (nommées *Tables*) du graveur Alexandre Boudan[73], dans le but avoué de diminuer l'importance du discours afin de mettre les matières traitées à la portée d'un large public, qui pourra ensuite approfondir son étude dans d'autres ouvrages imprimés à venir, ainsi que l'annonce l'Avertissement de la *Geometrie* de 1641[74] :

> *Comme nous pretendons en ces tables* [planches] *de faciliter l'intelligence & la pratique des Mathematiques & par ce moyen attirer le Lecteur & luy bailler entrée aux considerations speculatives, & retirées, qui demandent une plus grande estendue de discours, ainsi nous choisirons ce qui sera plus à propos & se pourra representer avec peu de paroles, renvoyant ceux, qui en desireront davantage, aux livres & traittez entiers, qui dans le mesme dessein paroistrons aux occasions.*

Dans l'édition française des *Prima geometriae elementa* qui paraît en 1643 sous le titre d'*Introduction a la mathematique*[75], Bourdin ajoute de nombreux exemples pratiques dans le but de proposer une première approche « courte et facile » de son cours de Mathématiques par des « speculations et pratiques adoucies ». Il convient de la complication de certaines constructions euclidiennes au regard de leur utilisation pratique, comme dans ce commentaire de la construction d'un segment égal en longueur à un segment donné[76] :

> *Dans la pratique, il n'est pas necessaire d'apporter toutes les ceremonies susdictes pour poser une ligne egale à une autre, ou que ce soit, il suffit d'en prendre l'estendue avec les pointes du compas, & la transferer au point donné. Pour le terrain, c'est assez de prendre un cordeau de mesme grandeur, & l'attacher au picquet planté au point donné ou se servir du rayon de veuë avec les mesures prises dessus.*

---

[73] À partir de 1645, sa signature disparaît.
[74] Bourdin, Pierre, *La Geometrie. L'Abregé des premiers Elemens de Geometrie, tant speculative que pratique. La façon de descrire toutes sortes de figures. Les Instrumens de Geometrie, & leur usage. La mesure de toutes sortes de hauteurs, longueurs, & largeurs accessibles, ou non. Le toizé & l'arpentage. La façon de lever les plans. La pratique de tracer sur le terrain. Le moyen de racourcir, aggrandir, ou contrefaire toutes sortes de figures, images, plans &c.* Paris, François Pelican, 1641 [Ms Latin 17861, partie imprimée, p. 1022].
[75] Bourdin, Pierre, *L'introduction a la mathematique*…, *op. cit.*
[76] *Ibid*., p. 48.

En fait, Bourdin estime que nombre de propositions des *Éléments* d'Euclide pourraient être acceptées sans démonstration[77] :

> *Il y a deux sortes de principes dans Euclide tous clairs & evidens : Les uns sont premiers principes ne pouvans estre prouvez par d'autres : les autres seconds principes pouvant estre demonstrez par les premiers, mais neantmoins si clairs qu'il n'est besoin de le faire […] Il y a quantités de Theor[emes] qui sont clairs & evidens, & qui devraient estre mis entre les seconds Principes.*

Selon lui, l'approche des *Éléments* d'Euclide doit privilégier dans un premier temps la compréhension du sens des propositions plutôt que leur démonstration[78] :

> *Pour apprendre les 6 premiers d'Euclide, il n'est pas necessaire la premiere fois qu'on les void, & particulierement le premier, de suivre l'ordre des propositions selon leur preuve, mais on peut supposer celles qui ont des demonstrations embarrassées , & se contenter d'en bien comprendre le sens.*

Pour faciliter matériellement cette compréhension, il insère des planches hors-texte à la fin de son ouvrage, en conseillant aux lecteurs de les découper pour garder à portée de vue les figures vis-à-vis du texte qu'elles illustrent sans avoir à tourner les pages (Annexe B3, Figure 9.26).

Bourdin souhaite donc que ses élèves saisissent le sens de ce qu'il leur enseigne avant d'en saisir les subtilités mathématiques. Ainsi il valorise la pratique et le sens commun plus que la profondeur des démonstrations, abordées dans un second temps par les auditeurs les plus motivés. Cette vision, conforme à l'esprit de l'époque, répond aussi probablement à la demande d'une formation rapide et solide de certains officiers, qui doivent disposer d'outils mathématiques efficaces au service de leur métier et non les étudier pour eux-mêmes.

La partie du cours consacrée à l'architecture militaire ne sera publiée qu'après la mort de l'auteur, ainsi qu'un traité de perspective militaire qui est le premier en France, si l'on excepte les pages qu'y avait consacrées Ambroise Bachot (cf. *supra*, chap. 2, §3.2).

---

[77] *Ibid*., « Observations sur les Elements d'Euclide », p. 260 *sq*.
[78] *Ibid*., p. 265.

2.2. L'*ARCHITECTURE MILITAIRE* DE 1655

Pierre Bourdin meurt à la fin de l'année 1653 au collège de Clermont[79]. Son enseignement de fortification est publié dès 1655 sous le titre d'*Architecture militaire*[80], dans un format in-8° qui le rapproche d'un manuel bien davantage que les grandes feuilles distribuées en classe. En moins de deux cents pages, composées pour la moitié de planches, il brosse le tableau des pratiques de fortification de son époque. Les historiens ont suggéré qu'il pouvait s'agir d'une version préparatoire à l'impression du traité ou d'une sorte de *Ratio studiorum* de fortification à l'usage des collèges jésuites français[81]. L'autorité de Bourdin en ce domaine rend plausible une telle interprétation. Rappelons que le *Cours de mathematique* contenait aussi les fortifications, vues d'abord comme une application militaire de la géométrie, puis dans un traité indépendant d'architecture militaire. L'ouvrage de 1655 en diffère par la conception des planches, pour la plupart réduites à une ou deux figures, mais l'alternance du texte et des images a été conservée.

2.2.1. AUTHENTICITÉ DE L'OUVRAGE

Nous ne doutons pas de l'attribution de cet ouvrage à Pierre Bourdin, que sa réputation et sa célébrité devaient protéger d'une édition non conforme à son enseignement. La permission d'imprimer du Provincial de France (composée pour la *Perspective militaire*), accordée le 9 février 1655, précise que l'ouvrage a été composé par Bourdin et revu par trois autres pères jésuites. En outre, le libraire indique à la fin de l'*Architecture militaire* qu'il a dû imprimer l'ouvrage inachevé, mais qu'il en donnera les compléments si les lecteurs sont intéressés. Comme nous n'avons pas connaissance d'une telle publication, il semble bien que, comme il l'indique, peu de lecteurs aient été curieux des démonstrations mathématiques[82] :

> *Voila ce que le R. P. Bourdin a laissé de la demonstration de son Architecture Militaire. La mort qui l'a surpris a empêché qu'il ne l'acheuast. Je n'ay point fait de dificulté de faire imprimer l'explication & la pratique sans la demonstration, sçachant bien que de ceux qui desirent de se servir de cet ouvrage, il y en a fort peu qui soient*

---

[79] Ariew, Roger, « Descartes and the Jesuits… », *art. cit.*, p. 171.
[80] Bourdin, Pierre, *L'architecture militaire…*, *op. cit.*
[81] De Lucca, Denis, *Jesuits and Fortifications…*, *op. cit.*, p. 103.
[82] *Ibid.*, p. 196.

curieux des demonstrations [...] si on void que plusieurs la demandent, on la leur fera voir Dieu aydant, achevée par un habile homme qui a esté un des meilleurs escoliers du R.P. Bourdin.

Nous sommes conforté dans notre hypothèse par l'existence de deux versions manuscrites datées de 1654, et qui sont très proches de l'imprimé. Il semble que Bourdin ait pratiqué un enseignement spécifique de fortification, peut-être assisté d'autres enseignants de mathématiques de la Compagnie. Cela serait conforme à la forte demande d'un enseignement de fortification à Paris dans les années 1650, comme nous l'avons indiqué plus haut.

La première version manuscrite se trouve à la Newberry Library de Chicago[83], nous avons pu la consulter partiellement[84]. La deuxième appartient aux Archives jésuites de la Province de France à Vanves[85], nous avons pu l'examiner. Il y a quelques différences entre ce dernier manuscrit et l'imprimé, en particulier sur l'orthographe des noms propres, mais globalement leurs sommaires sont identiques, sauf en ce qui concerne les définitions. En effet, le manuscrit comme l'imprimé contiennent une « Adresse touchant les termes propres de l'Art de fortifier ». Dans le manuscrit, la position de Bourdin est proche de celle d'Errard[86] :

L'Art de fortifier aussi bien que les autres a ses façons de parler et des termes particuliers proprement adjustez aux Ouvrages, Pieces, Actions et choses semblables dont il se sert. A cette fin on advance d'ordinaire une liste ou Table desdits Termes et puis on entre en matiere. J'en oseray autrement et vous feray apprendre cette grande quantité de Mots, plus facillement et avec plus de contentement dans l'ordre que je pretens tenir. J'espliqueray chaque Ouvrage d'ordre commenceant par les plus petites et moins chargées de Mots propres, ainsi me servant des Termes qui se presenteront à a la fois et paroist[r]eront en leur place naturelle vous les entenderez et retiendrez plus facilement et sans confusion.

---

[83] Bourdin, Pierre, *L'art de fortifier les places regulières et irregulières, expliqué, pratiqué, et demonstré d'une façon sensible et aggreable*, vers 1654. Ms 5216, The Newberry Library, Chicago, Ill., USA.
[84] Nous remercions la Newberry Library de la mise à disposition d'informations sur le manuscrit, ainsi que de l'envoi d'images de certaines pages.
[85] Bourdin, Pierre, *L'Art de Fortifier les Places Regulieres et Irregulieres, expliqué, pratiqué, et demonstré d'une façon agreable et facile. Par le RP. Bourdin de la Compagnie de Jesus*. Paris 1654. Ms H.223.94, Archives de la Province de France de la Compagnie de Jésus, Vanves.
[86] *Ibid*., fol. 4v.

Bourdin veut encore faciliter l'apprentissage des mots en ne surchargeant pas la mémoire des néophytes de définitions dès le début de l'ouvrage, mais en donnant celles-ci progressivement et « en leur lieu », suivant en cela le chemin d'Errard. La table récapitulative des termes de la fortification ne vient qu'en fin d'ouvrage, il est d'ailleurs possible qu'elle ait été ajoutée par un autre professeur qui aurait terminé le cours de Bourdin après son décès.

Dans l'imprimé, cette Adresse est modifiée et vient après trente-cinq pages de définitions illustrées, ce qui est plus conforme aux usages de l'époque, mais gomme l'une des finesses du travail de Bourdin. Nous examinons la suite de l'ouvrage du point de vue de son organisation et des principes sur lesquels reposent les tracés.

2.2.2. L'ORDRE DES CONNAISSANCES

Bourdin adresse son ouvrage à la Noblesse française et le présente en caractérisant son approche de l'Art de fortifier de la manière suivante : « universellement & particulierement ; briévement & clairement ; pratiquement & scientifiquement »[87]. Particularité et universalité tiennent à la présentation de toutes les manières de fortifier pratiquées dans les pays en guerre, s'attachant à détailler ce qu'elles ont en commun de façon à montrer qu'elles semblent « n'en faire qu'une à plusieurs faces ». La brièveté revendiquée paraît en contradiction avec le nombre des auteurs cités : Errard, Lorini, Marolois et ses successeurs Fritach, Goldmann, Dögen « qui se sont fait une grande réputation dans la Hollande et partout », et enfin, Antoine de Ville. Bourdin associe cette brièveté à la clarté qui provient d'une classification propre à l'*Architecture militaire* « jusqu'à ce point que d'establir divers ordres de fortifier à l'imitation de l'Architecture generale »[88]

En effet, Bourdin décide de présenter les diverses manières de fortifier en s'inspirant de la classification en cinq ordres d'architecture hérités de Vitruve[89] :

> *Comme nous avons dans l'Architecture ordinaire divers ordres, le Toscan, le Dorique, l'Ionique, le Corinthien, & le composé chacun ayant ses marques & ses caracteres dans l'usage des proportions & mesures dont il se sert touchant les pieces communes à tous, pied d'estal, colomne, architrave, frize, corniche, &c. en quoy il est distingué des autres par les intelligens : De mesme nous pouvons reconnoître dans*

[87] Bourdin, Pierre, *L'architecture militaire…*, *op. cit.*, p. 6 *sq*.
[88] *Ibid*., p. 7.
[89] *Ibid*., p. 66.

l'architecture militaire divers Ordres, le François, l'Italien, le Hollandois, le composé, & semblables ; tous distinguez les uns des autres par des loix particulieres dont ils se servent dans l'alliage des mesmes parties du trait, courtine, face, flanc, gorge, pointe, &c. Et comme on se sert indifferemment de chaque Ordre d'Architecture commune en tout endroict, quoy qu'il soit né dans un pays particulier ; de mesme les ordres de fortification, quoy qu'inventez & cultivez en quelques lieux particuliers, peuvent servir par tout.

La comparaison avec l'architecture civile situe la fortification comme architecture militaire. Les parties des bâtiments, représentés par les traits sur le papier, existent dans tous les ordres, mais sont soumis à des règles particulières qui caractérisent chaque ordre. Bourdin définit ces ordres en fonction des auteurs qui les ont exposés. L'ordre italien inventé en Italie s'est étendu à toute l'Europe, il n'a pas de créateur mais se trouve chez Lorini. L'ordre français est « de l'invention de Jehan Erhard en son livre ». Le hollandais s'est diffusé des Pays-Bas vers le Sud, et se trouve dans les écrits de Marolois, Fritach et Goldmann. L'ordre composé est celui de De Ville. Dans le cours de Le Mercier, nous trouvions un cinquième ordre qui n'apparaît plus ici. Il était dit *renforcé* et le texte latin le qualifiait même de *perfectus*, mais son abandon en 1654 n'est pas expliqué.

Chaque ordre est constitué d'un *trait* et de *Loix ou Reglements*, qui sont les maximes de la fortification déclinées pour chaque ordre. Le trait correspond au contour du front bastionné. Bourdin en explique le tracé avant d'exposer les maximes, puisque le trait constitue l'essence même de la fortification[90] : « Le trait fondamental est celuy qui est consideré d'abord dans le plan, étant comme l'ame qui conduit tout, & gouverne la proportion de chaque partie. » Précisons qu'il adopte un point de vue pratique, valorisant le tracé, afin de contenter les débutants et ceux qui n'avanceront pas plus loin dans les aspects théoriques de l'architecture militaire. C'est le sens du « pratiquement » de l'Adresse à la Noblesse.

Bourdin conclut cette Adresse en affirmant le caractère scientifique de son *Architecture militaire*, « vû qu'elle donne raison de ses pratiques, & qu'elle demontre par la Trigonometrie la justesse de ses procedez ». Les démonstrations trigonométriques ne figurent pas dans l'ouvrage, et comme nous l'avons indiqué plus haut, aucune publication ne viendra combler cette lacune. De la géométrie militaire, il semble donc que le public retienne que l'usage

[90] *Ibid*., p. 62.

pratique, essentiellement dans le tracé des plans. Mais Bourdin attache une grande importance aux mathématiques comme outil de justification des contours tracés.

2.2.3. La place des Mathématiques

Comme nous l'avons écrit plus haut, ce cours de Bourdin n'a pas été achevé. Il aurait dû comprendre, comme en 1638, une partie géométrique dépassant les simples questions de tracé pour s'occuper des calculs des longueurs et des angles. Il n'en existe que quatre pages, dont le titre, *L'Art de fortifier demontré dans les parties principales*[91], ne laisse pas de doute sur le contenu annoncé. Après une première partie en faveur des néophytes et de ceux qui n'iraient pas plus loin que la pratique, Bourdin aurait développé ici les méthodes géométriques permettant d'obtenir les valeurs des angles et des longueurs dans les plans tracés. Il aurait donc suivi en un sens l'ordre errardien, avec une première partie réduisant en art la pratique des ingénieurs et une seconde partie démontrant géométriquement l'adéquation des tracés à la sûreté de la place. Nous en trouvons l'expression chez Bourdin lui-même.

Dans la première version du *Cours de Mathematique*, il rappelait en effet que les capitaines et les ingénieurs dignes de ce nom ne doivent pas présenter de plan de forteresse, s'ils ne sont pas capables de montrer par des démonstrations géométriques que les formes et les distances sont adaptées à la défense de la place. Il se situe ainsi dans la lignée d'Errard qui invoquait toujours ensemble les jugements des grands capitaines et des ingénieurs. Dans la version de 1655, il n'est plus question de capitaine, Bourdin ne semble donc plus s'adresser aux militaires, mais plus généralement à l'élite des « honnêtes hommes », formés à la méthode et capables de se saisir de questionnements liés à la fortification. Il reformule son idée dans des termes quelque peu modifiés[92] :

> *L'Ingenieur, l'Architecte, & tout autre qui se mesle de fortifier, s'il est sçavant & honneste homme, doit apres avoir presenté son dessein sur le papier, demontrer que s'il est executé fidellement, l'ouvrage qu'il promet sera bon, raisonnable, dans les justesses que l'Art & la raison demandent. A cét efet, il se sert de deux sortes de principes. Les uns sont pratiqués & fondez sur l'experience, les autres speculatifs & geometriques. Les premiers assignent les grandeurs & les justesses de chaque partie, comme du flanc, de*

[91] *Ibid*., p. 193-196.
[92] *Ibid*., p. 193.

la ligne de défense, de l'angle flanquant, du flanqué & semblables. Les autres preuvent que lesdites parties ont ou auront en efet, la grandeur qui leur est ordonnée.

Ce que l'auteur appelle « pratique juste et géométrique » des fortifications nécessite donc d'une part l'établissement de maximes fondées sur l'expérience et d'autre part le calcul des angles et des distances ou longueurs à l'aide des théorèmes de la *Doctrine des triangles* qui était une partie de son enseignement du collège de Clermont. Mais sur quelles données de l'expérience s'établissent les maximes ?

Bourdin est l'un des derniers auteurs à suivre Errard dans son analyse des données de l'expérience. Après avoir décrit les formes des ouvrages extérieurs (à corne, à couronne, etc.) des forteresses, il en vient au dimensionnement de leur enceinte principale et affirme[93] : « On ne peut ordonner judicieusement de la capacité que les Bastions doivent avoir […] si auparavant on n'a la connoissance de la portée, de la force & de la grandeur du canon. » Les pages suivantes répertorient donc les canons utilisés en France, avec leur poids, leur portée et leur impact, mesuré en termes de profondeur de terre percée par un boulet. Les données sont reprises de la *Fortification* d'Errard, à laquelle Bourdin emprunte également le discours sur la force humaine nécessaire à la réparation des dégâts causés par l'artillerie.

Dans les dernières pages, identiques en imprimé et en manuscrit, l'auteur évoque les principes du calcul qu'il doit mettre en œuvre. Ils sont tirés des *Éléments* d'Euclide, des pratiques de l'arpentage et de la trigonométrie, qui n'est plus qualifiée de doctrine des triangles. Il conseille d'avoir sous la main les tables de sinus et de logarithmes, puis préconise de considérer chacune des figures présentées, afin d'y effectuer les calculs de toutes les longueurs et de tous les angles. Il termine par cette formule : « l'usage vous fera bientost Maître »[94]

La partie manquante ne sera jamais reconstituée. Les lecteurs de Bourdin ne seront donc peut-être pas devenus des maîtres dans l'art de démontrer, mais il n'est pas sûr que cela soit important vis-à-vis des destinataires de l'ouvrage tel qu'il est maintenant conçu. Les mots du libraire donnent à penser que la plupart d'entre eux ne se préoccupent que de l'aspect pratique du cours et pas des démonstrations. Nous chercherons ce qu'il en est dans les autres ouvrages

[93] *Ibid*., p. 84.
[94] *Ibid*., p. 195.

jésuites étudiés. Terminons notre examen de l'enseignement de Pierre Bourdin, en nous penchant sur son usage des figures.

2.2.4. Le rôle des figures et du tracé

Nous avons vu à plusieurs reprises que Pierre Bourdin accorde autant de pages aux images qu'au texte. Pour lui, les figures ne sont pas des images illustrant le texte, mais elles doivent être lues en même temps que lui : « Nous commencerons par la Redoute, les Etoiles & autres plus simples ; & de là nous monterons aux plus grands. Par tout vous ferez le raport des écrits à la figure posée vis-à-vis »[95].

Les planches apportent en outre une connaissance directe des dimensions des forteresses, sans qu'il soit nécessaire de chercher les valeurs dans le texte. En effet, le lecteur est invité à se servir des figures comme les ingénieurs le font avec les plans des fortifications, c'est-à-dire en mesurant les longueurs au compas directement à l'aide des échelles. De quoi s'agit-il ? Nous avons déjà rencontré chez Fabre (cf . *supra*, chap. 7 ; §2.1.2) l'utilisation des échelles sous une forme qui lui était particulière, et chez Alexis Errard, qui proposait de régler l'échelle de la figure en fonction de la taille choisie pour le flanc (cf. *supra*, chap. 7, §2.1.1).

Bourdin précise la définition d'une échelle dans un appendice de géométrie militaire, déjà présent dans le cours de Le Mercier. Il s'agit d'une « ligne divisée en plusieurs petites parties, qui representent autant de grandes parties ou mesures des grandeurs reelles, comme pieds, pas, toises, perches, & semblables »[96]. Ce segment gradué est adjoint à chacune des figures et permettra une mesure directe des longueurs sans passer par le calcul[97] :

> *Si vous desirez de connoître par pratique la quantité de chaque partie de l'ouvrage, en attendant le voyes demonstratives, vous vous servirez des echelles particulieres de la sorte. Prenez avec le compas ordinaire la ligne dont vous desirez sçavoir la quantité, puis apliquez-la sur l'echelle propre à la figure, & lors le nombre des toises ou des pieds qui seront entre les pointes du compas, vous fera entendre que la partie de l'ouvrage representée par ladite ligne, aura autant de toises ou de pieds.*

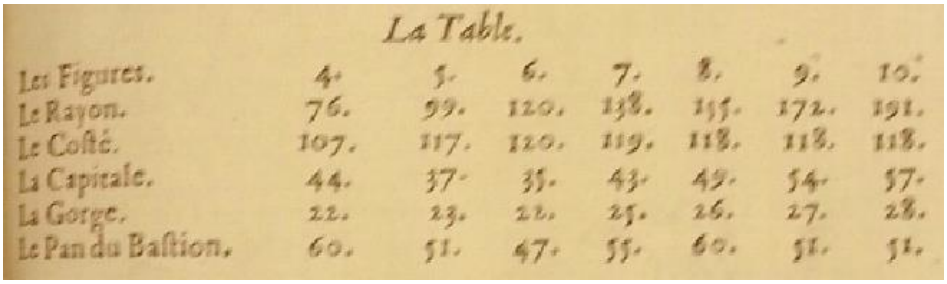
---

[95] *Ibid*., « L'explication de l'ouvrage de la fortification reguliere », p. 49.
[96] Bourdin, Pierre, *L'architecture militaire…*, *op. cit*., partie « La geometrie militaire » p. 14.
[97] *Ibid*., *loc. cit.*

Les figures sont donc des supports de connaissance au même titre que le texte. Elles sont mises au service des apprentissages, par le biais du dessin. Un extrait du *Cours de Mathematique* nous éclaire sur ce point. Il s'agit à cet endroit d'encourager les élèves à apprendre, dès leurs premiers pas en géométrie, à tracer le contour bastionné d'une des faces des forteresses, ce que Bourdin a appelé le *trait* [98]:

> *J'avance ces Essays mechaniques, partie en faveur de ceux, qui dés l'entrée veulent cueillir quelque fruit de leur estude, partie pour bailler à ceux, qui commencent, & ne veulent pas entrer bien avant, ce contentement que de tracer plusieurs sortes de Fortification, quoy qu'il le sçachent encore, que tirer les lignes.*

Proposant au lecteur d'effectuer lui-même le tracé du plan d'un polygone fortifié, Bourdin l'invite à utiliser les dimensions données dans une table de valeurs déjà calculées (Figure 9-27), pour y prendre les longueurs exactes du rayon du cercle, du côté du polygone, puis des dimensions des lignes nécessaires à la construction des bastions : capitale, gorge, face (ou pan).



La Table.

Les Figures.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Le Rayon.	76.	99.	120.	138.	155.	172.	191.
Le Costé.	107.	117.	120.	119.	118.	118.	118.
La Capitale.	44.	37.	35.	43.	49.	54.	57.
La Gorge.	22.	23.	22.	25.	26.	27.	28.
Le Pan du Bastion.	60.	51.	47.	55.	60.	51.	51.

Figure 9.27

Dans ce premier exemple, le polygone à bastionner sur le papier est un pentagone. La procédure de tracé est donnée visuellement dans une planche faisant face au texte (Figure 9.28)[99]. Bourdin indique au lecteur qu'il doit « prendre [les longueurs] sur l'echelle avec la poincte du Compas pour [s']en servir de la sorte, avec les figures, qui [luy] montreront tout par ordre, pratique apres pratique ». Il conseille : « suivez les de l'œil ».

[98] Bourdin, Pierre, *Le cours de mathématique…*, *op. cit.*, 1641, Ms Latin 17861, partie imprimée, p. 1189.
[99] *Ibid.*, p. 1188

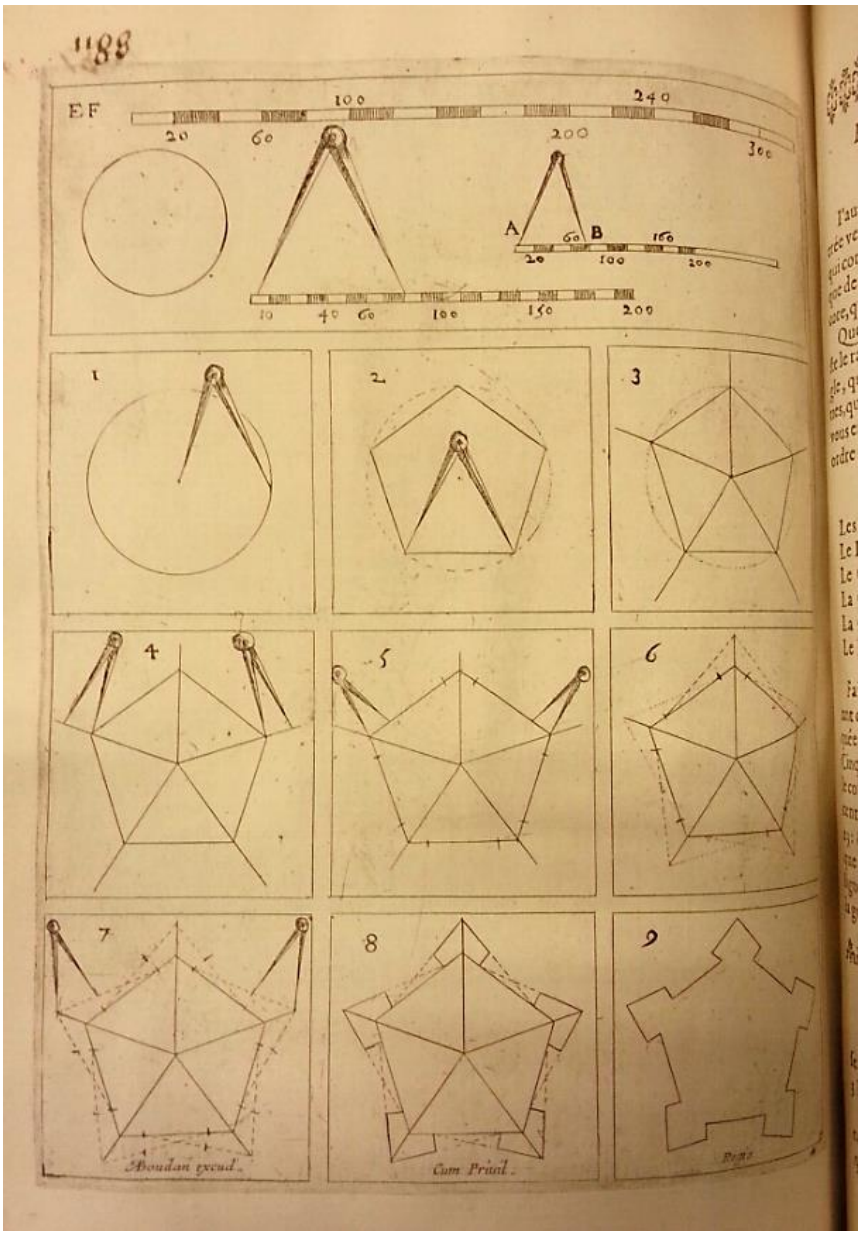


Figure 9.28

Trois échelles de 200 toises différentes sont gravées dans le cadre supérieur. Il est donc possible de faire varier la taille de l'enceinte bastionnée en fonction de l'échelle choisie. Nous sommes dans un processus inverse de celui de Jean Errard, qui considérait le flanc de son bastion comme l'unité donnant la mesure de toutes les autres longueurs et sur laquelle il fallait régler l'échelle du plan. Pour Bourdin, ce n'est plus la face du bastion qui donne la taille de toutes les autres lignes, mais la table de valeurs calculées. Les proportions des diverses longueurs sont fixées par cette table et la grandeur de la forteresse sera fonction de l'échelle choisie, qui n'est pas un segment de la figure, mais un segment extérieur à la figure. Pour suivre le processus et se l'approprier, le lecteur suivra un ensemble d'instructions

ordonnées qui s'apparente à une méthode de construction, tout en se référant aux vignettes dans l'ordre de leurs numéros. Résumons cette méthode.

Après avoir choisi l'échelle qu'il utilisera, le lecteur construira la forteresse pentagonale en se servant des valeurs de la colonne 5 de la table. Il précédera selon les étapes suivantes : 1° Tracé du polygone de rayon 99. 2° Construction du pentagone de côté 117. 3° Tracé des rayons prolongés du pentagone. 4° Placement des sommets des bastions à l'extrémité des capitales, de longueur 37. 5° Placement des extrémités des lignes de défense, au bout des demi-gorges de longueur 23. 6° Tracé des lignes de défense. 7° Placement des sommets des angles d'épaule à une distance 51 des sommets des bastions (longueur de la face, ou pan). 7° Tracé complet du contour. 8° Effacement des traits de construction.

Certaines figures de l'*Architecture militaire* de Bourdin semblent donc revêtir une fonction d'explication méthodique du tracé, ce que nous ne trouvions pas chez Jean Errard, qui ne se préoccupait pas de cet aspect. Errard exposait son unique manière de fortifier en présentant les contours par des figures géométriques utilisées comme supports pour les démonstrations. Bourdin expose plutôt des méthodes de construction. Plus généralement, que reste-t-il de la *fortification géométrique* chez Bourdin ?

2.3. Pierre Bourdin et la fortification géométrique errardienne

Nous avons mis en évidence de nombreux points communs entre l'approche de Pierre Bourdin et celle de Jean Errard. D'abord une réflexion sur la puissance de la poudre et la portée des canons, destinée à établir sûrement des maximes qui auront valeur de lois dans la construction des contours fortifiés. Ensuite, le souci de démontrer que les constructions répondent bien à ces maximes. Enfin la reconnaissance de la géométrie comme fondement même de la fortification, même si tous les lecteurs n'y ont pas une même facilité d'accès. Cependant, l'ordre d'exposition n'est pas exactement le même pour le Jésuite et pour l'auteur de la *Fortification reduicte en art et demonstrée*. Bourdin n'expose pas une seule manière de bastionner mais quatre (dans l'*Architecture militaire*) ou cinq (dans le *Cours de Mathematique*) suivant ce qu'il nomme les *Ordres* de fortification à l'instar des cinq ordres d'architecture de Vitruve. Il préconise un ordre « renforcé », inspiré de Marchi, mais qu'il abandonnera dans son *Architecture militaire*.

Quelle est place de la géométrie ? L'*Architecture militaire* de 1655 contient un appendice de géométrie militaire, dans lequel l'auteur décrit l'utilisation des instruments et des techniques de géométrie pratique pour le report de longueur, le tracé de parallèles, de

perpendiculaires, etc. Il insiste particulièrement sur la construction et l'utilisation de l'échelle. Il faut signaler cependant que le cours manuscrit rédigé par Le Mercier contient les démonstrations trigonométriques auxquelles Bourdin fait référence dans l'*Architecture militaire* en revendiquant l'aspect scientifique de son ouvrage[100]. Dans la quinzaine d'années qui séparent les deux ouvrages, il semble que la pratique du tracé des figures sur le papier et sur le terrain soit passée au premier plan. Nous ne reconnaissons pas ici le mouvement de retour à l'expérience et à la pratique que nous avons constaté chez les ingénieurs à la même période (cf. *supra*, chap. 6, §3.3), mais nous y voyons plutôt un processus d'autonomisation de la fortification par rapport à la géométrie qui la fonde. L'effacement des démonstrations géométriques dans le cours de Bourdin permet à un plus grand nombre de lecteurs d'acquérir la pratique de la fortification en suivant la méthode proposée, mais cela ne signifie nullement l'abandon du statut scientifique de la fortification. Qu'en est-il des autres professeurs jésuites qui publient leurs ouvrages après Bourdin ?

3. LES JÉSUITES FRANÇAIS ET LA FORTIFICATION

Des études récentes ont montré l'intérêt des Jésuites pour la fortification, en tant qu'experts militaires ou conseillers des Grands[101]. Après l'introduction de la fortification au collège de Clermont, d'autres enseignants jésuites vont publier des ouvrages d'architecture militaire qui obtiendront un grand succès, comme Georges Fournier, dont l'*Architecture militaire*[102] de 1648 sera traduite et éditée à l'étranger, ou Jean du Breuil, auteur sous le nom de plume de Silvère de Bitainvieu (anagramme de « Jean du Breuil Jésuite ») un *Art universel des fortifications*[103], qui connaîtra trois éditions de 1665 à 1674. Citons encore Claude-François Milliet Dechales, auteur en 1674 d'un *Cursus seu Mundus Mathematicus*[104] qui traite de

[100] Cf par exemple, la partie *Geometria militaris* du Ms Latin 17861, p. 774 *sqq*.
[101] De Lucca, Denis, *Jesuits and Fortifications…*, *op. cit.*
[102] Fournier, Georges (S.J.), *Traité des fortifications, ou architecture militaire, tirée des places les plus estimées de ce temps pour leurs fortifications. Divisé en deux parties. La premiere vous met en main les Plans, Coupes, & Elevations de quantité de Places fort estimées, & tenües pour tres-bien fortifiées : La seconde vous fournit des pratiques faciles pour en faire de semblables*. Paris, Jean Henault, 1648.
[103] Bitainvieu, Silvère de [pseud. Jean du Breuil], *L'art universel des fortifications, françoises, hollandoises, espagnoles, italiennes, et composées*. Paris, Jacques du Brueil père & Jacques du Brueil fils, 1665.
[104] Milliet Dechales, Claude-François, *R.P. Claudii Francisci Milliet Dechales Camberiensis e Societate Jesu Cursus seu Mundus Mathematicus*. Trois tomes. Lyon, Anisson, 1674.

toutes les parties des mathématiques, et en 1677, d'un *Art de fortifier*[105] réédité plusieurs fois. Enfin un ouvrage moins connu, la *Pratique generale des Fortifications*[106] de Pierre Ango (1679), destinée à enseigner une pratique du dessin *sans avoir egard à aucune methode particuliere*. Tous ces ouvrages n'ont pas les mêmes destinataires. Seuls le *Cursus* de Milliet Dechales et la *Pratique* d'Ango s'adressent explicitement à des élèves, tout en citant sur leur page de titre le nom de leur auteur et sa qualité de Jésuite, ce qui n'est pas le cas de ceux de Fournier et Du Breuil. Les autres ouvrages semblent destinés à une élite noble qui dépasse les élèves des collèges jésuites. Nous étudions chacun de ces ouvrages en lien avec la fortification géométrique, en cherchant à déterminer ses destinataires.

3.1. L'*ARCHITECTURE MILITAIRE* DE GEORGES FOURNIER (1648)

Georges Fournier (1595-1652) était le contemporain de Bourdin qui lui succéda à La Flèche. Il est surtout connu aujourd'hui comme auteur d'un traité de navigation[107] qui en expose tous les aspects, dont les questions scientifiques liées aux marées et aux techniques de repérage en mer. Sa position de grand aumônier de la marine française l'avait en effet sensibilisé à ces questions et permis de participer à plusieurs campagnes maritimes françaises contre les Espagnols[108]. Également auteur d'une édition des *Éléments* d'Euclide[109] reprise à Londres, il était un mathématicien de haut niveau.

Son *Architecture militaire* de 1648 connaîtra quatre éditions (non augmentées) et sera traduite en latin, en allemand, en flamand. Une version espagnole[110] paraît dès 1649, chez le même éditeur parisien Jean Henault, avec les mêmes planches mais un texte profondément remanié par le traducteur. Le petit format de l'ouvrage en fait un manuel d'étude à destination de « toutes personnes qui font profession des armes », comme le rappelle le titre de la préface.

---

[105] Milliet Dechales, Claude-François, *L'art de fortifier, de defendre et d'attaquer les places, suivant les methodes Françoises, Hollandoises, Italiennes, & Espagnoles. Le tout enrichy de Figures en taille douce. Par le R.P. Claude François Milliet Dechales, de la Compagnie de Jesus*. Paris, Estienne Michallet, 1677.
[106] Ango, Pierre (S.J.), *Pratique generale des Fortifications pour les tracer sur le papier & sur le terrain, sans avoir egard à aucune methode particuliere*. Moulins, Claude Vernoy, 1679.
[107] Fournier, Georges, *Hydrographie contenant la theorie et la practique de toutes les parties de la navigation. Composé par le P. Georges Fournier de la Compagnie de Jesus*. Paris, Michel Soly, 1643.
[108] De Lucca, Denis, p. 142.
[109] Fournier, Georges (S.J.), *Euclidis sex primi Elementorum Geometricorum Libri, in commodiorem contracti et demonstrati. A P. Georgio Fournier, è Societate Jesu*. Paris, Jean Henault, 1643.
[110] Villa-Real, Manuel Fernández de, *Architetura militar ó Fortificacion moderna. Al Ilustrissimo Señor Dom Francisco de Gama, Sexto Conde de la Vidiguera, etc. Compuesta, traduzida, y aumentada por el Capitan Manuel Frz de Villa Real, Cavallero Fidalgo del Rey de Portugal nuestro Señor, etc*. Paris, Juan Henault, 1649.

Cette préface est d'ailleurs en fait un ensemble de réflexions morales sur des questions militaires : « Que l'exercice des armes est le plus noble employ de la vie civile », « Quel est le but des armes », « Qui peut déclarer la guerre », « À quel âge il faut se ranger sous les armes », « De quelles parties de Mathematique on doit estre pourveu pour ce dessein », etc.

L'ouvrage eut un impact sur l'architecture militaire européenne, car même Menno van Coehoorn, le « Vauban hollandais », en fait un commentaire élogieux dans sa *Nouvelle Fortification*[111]. Qu'y a-t-il d'original dans la démarche de Fournier qui la distingue de celle de Bourdin ?

Malgré les qualités mathématiques de l'auteur, son ouvrage ne puise pas dans la géométrie l'essence de sa manière de fortifier. Il est en effet dit « tiré des places les plus estimées de ce temps pour leurs Fortifications » et se divise en deux parties, la première s'appuyant sur les plans de places réputées pour leurs enceintes et la seconde enseignant les pratiques de tracé « pour en faire de semblables ». Le propos est donc très éloigné des considérations sur la portée des canons pour l'établissement des maximes. Fournier expose néanmoins des maximes de la fortification synthétisant celles d'Errard et de Marolois. Il les commente longuement afin de les justifier tout en les soumettant à une analyse critique liée à sa connaissance des forteresses. Fournier fait preuve d'une réelle connaissance des places fortes qu'il donne en exemple et pour lesquelles il renvoie le lecteur aux planches situées en fin d'ouvrage. À plusieurs reprises, il rapporte d'ailleurs ses propres constats des faiblesses des forteresses qu'il a visitées.

Nous sommes très loin d'une fortification géométrique étrangère aux réalisations concrètes. Au contraire, Fournier s'appuie sur les pratiques existantes, sans chercher à les justifier par des calculs savants à la manière de Marolois, de Fritach ou même de Bourdin. Il valorise la compétence des géomètres de terrain, qui, pour lui, détiennent suffisamment de savoir pour discerner un bon tracé d'un tracé défectueux. La manière de fortifier qu'il préconise[112] est identique à la pratique de Bourdin que nous avons exposée plus haut (Figure 9.28), présentée pour l'hexagone, le pentagone et le carré (Annexe B3, Figure 9.29). C'est au

---

[111] Coehoorn, Menno van, *Nouvelle fortification tant pour un terrain bas et humide que sec et élevé…*, *op. cit.*, p. 5.

[112] Fournier, Georges (S.J.), *Traité des fortifications, ou architecture militaire, tirée des places les plus estimées de ce temps…*, *op. cit.*, chap. XVI : « Pratique pour tracer le premier & principal traict de la figure de quelque fortification », p. 72-74.

chapitre suivant[113], « Bonté de cette pratique », que Fournier défend la valeur d'une justification pratique entreprise sur le terrain par un simple soldat doté de bon sens. Nous en citons un long extrait qui résume parfaitement les arguments de l'auteur et font écho aux conceptions cartésienne du sens commun[114] :

> *Parce que c'est la plus prompte, la plus facile & la plus intelligible, & par laquelle un Soldat qui a un bon sens commun, quoi qu'il ne sçache, ny Arithmetique, ny Geometrie, & ne sçay pas même lire, tracer plus promptement, & aussi justement une forteresse qu'un autre, qui a passé plusieurs années à calculer des sinus & resoudre des triangles.*
>
> *Car si ayant tracé sa figure sur le papier, ou sur terre, vous luy contestez la bonté de son ouvrage, sa Logique naturelle luy mettra à l'instant cet argument en bouche, & vous dira : que cette fortification est tres-parfaite, en laquelle se trouvent ponctuellement observées les maximes mises cy-dessus, & en laquelle il n'y a rien qui y contrevienne. Que si vous luy niez que sa besogne soit telle, il prendra son equerre en main, & l'appliquant à la pointe de ses bastions, il vous monstrera qu'il n'y en a pas un qui n'aye un angle droict, ou tel que demande la quatriéme maxime.*
>
> *De plus, avec son cordeau de vingt toises, il vous monstrera, que les flancs, les demies-gorges & les lignes de deffence ont la longueur que demandent les maximes troisiéme & seconde, & vous defiera de luy monstrer aucun poinct qui ne soit parfaictement veu & flanqué. Et tirera cette consequence, donc mon ouvrage est tres-bon, & fait selon l'Art & n'y a rien qui manque. Et de fait, ce n'est pas une pratique seulement mechanique, mais un raisonnement qui conclud aussi certainement que sçavoir faire aucun problème d'Euclide : & vous dira aussi precisément à un pied prés, avec son cordeau la longueur de toutes les lignes qu'un Geometre sçaura faire par la resolution de ses Triangles. Et certes si vous vous donnez le loisir de faire toutes les figures, depuis le quatre angle, jusques au douze, & par voye Geometrique, calculez tous les angles & les lignes, comme ont fait tous ceux qui ont imprimé des Fortifications depuis cinquante ans, & en composez une table. Et d'autre part, mesurez avec vostre equerre, vostre regle & vostre compas, & quard de cercle, toutes ces mesmes figures*

[113] *Ibid*., chap. XVII : « Bonté de cette pratique », p. 74-81.
[114] *Ibid*., p. 75 *sq*.

composées par cette pratique, vous trouverez par l'une & par l'autre voye, les mesmes consequences & mesures, si vous avez convenu des mesmes principes, sçavoir de la longueur de la ligne de deffence, des flancs, des gorges […]

« Bon sens commun », « logique naturelle », le discours de Fournier est typiquement cartésien dans sa volonté de s'appuyer sur la lumière naturelle qui éclaire même le soldat, le rendant capable de raisonnements aussi valables que ceux des géomètres[115]. La vérification sur le terrain à l'aide de cordeaux permet des conclusions aussi certaines que les calculs trigonométriques ou les mesures des figures sur le papier. Le travail sur le terrain guidé par la méthode est parfaitement rigoureux et n'a besoin d'aucun exposé sous la forme du discours hypothético-déductif euclidien. Les valeurs obtenues seront certes approximatives, mais Errard avait déjà rappelé qu'en ces matières, une grande précision n'est pas nécessaire : « les fautes ne sont point sensibles, quand en un dessein accomply, il ne se trouve de manque qu'un pied ou environ, qui ne peult donner espace à l'ennemy, ny aucun moyen d'y loger un soldat à couvert »[116]. Lorsque Fournier évoque les cinquante dernières années, il fait justement référence à la fortification géométrique fondée cinquante ans auparavant par Errard, dont il reconnaît implicitement le rôle. Fournier ne cherche cependant aucune rupture avec cette géométrie qui permet de saisir l'essence de l'art, il affirme simplement la possibilité d'une bonne intelligence de la fortification, à l'aide des outils que la géométrie a permis d'établir. Ces outils sont les tables de valeurs et les échelles, connaissances en action dont le praticien est invité à se saisir[117] :

Ce que je ne dis pas pour retirer de la Geometrie, ceux qui ont assez d'esprit & de constance pour s'adonner à cette estude, qui seule peut donner la perfection à cét art que nous traitons, & le doit guider ; mais afin de faire sçavoir qu'on peut avoir une connoissance plus que mediocre des fortifications, quoy qu'on n'ait l'esprit ou le loisir d'apprendre la Geometrie […] Je ne m'arreteray point icy à demonstrer ces tables, 1.

---

[115] Les deux personnages du soldat et du géomètre, celui qui n'a pas étudié et celui qui possède la science, nous renvoient au dialogue de Poliandre et Epistémon, guidés par Eudoxe dans la recherche de la vérité (Descartes, René, *La recherche de la Vérité par la lumière naturelle*. *Traduction et notes par Emmanuel Faye*. Paris, Librairie Générale Française, Le Livre de Poche, coll. « Classiques de la Philosophie », 2010. Nous savons par ailleurs que Fournier estimait beaucoup Descartes dont il fait l'éloge dans son *Hydrographie* (cité par Sortais, Gaston, « Le cartésianisme chez les Jésuites français… », *op. cit*., p. 4)

[116] Errard, Jean, p. 32.

[117] *Ibid*., p. 79.

de peur de grossir ce traité, auquel j'espere que la brieveté donnera de l'agrément. 2. parce que tout Geometre, pourveu qu'il se souvienne de cinq ou six propositions scholiées ou corollaire de nostre petit Euclyde[118]*, les demonstrera facilement, & cela seroit inutile à ceux qui n'en ont pas la connoissance.*

Comme Bourdin l'avait fait avant lui, Fournier s'adresse donc à la fois aux géomètres qui créent ou étudient les tracés et aux lecteurs simplement intéressés par l'acquisition d'une méthode guidant leur pratique. Les uns et les autres n'ont pas les mêmes buts et n'héritent pas des mêmes tâches, le travail est ainsi divisé et les connaissances géométriques acquises dans l'École ne sont plus indispensables au fortificateur.

3.2. L'*Art universel des Fortifications* de Silvère de Bitainvieu (1665)

Silvère de Bitainvieu (1602-1670), de son vrai nom Jean du Breuil, fils d'un libraire parisien, avait exercé le même métier que son père avant de s'engager dans la Compagnie de Jésus. Il fut l'auteur d'un fameux traité de perspective[119] et de l'*Art universel des fortifications*, publié sous le pseudonyme de Silvère de Bitainvieu. Pourquoi ne pas l'avoir signé de son nom ? À l'époque de la publication, les militaires opposent leur expérience à une approche mathématique qui ne tient pas compte des pratiques réelles (cf. *supra*, chap. 7, §2.3.2). Il semble que Du Breuil ait cherché à se faire passer pour un soldat[120], afin que son ouvrage soit plus facilement accepté par la noblesse militaire française, à laquelle il prétend apporter la connaissance de tout ce qui se pratique dans les nations en guerre[121]. Il suit en effet la ligne de Pierre Bourdin en ce qu'il affirme l'universalité de son exposé, qui traite de cinq manières différentes de fortifier, française hollandaise, espagnole, italienne et composée, cette dernière regroupant les pratiques de toutes les autres nations. Mais Du Breuil les qualifie de méthodes et non plus d'ordres, et ces méthodes sont attribuées à des auteurs, Errard, Marolois, Fabre, de Ville et Fritach, c'est-à-dire à trois Français et deux Hollandais. Remarquons d'ailleurs qu'il expose en priorité les diverses pratiques de la fortification française qu'il détaille toujours davantage que les autres. Il s'adresse à la noblesse française, qui doit

---

[118] C'est-à-dire à son édition des *Éléments*.
[119] Le Goff, Jean-Pierre, « Du nombre dans l'art de la guerre. Ou : De quelques usages des Mathématiques dans l'art militaire, du XVIème au XVIIIème siècle », *in* Barbin, Evelyne (dir.), *Si le nombre m'était conté...* Paris, Ellipses, Coll. « IREM-Épistémologie et Histoire des Maths », 2000, p. 231-235.
[120] Virol, Michèle, *Vauban, de la gloire du roi au service de l'État*, *op. cit.*, p. 55.
[121] Bitainvieu, Silvère de, *L'art universel des fortifications*..., *op. cit.*, préface, fol. ĩ ij, non paginé.

connaître les pratiques du royaume, afin de pouvoir tenir son rang dans les salons avant de s'illustrer dans les combats. L'auteur est tout à fait clair sur son objectif, lorsqu'il présente la partie de l'ouvrage consacrée aux définitions[122] :

> *Le premier est, pour vous faire connoistre, soit par figure, soit par le discours qui est vis-à-vis, soit par l'un & l'autre, toutes les pieces dont on se sert & dont l'on parle aux Fortifications, tant Regulieres qu'Irregulieres, afin que vous sçachiez nommer les Lignes, les Angles & toutes les Figures, chacune par son propre nom ; ne donnant point à l'Angle de l'espaule, le nom de Flanc ; ne prenant pas l'Angle flancqué pour l'Angle flancquant, comme fit ces jours passez un Brave, en une belle compagnie, où il se fit connoistre tres ignorant, en une Science, dont il devoit estre mieux instruit.*

La science de l'art de fortification ne peut pas supporter la confusion, même de nom, des éléments sur lesquels elle s'appuie, c'est toute l'importance de définitions éclairantes. Du Breuil reprend effectivement chez Bourdin l'organisation des pages en vis-à-vis. Chaque double-page expose une seule pratique, simultanément lue en mots et vue en figure géométrique. En revanche, il n'est plus question d'utiliser les propositions des *Éléments* d'Euclide ou la trigonométrie, car l'ouvrage est entièrement axé sur la pratique, sur le savoir-tracer. Dans ce but, les rappels de géométrie donnés juste avant l'exposé de méthodes de fortification ne concernent que l'utilisation des instruments, règle, équerre et compas, dans la construction des polygones et la division des lignes, cette dernière technique servant exclusivement à la création des échelles des plans. L'insertion d'une quatrième partie traitant de perspective militaire et de l'ombragement des vues poursuit le même but de maîtrise du tracé de plans et de vues en trois dimensions. Encore une fois, l'objectif est d'abord de former les nobles à une pratique sur le papier et non à la guerre, car Du Breuil s'adresse à de futurs serviteurs de l'État, prêts à tenir leur rang auprès du pouvoir[123] :

> *Mon dessein n'a pas esté de vous faire voir des Plans de Villes, mais bien de vous donner les moyens de fortifier toutes celles dont on vous donnera les Plans, si vous ne les levez pas vous-mesmes. Quand l'exercice vous aura fait Sçavant en l'Art de fortifier,*

[122] *Ibid*., *loc*. *cit*.
[123] *Ibid*., fol. ĩ iiijv, non signé.

vous serez estimé des Souverains, & de l'Estat ; & dans les differens qui peuvent arriver, on vous fera le juge de ceux qui s'en meslent.

Mais l'exercice qui fera de ces jeunes nobles des savants ne doit pas être entrepris légèrement. En fait, l'appropriation des diverses manières de fortifier est réalisée à partir du tracé, mais en suivant à chaque fois une méthode supposant un ordre précis. Du Breuil insiste sur la rigueur de l'exercice, montrant encore à quel point la réalisation effective des figures dans l'ordre est au cœur même de son art[124] :

C'est de ne vous pas contenter de lire ce Livre, & de l'entendre, comme je croy que vous ferez tres-facilement, veu la bonté de vostre esprit, mais encore à vous forcer vous-mesmes, de prendre la regle & le compas, pour travailler de la main, & faire sur le papier, ce que vous voyez dans le Livre, non pas en courant, d'une figure à l'autre, sans aucune suite ny reflexion ; mais en commençant par la premiere, la possedant bien, & la pratiquant encre mieux, avant que de passer à la seconde, & de la seconde à la troisiéme. Car allant ainsi de l'une à l'autre, vous avancerez notablement, & vous vous rendrez plus capable de jour en jour.

Voilà la géométrie présentée sous son aspect le plus méthodique pour permettre aux futurs officiers d'en acquérir une connaissance solide construite progressivement et en prenant le temps nécessaire pour la réflexion et l'exercice. En suivant ce chemin bien balisé, les lecteurs aborderont les aspects essentiels de la fortification, à travers une pratique mûrement réfléchie et systématique. Ils ne se contenteront pas de se rendre capables de briller dans les salons, mais deviendront savants en l'art de fortifier.

3.3. Le *Cursus* (1674) et l'*Art de fortifier* (1677) de Milliet Dechales

Entré dans la Compagnie de Jésus à 15 ans, Claude François Milliet Dechales (1621-1678)[125] fut missionnaire dans l'Empire ottoman, puis professeur dans divers établissements jésuites, dont le collège de Clermont et le collège de la Trinité à Lyon, professeur d'hydrographie à Marseille et finalement professeur à l'université de Turin, où il termina sa vie. Les trois imposants volumes in-folio du *Cursus seu Mundus mathematicus* paraissent

[124] *Ibid*., fol. õ.
[125] Cf Schaaf, William, notice « Dechale, Claude François Millet », *Complete Dictionary of Scientific Biography* [e-book], New York, Charles Scribner's Son, 2007-2008.

reprendre l'intégralité de ce qu'il eut à enseigner dans ces divers postes[126]. Mathématicien de second plan[127], Dechales avait un talent reconnu de vulgarisateur. Les historiens des mathématiques ont montré que les contenus du *Cursus* restaient classiques et éloignés des mathématiques et des débats scientifiques du temps[128]. Dès la parution de l'ouvrage, l'analyse des *Philosophical Transactions* y voyait une importante compilation, tout en soulignant les nombreux emprunts non signalés[129]. Examinons le *Cursus* et son *Architectura militaris*.

Le *Cursus* décline en trente traités toutes les parties des mathématiques telles qu'on les considérait à la fin du XVII^e^ siècle, y compris la mécanique, la navigation, la gnomonique, la coupe des pierres, l'astronomie, les météores, la musique, etc. Dechales explique le titre de *Monde mathématique* donné à son ouvrage par l'aspect universel de la connaissance qu'il présente « en n'observant d'autre ordre que celui qu'a choisi Dieu dans ses œuvres »[130]. Le *Cursus* offre donc la totalité des connaissances que doit posséder l'amateur de mathématiques dans un ordre guidé par les Saintes Écritures[131]. Cela semble à l'opposé à l'idée cartésienne de l'honnête homme, trouvant en lui-même une lumière naturelle qui le guide dans sa recherche de la vérité[132].

L'*Architectura militaris* est le treizième traité du *Cursus*. Son auteur explique l'avoir inséré dans le recueil malgré les excellents ouvrages disponibles, en raison de sa volonté d'offrir un panorama complet du Monde mathématique[133]. Il admet cependant, son état de religieux ne lui ayant pas permis de participer aux guerres[134], s'être appuyé sur l'expérience et les réflexions des auteurs qu'il a fidèlement suivis. Quels sont ces auteurs ?

---

[126] Feingold, Mordechai, « Jesuits: Savants » *in* Feingold, Mordechai (dir.), *Jesuit Science and the Republic of Letters*, op. cit., p. 17.
[127] Schaaf, William, notice « Dechale, Claude François Millet », *op. cit.*
[128] Cantor, Moritz, *Vorlesungen über Geschichte der Mathematik von Moritz Ca ntor, Dritter Band, von 1668-1758.* Leipzig, B. G. Teubner, 1898,
[129] « […] what the Author hath performed *beyond* others, and how much also he hath borrowed *from* others without taking notice of his Benefactors, I must leave to the Intelligent and well-read Perusers of this Work to Judge », *Philosophical Transactions* 9 (1674–75), p. 233, cité par Feingold, Mordechai, « Jesuits: Savants », op. cit., p. 18.
[130] Milliet Dechales, Claude-François, *Cursus seu Mundus Mathematicus*, *op. cit.*, Préface, fol. ††1v: *Mundum ergo mathematicum proponimus, dum integrum mathesis cursum instituimus, nec alium ordinem observandum statuimus, quam eum, quem in suo opere sibi praefixit Deus.*
[131] Cantor, Moritz, *Vorlesungen…*, *op. cit.*, p. 17.
[132] Descartes, René, *La recherche de la Vérité …*, *op. cit.*
[133] Milliet Dechales, Claude-François, *Cursus seu Mundus Mathematicus*, *op. cit.*, T. 2, p. 75
[134] Comme il le répétera dans son adresse au duc de Savoie en 1677.

Dans la seconde édition du *Cursus* se trouve un chapitre consacré à l'histoire des progrès des mathématiques et aux mathématiciens les plus illustres. Ce chapitre contient une bibliographie des ouvrages de référence, ordonnée chronologiquement. Moritz Cantor a mis en doute l'authenticité de cette liste en soulignant quelques erreurs étonnantes de la part de l'auteur[135]. À propos de la fortification, vue comme une partie de l'architecture, nous trouvons effectivement un certain nombre d'erreurs de dates[136]. Il semble que le rédacteur de la liste ait situé les auteurs de référence en fonction des dates des ouvrages qu'il avait sous les yeux, même s'il s'agissait de rééditions posthumes. Nous sommes surpris d'y trouver un auteur comme Antoine Rivan[137], qui n'a apporté aucune nouveauté en fortification[138], sur le même plan qu'Antoine de Ville ou Blaise-François Pagan. Que nous apprend l'étude des contenus ?

L'examen de l'ouvrage nous confirme l'analyse des historiens qui y voient le tour de force d'une compilation rigoureuse, mais sans recul critique. La structure de l'*Architectura militaris* est conforme à celle du traité de Bitainvieu, complété par des informations provenant de nombreux autres ouvrages, ainsi que des éléments qui semblent extraits du cours de Jacques Rohault que nous avons étudié (cf. *supra*, chap. 8, §2.1.2). Ainsi les maximes (*axiomata*) sont-elles au nombre de vingt-huit, regroupant des considérations d'importances diverses sur les principes préalables à la construction. Le 29^{e} axiome est en fait le rappel des maximes particulières de six ordres de fortification que Dechale appelle des méthodes (*methodi*) : la française ancienne selon Errard, la française moderne, l'italienne, l'espagnole, la hollandaise et la méthode du Comte de Pagan. Le second livre traite de la fortification des polygones réguliers sur un mode d'exposition du type « proposition-démonstration-corollaire ». Il aborde tous les cas de figure possible de manière exhaustive, comme dans un traité mathématique qui ferait le point sur un sujet donné. Les angles y sont calculés comme chez Bitainvieu, les lignes le sont par la trigonométrie. Dechales aborde ensuite la question du tracé sur le terrain et du lever des plans, puis termine ce livre par le calcul du volume de terre d'un front bastionné à la

---

[135] Cantor, Moritz, *Vorlesungen…*, *op. cit.*, p. 5-6.

[136] Les auteurs cités sont : Alghisi (1570), Maggi et Castriotto (1584), Errard (« vers 1600 »), Fiamelli (1604), Cataneo (1608), Marolois (1614), Sardi (1618), Fabre (1629), De Ville (« 1629 »), Tensini (1630), Rivan (1634, au lieu de 1636 ou 1628), Fritach (1635), Pagan (1645), Dögen (1647, édition latine), Bourdin (1655), Du Breuil (1658) et Tacquet (1669).

[137] Rivan, Antoine, *L'art de fortifier les places regulieres & irregulieres. Ensemble la manière de practiquer & tracer sur le terrain, les Forts, Forteresses & les fortifications, autour de toutes sortes de places. Par A. R. Ingenieur*. Paris, Pierre Pic, 1636.

[138] Marini, Luigi, *Architettura militare di Francesco de' Marchi…*, *op. cit.*, Tomo I Parte II, p. 77.

manière de Frtach. Les derniers livres, traitant des forts de campagne, des fortifications irrégulières, de l'attaque et de la défense des places, enfin de la perspective militaire, doivent beaucoup à Bourdin et Bitainvieu.

L'*Art de fortifier* de 1677 est une version française très augmentée de l'*Architectura militaris*. L'auteur entre davantage dans le détail des constructions et c'est en cela que consiste l'essentiel des augmentations, non dans une révision du traité. Par exemple, la méthode hollandaise est déclinée en cinq pratiques différentes, qui correspondent en fait aux manières relativement proches des auteurs de l'école de Leyde que nous avons étudiés. L'auteur a adopté un discours plus explicatif et moins conforme à l'exposé déductif mathématique. Il s'adresse davantage à son lecteur, qui est maintenant identifié[139] :

> *Il ne faut pas s'etonner si je commence par des pratiques bien communes ; car l'experience m'ayant appris qu'il ne faut rien negliger, particulierement dans un Traité qui doit servir a des personnes, qui faisant profession des Armes, n'ont souvent aucune teinture de Mathematiques ; je me vois dans la necessité de ne rien supposer, pour ne point obliger le Lecteur à recourir à d'autres Livres, pour y apprendre les principes.*

Les destinataires de l'auteur ne sont donc plus ses jeunes élèves, mais des militaires sans grande éducation mathématique, auxquels il tient à apporter un panorama complet des méthodes les plus usitées depuis la première manière française, celle d'Errard, jusqu'à la plus récente, celle de Pagan, en se justifiant par ces mots : « Je propose cette methode particuliere, parce que je vois que la plupart l'approuvent »[140]. Le format in-12 de l'ouvrage en permet l'usage permanent même sur le terrain, sans en faire pour autant un abrégé. Milliet Dechales conserve la totalité des sujets traités dans le *Cursus* en conseillant à certains lecteurs de ne pas s'attarder sur les questions difficiles[141] :

> *Il faut aussi remarquer qu'encore que je n'approuve pas la manier de quelques-uns, qui embarrassent cette science d'une Trigonometrie épineuse, qui ne sert qu'à embrouiller ceux qui commencent, & à leur donner du dégoust : cependant, parce qu'il faut contenter tout le monde, & servir chacun selon son inclination, je montreray comme l'on peut se servir de la Trigonometrie, pour avoir la mesure la plus exacte des*

---

[139] Milliet Dechales, Claude-François, *L'art de fortifier, de defendre et d'attaquer les places…*, *op. cit.*, p 93.
[140] *Ibid.*, p. 90.
[141] *Ibid.*, *loc. cit.*

lignes, & des Angles de la Fortification. Ceux qui ne voudront pas s'y arrester pourront laisser les Problemes trigonometriques : & je ne leur conseille pas de s'en mettre beaucoup en peine, ny de croire ceux qui les voudroient retenir trop longtemps dans cette étude.

Nous conclurons notre examen des ouvrages de Milliet Dechales en soulignant un certain désir d'exhaustivité affirmé dans le *Cursus*, et toujours visible dans l'*Art de fortifier*, même si l'auteur invite les lecteurs à éviter les passages faisant appel à des mathématiques non élémentaires. Les nombreuses tables de valeurs proposées leur permettent de se passer de toute démonstration géométrique difficile. L'auteur s'éloigne encore davantage que ces prédécesseurs d'une justification géométrique des tracés présentés.

3.4. La *Pratique generale des Fortifications* de Pierre Ango (1679)

Pierre Ango (1640-1694) fut professeur de physique à Caen et à La Flèche, et auteur d'une *Optique*[142] abordant la question de la propagation de la lumière et la dioptrique. La publication de sa *Pratique generale des Fortifications* répond à la commande du roi Louis XIV, « qui a souhaité que l'on apprît l'Art de fortifier, par des livres, & par des instructions publiques dans les Escoles »[143]. L'ouvrage semble donc être à l'usage d'un lectorat large, comprenant à la fois les élèves des collèges jésuites, leurs enseignants, ainsi que toute personne intéressée par la lecture du livre.

L'objectif de l'auteur répond exactement au titre qu'il a donné à l'ouvrage. Il s'agit pour lui de présenter une méthode générale ne suivant aucune des maximes particulières qui caractérisent les diverses *manières* des auteurs de fortification, car elles engendrent un discours justificatif souvent compliqué[144]. Les lecteurs apprendront à dessiner un contour élémentaire, suivant une méthode simple inspirée des pratiques italiennes et de celle, simplifiée, du Comte de Pagan. Les autres manières sont aussi évoquées, afin que le lecteur soit préparé à les comprendre et à les pratiquer. Ils seront amenés ensuite à tracer les contours sur le terrain. Qu'en est-il de l'usage de la géométrie ? Ango rappelle que les théorèmes de

---

[142] Ango, Pierre, *L'Optique divisée en trois livres, où l'on démontre d'une maniere aisée tout ce qui regarde 1° la Propagation & les proprietez de la Lumiere. 2° La Vision. 3° La figure & la disposition des Verres qui servent à la perfectionner. Par le P. Pierre Ango, de la Compagnie de Jesus*. Paris, Estienne Michallet, 1682.
[143] Ango, Pierre, *Pratique generale des Fortifications…*, *op. cit.*, *Avertissement*, fol. ē iij non paginé.
[144] *Ibid.*, fol. ē ij.

géométrie euclidienne n'ont pas permis de construire exactement et infailliblement certains polygones réguliers[145] :

> *On ne peut pas décrire toutes sorte de polygones avec la même facilité ; il y en a même pour la description desquels on ne peut pas donner de regles precises, ny par la Geometrie, ny par le calcul ; on démontre bien en Geometrie la methode de diviser un cercle en 6, en 4, en 3, en 5 & en d'autres nombres, qui sont doubles de ceux-cy […] mais il semble que comme on ne peut pas déterminer précisement par le calcul, combien de parties du cercle comprennent les angles du centre des heptagones & des endecagones, il y a aussi une impossibilité réelle d'en déterminer les côtéz par la Geometrie. Quoy-qu'il en soit, il est constant que personne n'a encore donné aucune methode juste pour les décrire, non plus que pour en décrire plusieurs autres d'un plus grand nombre de côtez : vous serez aussi savants que les Maîtres quand vous pourrez les décrire par les regles que je vais vous en donner.*

Devant les problèmes de géométrie pratique qui sont nécessaires au tracé des contours des forteresses, les lecteurs, en suivant la méthode proposée, seront donc aussi compétents que les meilleurs géomètres. Si la connaissance des *Éléments* d'Euclide permet de fonder la fortification, elle n'est plus indispensable à l'acquisition de sa pratique[146] :

> *On ne laisse pas de dire tout ce qu'il a de fin dans cet Art, & l'on en découvre même plus particulierement les plus secrets mysteres, pour ceux qui ont quelques commencement de Geometrie, & qui ont lû du moins les six premiers livres d'Euclide, mais cela se fait à part ; & ceux qui ne les auront pas lûs devront se contenter d'apprendre simplement à faire des desseins de fortifications, par les pratiques faciles qu'on leur en donnera, sans perdre leur temps à lire les demonstrations de Geometrie sur lesquelles ces pratiques sont fondées.*

La géométrie est donc reconnue pour ce qu'elle permet de saisir le fondement même de la fortification, mais tous les lecteurs n'auront pas le besoin ou la possibilité d'accéder facilement à ces subtilités. En revanche, ils devront connaître parfaitement les définitions de

[145] *Ibid*., p. 32-34.
[146] *Ibid*., fol. ē iijv.

toutes les parties de l'enceinte fortifiée. Ango les énonce en incluant toutes les lignes et angles immatériels sur lesquels s'appuient les discours des autres auteurs.

Mais les maximes générales ne concernent pas les mesures de distances et d'angles, contrairement à celles des autres auteurs que nous avons rencontrés : « Que la place coûte le moins qu'il se peut à bâtir. Qu'elle comprenne beaucoup d'espace dans la plus petite enceinte qu'il est possible. Qu'il faille peu de machines & peu de Soldats pour la défendre »[147]. L'auteur propose ainsi une première formulation des maximes les plus importantes sans

Cependant, lorsqu'il s'agit d'aborder certaines maximes particulières, Ango s'exprime en des termes géométriques particulièrement éclairants. Par exemple, s'il faut toujours préférer une figure régulière à une figure irrégulière, c'est parce qu'elle renferme plus de place pour un même périmètre, comme il le montre en comparant un carré et un parallélogramme (Figure 9.30)[148].

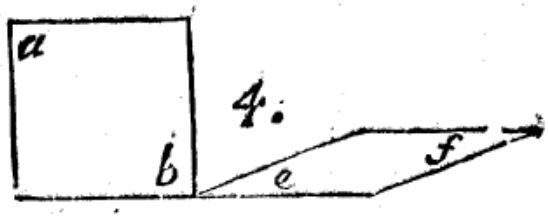


Figure 9.30

De même, la raison pour laquelle les grandes places sont préférables aux petites, c'est que la défense d'une petite place nécessite plus de soldats « à proportion », car son circuit renferme une surface moins importante (Figure 9.31)[149].

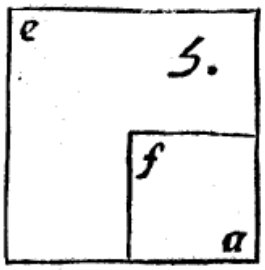


Figure 9.31

Après les commentaires des maximes, Ango aborde la construction des polygones réguliers. Pour la construction approchée de ceux dont il n'existe pas de tracé géométrique

[147] *Ibid*., p. 25.
[148] *Ibid*., p. 27.
[149] *Ibid*., p. 29.

exact, il explique longuement l'usage du quart de cercle et du compas de proportion, ce qui l'amène à proposer plusieurs tables angulaires établies à l'aide des théorèmes euclidiens. La géométrie théorique n'est donc pas abandonnée, ce que nous confirme la suite du texte.

En ce qui concerne sa *pratique generale*, Ango se réfère à deux écoles[150] : « on peut reduire en general toutes les methodes de fortification à deux principales, & ces deux principales methodes, qui sont aussi plus en usage, sont la Françoise & la Hollandoise. La Françoise a esté expliquée par les deux Errard de Barle-Duc, & la Hollandoise par Marolois ». Il cite Stevin, Fritach, Dögen, Pagan et Mallet, comme principaux auteurs dont il synthétise les méthodes, en écartant les manières italienne et espagnole qu'il ne considère pas comme originales[151] : « Il ne faut pas s'embarrasser de tant de choses, ny s'imaginer qu'on ait inventé une nouvelle espece de fortification, lorsqu'on a changé quelque mesure d'un angle ou d'un bastion. » Son tracé est semblable à celui de Lorini, tel qu'il a été aussi repris par Bourdin, Fournier et Bitainvieu, c'est-à-dire basé sur des flancs construits perpendiculairement à la courtine à une certaine distance des centres des bastions, en l'occurrence le sixième de la longueur de la courtine pour les hexagones. Les lignes de défense sont tracées depuis les angles de gorge en passant par les épaules, formant ainsi une défense rasante, de manière identique à la nouvelle fortification française exposée par Roberval.

En dépit de sa décision d'éviter aux lecteurs les « mystères inutiles » de la fortification géométrique, Ango propose, « pour ceux qui ont quelque commencement de la Geometrie », l'explication des calculs des longueurs et des angles, s'appuyant sur la trigonométrie. Celle-ci se base, comme chez Errard, sur les propriétés d'un triangle bien choisi (Figure 9.32).

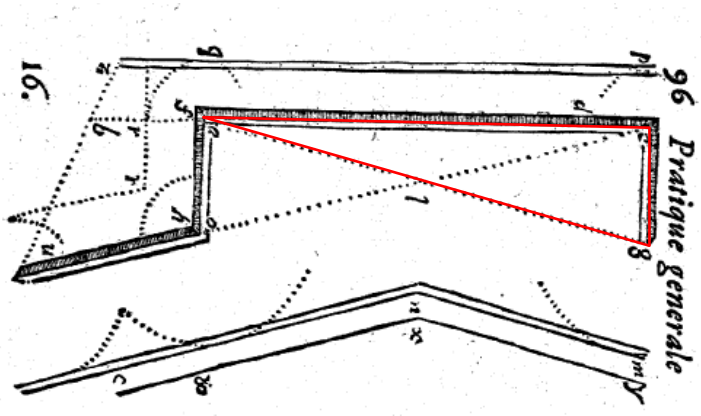


Figure 9.32

[150] *Ibid.*, p. 79.
[151] *Ibid.*, p. 85.

Le flanc *eg* est posé égal au quart de la courtine *ef*, et fait avec elle un angle droit. Le triangle *efg* étant rectangle en *e*, il est donc possible de calculer la valeur de ses angles et par conséquent celles des autres angles et des autres lignes de la figure. Dans le triangle *fhi* (Figure 9.33), le côté *fh*, égal à l'hypoténuse du triangle *fge*, est posé comme sinus total de 10 000 000 parties. La tangente *ih* de l'angle *ifh* sera dans le même rapport à *fh* que *ge* à *ef*, c'est-à-dire le rapport de 1 à 4, par conséquent elle vaudra 2 500 000. Par lecture inverse de la table des tangentes[152], on saura que l'angle *gfe* vaut environ 14 degrés et 2 minutes et son complémentaire *egf* 75 degrés et 58 minutes. Tout le reste en découle, dans une suite de raisonnements simples et dont l'enchaînement est parfaitement compréhensible.

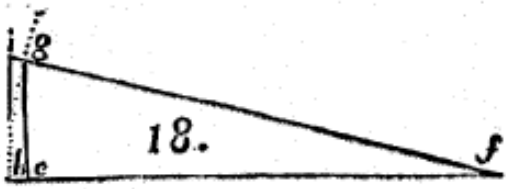


Figure 9.33

Ainsi, Ango sait donc faire appel aux raisonnements géométriques dans son ouvrage, et la présence de tables de valeurs ne l'empêche pas d'expliquer comment il les obtient en se servant des théorèmes euclidiens.

4. CONCLUSION : LES JÉSUITES ET LA FORTIFICATION GÉOMÉTRIQUE

Comme nous l'avons montré, Pierre Bourdin, l'initiateur de l'enseignement de la fortification au collège de Clermont à Paris, est un tenant de la fortification géométrique. Il conserve la démarche errardienne d'analyse des données de l'expérience de l'artillerie, l'établissement de maximes préalables, prescriptions contraignantes pour le tracé, ainsi que la justification de l'adéquation des tracés à ces maximes par un calcul rigoureux des angles et des lignes des forteresses, utilisant les propositions de la géométrie euclidienne. Il applique dans le cours qu'il donne au collège de Clermont, les méthodes trigonométriques efficaces popularisées par les fortificateurs de l'École de Leyde. Ces nouveautés disparaissent de l'édition de 1655 de son *Architecture militaire*, sans autre justification que l'empêchement dû à la mort prématurée de l'auteur.

[152] Ango renvoie aux ouvrages d'Ignace-Gaston Pardies.

Un changement fondamental dans la présentation du bastionnement intervient avec Bourdin. Errard présentait la *manière* dont il était l'inventeur et la déclinait sur les polygones jusqu'à vingt-quatre côtés. Henrion traitait à part les manières d'Errard et de Marolois, qu'Hérigone parvenait à présenter conjointement en soulignant leurs différences. Bourdin, lui, présente un florilège de cinq méthodes de fortification de son temps, sans se restreindre à la méthode errardienne qu'il décrit pourtant en détail malgré son abandon sur le terrain. Le qualificatif d'« ordres de fortification » qu'il attribue à ces méthodes dénote sa volonté d'organiser différentes manières nationales dans la lignée des ordres architecturaux, c'est-à-dire de modèles disponibles en architecture militaire.

Ses successeurs Jésuites, Ango mis à part, adopteront ce même choix de la diversité, Goerges Fournier en 1648 s'appuie sur de nombreux exemples existants pour donner à voir dans les nombreuses planches de son *Architecture militaire* ce qui se pratique en Europe. Il analyse en parallèle les avantages et désavantages de chaque forteresse présentée, sans pour autant élire l'une d'entre elles comme modèle parfait. Silvère de Bitainvieu souligne en 1667 l'aspect universel de sa compilation, mais ne donne pas d'exemple concret. Pour tous ces auteurs, l'ensemble des maximes n'a plus un caractère cohérent et nécessaire, mais est décliné suivant plusieurs sous-ensembles marqués par l'origine géographique de leurs concepteurs. Les auteurs de la deuxième moitié du XVII^{e} siècle disposent de plusieurs méthodes de bastionnement que leurs lecteurs pourront choisir en fonction des conditions du terrain.

La place de la géométrie a également fondamentalement changé. Errard cherchait par ses démonstrations géométriques à emporter la conviction de son lecteur, qui partageait avec lui la maîtrise de la géométrie euclidienne. Le cours manuscrit de Bourdin se situe dans cette même ligne, mais les versions imprimées laissent plus de place aux figures qu'aux démonstrations géométriques. À la suite de Bourdin, les auteurs jésuites deviennent soucieux de fournir des valeurs déjà calculées et acceptées sans explication. Nous avons noté le nombre croissant de tableaux synthétiques, dont les lecteurs débutants sont invités à utiliser les valeurs pour reproduire infailliblement les figures, du carré au dodécagone. Le travail de construction des tables a été effectué pour eux à l'aide de la géométrie euclidienne, ils ont maintenant à suivre les directives méthodiquement, sans avoir à se reporter constamment à Euclide. La géométrie intervient donc dans l'action et non plus dans la construction et la résolution de problèmes. Il devient donc inutile d'exhiber les cas des polygones jusqu'à vingt-quatre côtés comme le faisait Errard pour montrer la justesse de sa méthode. Les auteurs se restreignent maintenant à des polygones de moins de douze côtés, plus proche des forteresses existantes.

La fonction des figures a également changé. Nous avions distingué quatre ordres de représentation chez Jean Errard : l'ordre des figures géométriques, pour l'exposition des tracés et la démonstration de leur justesse ; celui des plans des forteresses accomplies ; celui des plans-reliefs, mettant en scène les soldats à leur poste ; enfin l'ordre de la guerre représentant les scènes de siège. Ces deux derniers disparaissent des ouvrages des auteurs jésuites, la majorité d'entre eux présentant des plans ou des profils en deux dimensions pour les définitions, puis des figures géométriques lorsqu'il s'agit d'enseigner le bastionnement. Les auteurs jésuites se concentrent sur la construction des bastions et ne cherchent pas à présenter une vision réaliste des bâtiments en temps de guerre. La pratique du tracé devient prépondérante dans l'acquisition de la méthode de bastionnement, qui se résume même parfois à cette pratique. Lorsque la perspective militaire est abordée, c'est avant tout pour rendre le lecteur capable de représenter les forteresses comme les ingénieurs le font dans les dessins qu'ils soumettent aux monarques « d'une representation si expresse, si distincte & si parfaite, que ceux qui l'ecoutent voyent ce qu'il dit ; & sans partir de leur place, le suivent par tout ou son discours les conduit. »[153] Contrairement au lecteur de la *Fortification reduicte en art et demonstrée*, le destinataire des ouvrages jésuites est invité à s'engager dans le tracé pour s'approprier la construction des formes des forteresses et pour apprendre à les représenter d'une manière qui favorisera la communication.

Nous en venons donc à la question des destinataires. Que les auteurs jésuites favorisent l'apprentissage d'une multitude de manières de fortifier ou ne présentent qu'une méthode générale, qu'ils proposent des outils mathématiques ou des calculs déjà effectués, ils admettent la diversité des pratiques existantes et souhaitent permettre au débutant de s'adapter à ce qui lui sera demandé dans l'exercice du métier des armes. Cinquante ans après Errard, la demande d'un lectorat élargi ne concerne plus une pratique unique, rigoureusement établie sur des principes scientifiques, mais se tourne davantage vers l'action et la réalisation de forteresses sur le papier, puis sur le terrain. Les professeurs jésuites ne s'adressent plus à des savants à même de discuter les tracés par des arguments scientifiques, mais à l'honnête homme capable de juger par lui-même de l'adéquation des contours aux maximes de la

[153] Bourdin, Pierre, *Le dessein ou la perspective militaire. Piece tres-facile et tres-necessaire à tous ceux qui desirent de pratiquer l'Art de fortifier. Par feu P. Pierre Bourdin de la Compagnie de Jesus*. Paris, Guillaume Benard, 1655, p. 8.

fortification, utilisant pour cela les outils nouveaux que sont les tables. Ce changement de lectorat suppose une nouvelle réflexion pédagogique.

Les professeurs jésuites désirent faciliter le travail de leurs élèves et leur fournir la méthode à suivre pour s'instruire par eux-mêmes de la pratique d'une bonne fortification. Ils sont donc porteurs de nouvelles conceptions pédagogiques, basées sur l'acquisition de méthodes permettant au lecteur de diriger lui-même sa réflexion afin de pourvoir porter avec assurance son jugement sur les forteresses dont il examine les plans. Nous y voyons l'impact des conceptions de Descartes, puisque les auteurs jésuites envisagent plusieurs approches de la fortification, allant de l'intuition naturelle du praticien de terrain guidé par une méthode sûre, à la recherche des valeurs de tous les angles et toutes les longueurs d'un plan par les théorèmes de la géométrie du triangle ou la trigonométrie. Dans cette optique, l'ordre de présentation des connaissances est aussi primordial que pour Errard, mais davantage centré sur le sujet prenant possession des méthodes de fortification que sur un ordre intrinsèque à la fortification comme partie de la géométrie.

5. CONCLUSION DE CETTE PARTIE

Notre étude nous permet maintenant de comparer la réception de la fortification errardienne dans le milieu militaire et dans celui des professeurs, qu'ils soient des maîtres privés parisiens de la première moitié du XVII^{e} siècle ou des professeurs de collèges jésuites des années 1640-1670.

L'héritage errardien est maintenu vivant jusqu'au début des années 1630. C'est d'abord un « Professeur és mathematiques », Didier Henrion, qui rédige un bref traité pour faire suite à celui d'Errard. Il énonce clairement les maximes errardiennes, corrige les calculs et prolonge les troisième et quatrième livres de la *Fortification demonstrée et reduicte en art*, en indiquant de nouvelles méthodes de bastionnement de lignes dans le cas des polygones irréguliers. Proche de Jacques Alleaume, Henrion a probablement été initié à la *Duytsche Mathematique*. Il propose ainsi des calculs de longueurs utilisant les nouvelles méthodes trigonométriques hollandaises. Il renonce à rééditer l'ouvrage d'Errard, car ce projet est réalisé Alexis Errard, le propre neveu de l'ingénieur principal d'Henri IV, entre 1620 et 1622. Cette troisième édition a joué un rôle important pour la diffusion des méthodes de Jean Errard, comme nous l'avons montré en localisant les exemplaires connus, souvent propriété de personnages de très haut rang.

À la même époque, Henrion se tourne vers la fortification hollandaise, changement qui traduit l'intérêt de son public, la jeune noblesse française, pour des pratiques nouvelles que tous les officiers formés aux Pays-Bas ont découvertes sur le terrain et qui ont été popularisées par les récits du siège d'Ostende (1604). Il introduit en France la manière hollandaise décrite par Samuel Marolois dans sa *Fortification* en 1615. Marolois est un lecteur d'Errard, dont il s'inspire à la fois pour sa géométrie et sa fortification, mais il n'adopte pas l'ordre errardien, qui va de l'établissement des maximes sur les données du terrain à la démonstration par la géométrie euclidienne de l'adéquation des tracés à ces maximes. Plutôt que de fixer au préalable un cadre strict, il explore des constructions soumises à des contraintes variables. L'efficacité de la trigonométrie lui permet en effet d'entreprendre de très nombreux calculs ne nécessitant pas d'investigation géométrique poussée. La série d'ouvrages publiés aux Pays-Bas après la *Fortification* de Marolois en reprend la structure et précise davantage la *manière hollandaise* de ce que nous avons nommé l'École de Leyde.

En France, les ingénieurs restent fidèles à la méthode errardienne jusqu'à Antoine de Ville. Nous avons cependant pu lire sous la plume de Jean Fabre en 1629, le constat de l'abandon sur le terrain des formes créées par Jean Errard, inadaptées aux nouvelles pratiques de la guerre. Les fréquentes citations de Fabre et ses nombreux hommages montrent cependant qu'Errard reste son auteur de référence. De même, James Hume en 1634, se réfère toujours à Errard, dont il expose les constructions. Ce sont les derniers auteurs en France qui s'appuient entièrement sur la *Fortification demonstrée et reduicte en art*.

Quelles caractéristiques de la fortification géométrique errardienne survivent dans les nouveaux écrits à partir de 1635 ? Cela dépend des objectifs et des destinataires des ouvrages. Certains font encore appel à la géométrie lorsque leurs auteurs, ingénieurs ou professeurs, en ont une bonne connaissance (Hérigone, La Fontaine, Bourdin, Rohault) et qu'ils s'adressent à des personnes maîtrisant les mathématiques. Ces auteurs exposent alors les maximes de la fortification parce qu'ils analysent plusieurs méthodes contemporaines. Militaires et Jésuites qui s'adressent à des débutants abandonnent l'énonciation des maximes pour se concentrer sur le tracé et la réalisation des plans des forteresses. Ils prennent soin de définir précisément toutes les lignes et tous les angles des contours bastionnés.

Chez la plupart des fortificateurs et les professeurs qui lui succèdent, les figures tracées perdent leur statut de figure géométrique pour devenir des plans de forteresses. Ces plans devant effectivement guider la réalisation des bâtiments sur le terrain, ils pourront être jugés

bons ou mauvais sans qu'il soit nécessaire de recourir à des théorèmes compliqués. L'usage des échelles rend les simples soldats capables de détecter les défauts des tracés.

De même, la question des calculs devient-elle une occupation pour spécialistes, comme Errard lui-même l'avait annoncé, laissant aux « amateurs de belles sciences » le soin de chercher une meilleure précision des résultats. Le recours à des tables de valeurs calculées au préalable occasionne un abandon progressif de l'exposé de la recherche des formes. Les problèmes de calcul sont résolus par la trigonométrie, et exceptionnellement à l'aide des logarithmes.

En cinquante ans, les auteurs ont séparé la fortification de la géométrie, à contresens du chemin tracé par Jean Errard, qui présentait la fortification comme un champ d'investigation de la géométrie où s'appliquaient directement les théorèmes euclidiens.

CONCLUSION

À l'issue de cette recherche, nous sommes à même de reprendre la question de l'existence d'une première école française de fortification avant Vauban et le rôle possible de Jean Errard dans sa fondation. Nous avons progressivement précisé les critères qui peuvent être retenus pour la caractériser, et cerné la place qui y est dévolue à la géométrie. Le terme d'« école » doit être entendu comme un ensemble de méthodes et de principes admis par les auteurs d'ouvrages de fortification et non comme celui des pratiques des architectes travaillant à la construction d'ouvrages défensifs en France, même si la seconde n'exclut pas la première. Les trois périodes qui nous ont servi de cadres temporels sont autant d'étapes dans l'édification d'une fortification géométrique et dans la construction de l'école errardienne.

Nous avons rappelé dans l'introduction générale les raisons de la géométrisation de la fortification, parade à l'utilisation de canons projetant des boulets métalliques en ligne droite. La nouvelle manière italienne de fortifier est diffusée en France dès le XVI^e^ siècle par les ingénieurs italiens eux-mêmes, employés au service du royaume. Ils n'y trouvent pas un terrain vierge de toute réflexion, car les Français ont déjà construit des tours basses destinées à recevoir l'artillerie de défense[1].

Il existe aussi en France des ouvrages imprimés portant sur tous les domaines liés à la fortification. Il s'agit d'abord des ouvrages classiques en latin sur l'architecture, au premier plan desquels figurent les écrits de Vitruve, des réflexions sur l'art de la guerre des anciens (Jules César, Flavius Josèphe), et des ouvrages d'ingénieurs militaires, dont nous retenons surtout le *De Re militari* de Roberto Valturio. Tous ces ouvrages connaissent des traductions françaises au XVI^e^ siècle, mais une nouvelle façon de penser la guerre, plus proche des « sciences politiques » naissantes, voit le jour à travers les écrits de Machiavel, de Jean Bodin et de François de la Noue. Leurs réflexions portent en particulier sur les rapports entre les monarques et leurs sujets du point de vue de la sécurité due aux peuples. L'édification de forteresses devient partie intégrante d'un enjeu de souveraineté et de sûreté de territoires de plus en plus grands.

La conception des nouvelles forteresses demande une connaissance accrue de la géométrie du fait du tracé de plans polygonaux dont la forme est soumise à des contraintes d'alignement

[1] Pernot, Jean-François, « La "trace italienne", éléments d'approche », *op. cit.*, p. 40 *sqq.*

et de distances. Les ingénieurs ont à leur disposition de nombreux ouvrages de géométrie théorique ou pratique, à commencer par les *Eléments* d'Euclide, dont plusieurs éditions paraissent au cours du XVI^e^ siècle, y compris en langue vernaculaire. En géométrie pratique, une offre assez abondante en français apporte les techniques de mesure des distances sur le terrain au moyen d'instruments (carré géométrique, bâton de Jacob, graphomètre de Danfrie, etc.), ainsi que les mesures des aires et des volumes. La littérature sur l'architecture s'étoffe également avec les ouvrages de Serlio, de De l'Orme ou d'Androuet du Cerceau, qui se penchent sur les compétences des architectes, notamment celle du dessinateur. En revanche, les questions liées à l'artillerie sont quasiment ignorées, car, hormis la *Nova Scientia* de Tartaglia en italien et certains traités espagnols, il n'y a pas d'ouvrage disponible en France avant celui de Rivault de Flurance en 1605[2].

Sur le sujet des fortifications, les bibliothèques françaises possèdent assez peu d'ouvrages italiens. D'ailleurs, les traductions françaises qui apparaissent dans la deuxième moitié du XVI^e^ siècle attestent d'une demande que les ouvrages en italien ne satisfont pas, peut-être pour une question de coût ou de disponibilité, ou simplement en raison des liées à la lecture d'une langue étrangère par les Français. Il existe une traduction en 1566 du sixième livre des *Quesiti* de Tartaglia, livre traitant de fortification d'un point de vue scientifique, alors même que l'ouvrage entier ne connaîtra pas d'édition en français avant le XIX^e^ siècle. Le traducteur anonyme souligne surtout six principes exposés par Tartaglia

Par ailleurs, si le libraire lyonnais Jean de Tournes traduit et imprime *Le Capitaine* de Cataneo en 1574, c'est qu'une demande existe pour ce genre d'ouvrages. Qui mieux que lui pouvait connaître ce marché ? La traduction en 1589 du *Discours sur le fait des fortifications* de Carlo Theti paraît répondre à une demande équivalente. Notons cependant qu'Aurelio de Pasino rédige directement en français son *Discours*, imprimé à Anvers en 1579[3].

Les Français vont donc disposer d'une littérature sur les fortifications dans leur langue, d'abord par des traductions d'ouvrages d'ingénieurs italiens, puis par des ouvrages d'auteurs français. Ceux-ci sont des hommes d'expérience, la plupart ingénieurs militaires, appartenant aux cercles du pouvoir. Ainsi, La Treille est un proche collaborateur de Jean d'Estrées, Grand

---

[2] Flurance Rivault, David de, *Les Elemens de l'artillerie. Concernans tant la premiere invention & theorie, que la practique du Canon. Par le sieur de Flurance Rivault*. Paris, chez Adrien Beys, ruë sainct Iacques, ioignant la Rose blanche, 1605.

[3] Jordan mentionne une version italienne de 1570 que nous n'avons pas trouvée (Jordan, Klaus, *Bibliographie zur Geschichte des Festungsbaues…*, *op. cit.*, p. 203), tandis que le manuscrit français existe à Bruxelles.

maître de l'Artillerie de France. Claude Flamand est l'ingénieur du duc de Wurtemberg et la publication de *La Guide des fortifications et conduite militaire* en 1597 est favorisée par l'installation à Montbéliard de Jacques Foillet, imprimeur du duc. Mais Flamand cherche à cette époque les faveurs du roi de France auquel il dédie la première version de la *Guide*. C'est aussi le cas de Jacques Perret dont l'ouvrage, paru entre 1594 et 1601, est dédié au même Henri IV. Par ailleurs, Ambroise Bachot est nommé ingénieur des fortifications de la ville de Melun, dont l'armée du roi se sert comme base pour le siège de Paris, et c'est dans ce contexte que paraît son *Gouvernail* en 1598. L'accession d'Henri IV au trône de France et la pacification du royaume paraissent donc favoriser la publication des ouvrages en français au moment où la guerre intérieure fait place à des conflits aux frontières du territoire, là où les forteresses sont construites à la nouvelle manière italienne.

La comparaison entre la *Fortification reduicte en art et demonstrée* et un nombre significatif d'ouvrages parus avant elle légitime le questionnement sur une possible révolution errardienne dans la fortification en France.

Dans l'ensemble, les ouvrages exposent les éléments du tracé italien sans s'attacher à une obtention rigoureuse des mesures des longueurs et des angles. Ils décrivent la construction de bastions pentagonaux, dont ils ne mettent pas en doute l'utilité pour la défense des places. Certains tracés, comme celui d'Alghisi en 1570, repris par Pasino en 1579, ou ceux que nous avons trouvés dans des manuscrits contemporains, semblent même guidés par l'esthétique plus que la science, car les contours des bastions y sont choisis parmi une multitude de diagonales de polygones. Cependant, en 1546, Tartaglia s'empare en scientifique des questions de défense et tente de poser des principes issus de sa réflexion et non de l'expérience. Daniel Specklin esquisse en 1589 une justification de ses tracés en rapport avec l'artillerie, mais il constate que les connaissances à ce sujet sont trop limitées pour pouvoir vraiment établir ses constructions sur des données du terrain.

Carlo Theti se préoccupe de la question des mesures. Il envisage l'introduction d'une mesure commune pour chacune des lignes du contour bastionné, sans vraiment préciser s'il s'agit d'une des unités de mesure matérielles qu'il présente (canne, palme, etc.) ou d'une mesure commune au sens euclidien. Il compare les différentes pratiques qu'il a rencontrées et esquisse une synthèse des meilleurs conseils pour la fortification. La rédaction sous forme de règles distinctes et précises (mais nombreuses), se trouve chez Buonaiuto Lorini en 1598. En ce qui concerne le tracé, nous trouvons à Anvers, chez Pasino et Stevin ou en Espagne avec Cristóbal de Rojas, une rédaction complète des étapes du processus de construction, à la

manière des résolutions de problèmes de géométrie pratique, mais ces auteurs s'en arrêtent à ce point dans leur usage de la géométrie en fortification.

Ce sont en fait les mathématiques qui distinguent les quelques ouvrages « français » des autres ouvrages. En 1598, Ambroise Bachot expose longuement une géométrie de construction de problèmes qui se retrouve sous une autre forme chez Claude Flamand en 1597. Il insiste également sur la maîtrise de la perspective militaire, que nous trouvons appliquée par Jacques Perret dans toutes les planches de son ouvrage de la fin du siècle. Remarquons cependant que ces auteurs font peu appel aux théorèmes euclidiens pour la recherche des mesures des lignes et angles caractéristiques des contours bastionnés qu'ils ont créés. Bachot est davantage centré sur la correction des tracés et les techniques de représentation, Flamand consacre à la géométrie un traité particulier, davantage tourné vers l'arpentage que vers la fortification.

Les mathématiques sont beaucoup plus présentes dans trois manuscrits, français, bruxellois et flamand de la fin du XVI^{e} siècle, dont l'analyse révèle la maîtrise par leurs auteurs de la géométrie aussi bien que de la fortification, voire d'autres sujets connexes. Ces « amateurs » éclairés qui ne publient pas d'ouvrage, font preuve d'une connaissance étendue des questions liées à la fortification, connaissance tirée de sources variées.

C'est dans ce contexte que Jean Errard se forme théoriquement et pratiquement. L'historiographie a retenu son passage à l'Université de Heidelberg où il est inscrit vers 1572 et son emploi à Nancy dans les années 1580 sur les chantiers dirigés par les ingénieurs italiens. Tout cela est plausible, mais ne permet pas de comprendre son parcours, qui l'amène à publier des ouvrages de mathématiques et à occuper le principal poste d'ingénieur auprès du roi de France. En nous basant sur ses écrits et en recoupant des informations éparses, nous avons formulé de nouvelles hypothèses.

Jean Errard est issu de la petite noblesse de robe, milieu au sein duquel il a probablement acquis une solide éducation dans les sciences et les lettres. Tout indique que son adhésion à la Réforme est précoce, ce peut être l'une des raisons de son départ de Bar-le-Duc pour Heidelberg vers 1572, une autre raison plausible étant l'absence d'université ouverte aux protestants en Lorraine. Comme d'autres réformés de l'époque, Hubert Languet ou Jacques Bongars pour ne citer qu'eux, il a probablement voyagé en Allemagne et aux Pays-Bas et il a rencontré ses coreligionnaires exilés. Nous supposons que son départ de Bar-le-Duc est lié à celui de Roch Guerini, Comte de Linar, que les conflits religieux ont forcé à quitter la Lorraine. Guerini est un ingénieur militaire réputé fixé à Heidelberg et qui travaille pour les

princes électeurs du Rhin, de Saxe et de Brandebourg. Selon notre hypothèse, Errard s'est formé au contact de Guerini, seul ingénieur contemporain cité dans la *Fortification reduicte en art de demonstrée*, et probablement de Daniel Specklin qu'il a pu fréquenter à la cour du comte Georges-Jean de Palatinat-Veldenz vers 1580. La proximité de ses tracés avec ceux de Guerini se lit sur les plans mêmes des bâtiments construits et l'*Architectura von Festungen* de Specklin présente de nombreux points communs avec la *Fortification* d'Errard.

À son retour d'Allemagne dans les années 1580, Errard se place au service du duc de Lorraine à Nancy, où il publie en 1584, avec le soutien du souverain, le *Premier livre des instruments mathematiques et mechaniques*, un ouvrage confidentiel (cinq exemplaires localisés) composé essentiellement de planches exposant ses inventions dans des domaines variés. Notre analyse de l'ouvrage a mis en évidence sa compétence, à la fois dans les matières techniques très variées qu'il aborde, dans son recours à la géométrie et dans le langage graphique dont il se sert pour donner à voir ses inventions. Nous pensons que pour la plupart de celles-ci il est l'authentique inventeur ou qu'il les a perfectionnées, puisqu'il s'efface volontiers devant les véritables auteurs de certaines machines qu'il présente. Quoi qu'il en soit, il est alors un ingénieur, non spécialisé dans l'architecture militaire.

Jean Errard quitte Nancy pour se mettre au service du duc de Bouillon à Sedan, territoire réformé où il s'installe en 1585. Il était sans doute sous-employé à Nancy, comme il en témoigne dans son *Premier livre*, mais nous ne connaissons pas les raisons exactes de ce départ, peut être motivé par la religion ou par la perspective d'occuper la place d'ingénieur des fortifications de Sedan, devenue vacante à la suite du décès d'Aurelio de Pasino. Un épisode important de sa carrière d'ingénieur est le siège de Jametz (1589), ville dont il a rénové les fortifications à la manière italienne. C'est probablement ces travaux qui le font remarquer d'Henri IV, au service duquel il entre vers 1591.

Nous ne supposons pas la participation d'Errard aux batailles marquant la reconquête du royaume par Henri IV, car nous ne prenons en compte que les documents attestés. Ce qui est certain en revanche, c'est que roi s'en remet de plus en plus souvent à Errard pour les travaux de mise en état de défense des places de la frontière picarde. La construction de la citadelle d'Amiens en 1598 constitue le sommet de sa carrière de bâtisseur. Ce pentagone parfait illustre à merveille l'application de la géométrie à la défense des villes.

Parallèlement aux chantiers de rénovation des enceintes urbaines de Picardie, Errard fait preuve de son talent de mathématicien. C'est d'abord en 1594 par la publication d'un libelle contre certaines propositions de l'ouvrage de Joseph Juste Scaliger sur la quadrature du

cercle. Scaliger avait dénoncé des erreurs d'Archimède, Errard réplique en montrant celles, grossières, de l'accusateur. Son rôle reconnu dans cette controverse le place dans le camp de grands mathématiciens comme Viète et van Roomen. La même année, il publie la *Geometrie et practique generalle d'icelle*, traité de géométrie pratique entièrement consacré aux questions de mesure des lignes, aires et volumes et traitant d'objets mathématiques rarement abordés dans ce genre d'ouvrage. Dans la préface de cet ouvrage, il évoque un projet royal d'académie parisienne, dont il appelle de ses vœux la réalisation, afin de fournir à la noblesse française l'enseignement des sciences dont elle a besoin pour le service du roi. Or, plusieurs des six livres de son édition des *Éléments* d'Euclide, publiée l'année de la promulgation de l'Édit de Nantes (1598), sont dédiés à de jeunes nobles de confession réformée, certains apparaissant même comme des élèves d'Errard. Nous y voyons le signe d'un projet général d'éducation de la noblesse qui se concrétise par la publication en 1600 de la *Fortification reduicte en art et demonstrée*.

La *Fortification* de Jean Errard est un ouvrage marquant en France à cette époque, puisqu'il répond à la commande d'Henri IV et qu'il est ainsi de fait le premier traité de fortification officiellement approuvé par le roi. Imprimée à compte d'auteur, la première édition connaît une diffusion modeste, mais sa reprise par les libraires De Bry à Francfort en 1604 contribue à augmenter son audience, surtout dans les pays germanique grâce à une version allemande, également publiée en 1604. C'est l'édition posthume de 1620, in-folio de prestige aux nombreuses illustrations, qui rendra célèbre cet ouvrage, désormais possession des plus grandes bibliothèques, comme nous l'avons vérifié dans une enquête à l'échelle mondiale. Nous avons caractérisé les contenus de cet ouvrage et l'approche de son auteur, afin de pourvoir examiner ensuite sa réception au XVII^{e} siècle.

Jean Errard apparaît comme le premier auteur à fonder le bastionnement des polygones sur les mathématiques, qu'il s'agisse de l'analyse des forces en présence ou de la génération de la forme précise des bastions pentagonaux. L'ordre des connaissances qu'il préconise est nouveau, c'est la *réduction en art* à sa manière personnelle. Son approche du problème de la sécurisation des places est rationnelle et se base sur l'analyse des forces respectives, celle des attaquants en termes de canons, et celle des défenseurs en termes d'hommes. Il décide d'une mesure commune en termes de nombre d'hommes et établit l'équivalence entre un défenseur et dix assaillants. De même la puissance de pénétration des boulets de canon est estimée par des mesures de profondeur de terre et donne lieu à la rédaction de consignes claires et précises, les maximes de la fortification.

Ces maximes de la fortification existaient d'une certaine façon chez Tartaglia et chez Lorini. Tartaglia donnait six principes généraux pour bâtir les murailles sans aucune référence aux mesures. Lorini énonçait vingt règles portant, elles, exclusivement sur les longueurs des lignes du contour bastionné. Nous considérons qu'Errard connaissait bien ces auteurs, car il leur répond par ses propres maximes, exposant en peu de mots les contraintes qui pèsent sur la forme des bastions : 1. L'angle flanqué est droit ; 2. L'aire des bastions doit être maximale, et par conséquent la ligne de gorge de longueur suffisante ; 3. La ligne de défense n'excède pas la portée du mousquet ; 4. Le flanquement de la courtine est assuré de deux endroits symétriquement placés ; 5. Le flanc est perpendiculaire à la face jusqu'à l'ennéagone, puis perpendiculaire à la courtine. C'est cette brièveté et leur appui sur des considérations géométriques précises qui donne aux maximes errardiennes une clarté sans précédent.

La construction des bastions est effectuée sur le plan à l'intérieur de l'un des triangles composant le polygone à fortifier. Errard s'appuie sur des tracés simples de géométrie pratique, comme celui des perpendiculaires et des bissectrices. Il exclut entièrement de sa construction les mesures de distances, reportant par symétrie les longueurs obtenues dans des tracés qui ne concernent que les angles.

La forme obtenue fait l'objet d'un calcul complet de ses longueurs et de ses angles, utilisant pour cela exclusivement les théorèmes de la géométrie euclidienne. Errard obtient chacune des longueurs en fonction de celle du flanc prise comme une sorte de « segment-unité ». Le choix de cette longueur-unité dépend de la longueur qu'il faut obtenir pour la ligne de défense, longueur qui est elle-même fonction des armes utilisées par les défenseurs. Errard considère les polygones bastionnés comme des figures géométriques dont les côtés et les angles sont les inconnues. Il calcule leurs mesures à l'aide de démonstrations géométriques et des théorèmes usuels d'Euclide. C'est pour toutes ces raisons que nous avons qualifié de *fortification géométrique errardienne* cette fortification établie, justifiée et démontrée par la géométrie.

Une fois tous les résultats obtenus, les éléments qui ont servi pour les démonstrations n'apparaissent plus dans les gravures. Les contours sont alors complétés par des lignes représentant les parapets, les contrescarpes et les divers autres composants des enceintes, afin d'obtenir les plans des forteresses, qui ne font plus l'objet de calculs. Les bastions sont ensuite représentés munis des soldats à leurs postes, et enfin en situation de combat.

La réception de la fortification errardienne en France est plus ou moins favorable, d'autant que dès les années 1610, la fortification hollandaise vient la concurrencer. Si celle-ci est

éloignée des préconisations d'Errard en ce qui concerne la forme des bastions, elle indique un certain souci géométrique. Samuel Marolois en 1615, et surtout Adam Fritach en 1631, explorent les propriétés géométriques des bastions et explicitent les relations entre les angles, ce qui leur permet de préciser les maximes, qui ne sont plus absolues mais deviennent davantage des cadres généraux susceptibles d'adaptation. Prenant les longueurs à évaluer systématiquement comme côtés de triangles rectangles, ils peuvent utiliser les efficaces outils de la trigonométrie et ainsi envisager des multiples variations. La *manière hollandaise* est adoptée par les ingénieurs dans toute l'Europe, mais ne vient pas totalement supplanter la *manière française*.

Sur le terrain, les méthodes de construction d'Errard ne lui survivent pas longtemps, ainsi que l'affirme à la fin des années 1620 un ingénieur comme Jean Fabre, pourtant en partie adepte de la fortification géométrique. Mais abandon sur le terrain ne signifie pas que la méthode soit rejetée, bien au contraire. Les caractéristiques de la fortification géométrique errardienne nous ont servi de marqueurs pour évaluer la portée des conceptions d'Errard dans les ouvrages parus avant la généralisation de la fortification vaubanienne. Elles sont présentes dans plusieurs manuscrits d'ingénieurs des années 1610-1620, et particulièrement dans le cours donné par le mathématicien et ingénieur militaire Michel Coignet à Anvers en 1612. Coignet applique à la fortification les théorèmes de trigonométrie qu'il a enseignés à un capitaine de l'armée espagnole aux Pays-Bas, et il en vient à modifier sa pratique pour la rendre conforme aux préconisations errardiennes. Surtout, les *Carnets* de l'ingénieur et architecte Jacques Gentillâtre (vers 1625) contiennent de larges extraits de la *Fortification* d'Errard, alors qu'ils ne reprennent que les illustrations des autres auteurs, excepté Du Praissac.

Les ouvrages d'ingénieurs français s'inspirent d'Errard pendant une vingtaine d'années, tout en accordant de plus en plus de place à la trigonométrie, voire au calcul logarithmique pour Antoine de Ville en 1628. Pour certains cependant, l'aspect calculatoire disparaît, c'est le cas des *Fortifications du Comte de Pagan* (1645). Par ailleurs, Pagan se focalise davantage sur les profils que sur les plans. Il récuse les constructions géométriquement parfaites de ses prédécesseurs, car les forteresses bâties suivant leurs modèles ne sont déjà plus adaptées aux conditions de la guerre par tranchées et par mines. Selon lui, l'apport de la géométrie ne peut pas garantir à elle seule la sécurité des places fortes. À sa suite, paraissent en France des ouvrages issus du monde militaire et dont les auteurs s'appuient sur leur expérience plutôt que sur la géométrie, qu'ils ont tendance à reléguer au second plan. En ce sens, ce sont eux les

inspirateurs immédiats de Vauban, qui adoptera une position semblable à propos des mathématiques.

Si la fortification géométrique disparaît progressivement sous la plume des ingénieurs et des militaires, elle conserve une place importante dans les ouvrages destinés à l'enseignement. En effet, dès la parution de ses *Memoires mathematiques* en 1613, Didier Henrion cherche à maintenir et à développer l'héritage errardien, en proposant un nouveau traitement de la fortification irrégulière et, surtout, en introduisant les méthodes trigonométriques hollandaises dans les calculs des lignes des contours bastionnés. Henrion se présente comme *Professeur és mathematiques* et son projet de réédition de la *Fortification demonstrée et reduicte en art* dénote la primauté toujours accordée à Errard dans le public de ses élèves. Pierre Hérigone, dans son *Cours de mathematique* de 1634, met en parallèle les méthodes d'Errard et de Marolois, se servant des figures géométriques des bastions comme objet d'applications de théorèmes de la géométrie euclidienne. Les cours de Jacques Rohault (vers 1650-1670) et de Gilles de Roberval (vers 1645) sont les témoins les plus éclatants de la pertinence des conceptions errardiennes, encore référencées et suivies trente ans après la parution de la *Fortification*. Ces deux grands scientifiques abordent l'enseignement de la fortification en mathématiciens, comme le faisait Errard, il n'est donc pas surprenant de retrouver la référence à ses méthodes dans leurs écrits. Roberval même, malgré les diverses pratiques courantes des années 1640, revient à la construction géométrique errardienne pour le bastionnement de l'hexagone, qu'il donne en exemple. Rohault se montre moins exclusif puisqu'il présente les manières de fortifier de plusieurs nations, mais il est remarquable que, pour lui, la manière française reste celle de Jean Errard.

Cette approche comparatrice des manières nationales se retrouve chez les auteurs jésuites, au premier rang desquels Pierre Bourdin, qui introduit la fortification dans son enseignement au collège de Clermont en 1636. Bourdin présente la fortification comme une géométrie militaire et la construction des forteresses sur le terrain comme une pratique de cette géométrie, complétée par l'usage des instruments de visée pour la mesure des lignes inaccessibles et le lever de plans. Il suit la méthode errardienne, y compris dans sa formulation des maximes de la fortification. Les professeurs jésuites qui succèderont à Bourdin attacheront une même importance à l'énoncé des maximes, mais ils auront le souci de fournir des valeurs déjà calculées pour les longueurs et les angles des contours, plutôt que de donner les méthodes de calcul elles-mêmes.

Les destinataires des ouvrages de tous ces professeurs ne sont plus les ingénieurs de terrain ou les personnes impliquées dans la guerre comme au temps d'Errard. Les nouveaux auteurs s'adressent à de jeunes nobles de haut rang, mais aussi aux soldats de terrain, qui sont à même de juger de la justesse de la forme des bastions s'ils suivent la méthode préconisée.

Il nous semble maintenant légitime d'affirmer qu'une première école de fortification existe en France au début du XVII^{e} siècle et qu'elle se fonde sur les conceptions et les méthodes de Jean Errard. L'originalité et la rigueur de son approche, reprise en partie par ses successeurs et enrichie des nouvelles techniques de calcul mathématique développées en Hollande, confère une unité à la fortification française de cette époque. L'abandon de ses modes de construction sur le terrain n'entraîne pas la disparition de ce qui fait l'essentiel de sa fortification, c'est-à-dire le caractère profondément scientifique que lui confère son enracinement dans la géométrie. La présence la plus pérenne de la fortification géométrique errardienne se trouve dans les ouvrages d'enseignement, davantage que dans ceux qui servent à la formation des ingénieurs. Son ancrage dans les mathématiques en permet une explication claire pour tous ceux qui connaissent le langage de la géométrie.

La bonne adéquation de la fortification errardienne à l'enseignement nous renvoie au rôle même de Jean Errard auprès des jeunes nobles protestants auxquels il dédiait ses *Éléments* d'Euclide. Nous ne saurions l'assimiler à un professeur, mais il nous est permis de le considérer comme le maître de la première école française de fortification.

BIBLIOGRAPHIE

1. SOURCES PRIMAIRES

1. *Manuscrits (fortifications)*

Anonyme (d'après Manesson Mallet, Allain), *Les travaux de mars*, fin du XVII^e^ siècle. Ms 2529, Bibliothèque nationale de France, Bibliothèque de l'Arsenal.

Anonyme, *Livre de fortifications*, XVII^e^ siècle. Ms 3805, Bibliothèque de l'Institut de France.

Anonyme, *Recueil en italien de dessins de fortification*, fin du XVI^e^ siècle, Biblioteka Jagiellońska, Cracovie, Pologne.

Anonyme, *Arquitectura y máquinas militares* (en français), [vers 1610]. Ms RES/210, Biblioteca Nacional de España.

Anonyme (collectif), *Recueil de traités de mathématiques, au point de vue de la fortification des places*, fin du XVII^e^ siècle. Ms 942, Bibliothèque municipale d'Avignon.

Anonyme, *Arithmétique, géographie et fortifications*, XVI^e^ siècle. Ms 1131, Médiathèque de l'abbaye Saint Vaast, Arras.

Anonyme, *Éléments de mathématiques appliquées à la fortification*, XVII^e^ siècle. Ms 243, Médiathèque de l'abbaye Saint Vaast, Arras.

Anonyme, *Traicté de la fortification holandoize*, XVII^e^ siècle. Ms In-4° 347, Bibliothèque municipale de Caen.

Anonyme, *Sketchbook on military art, including geometry, fortifications, artillery, mechanics, and pyrotechnics*, XVII^e^ siècle [vers 1625]. Ms 27, Lessing J. Rosenwald Collection. Library of Congress, Washington DC, USA.

Anonyme, *Trattato di fortificazione*, début du XVII^e^ siècle. Ms Cod.icon. 218, Bayersiche Staatsbibliothek, Munich.

Anonyme, *Eléments de Fortification, Rotterdam*, 1647. Ms 281 Res, Bibliothèque municipale d'étude et d'information, Grenoble.

Anonyme, *Cours de mathématiques, dans lequel sont compris les principes d'arithmétique, géométrie et astronomie - Fortifications*, XVII^e^ siècle. Ms 983, Bibliothèque municipale de Lyon.

Anonyme, *Cours de mathématiques – abrégé du traité de fortifications*, deuxième moitié du XVII^e^ siècle. Ms 7057, Bibliothèque Mériadeck, Bordeaux.

Anonyme, *Cahiers de mathématiques – Traité de fortifications (selon Mallet)*, deuxième moitié du XVII^e^ siècle. Ms 604, Bibliothèque Mériadeck, Bordeaux.

Anonyme, *Traité des fortifications*, 1656. HS.3780, Bibliothèque de l'université de Gand.

Anonyme [Fournier, Georges ?], *De la fortification ; les plus necessaires questions et resolutions d'icelle.* XVII^e^ siècle. Ms 1061, Bibliothèque Sainte Geneviève.

Anonyme, *Traité des fortifications*, XVII^e^ siècle. Ms 2307, Bibliothèque Sainte Geneviève.

Anonyme, *Recueil de mathématiques et d'art militaire (latin et français)*, début du XVII^e^ siècle. Ms 118, Bibliothèque municipale Georges Pompidou, Châlons en Champagne.

Anonyme, *La Péribologie ou manière de fortifier les places, donnée par Vuilhaume Dilichius*, XVIII^e^ siècle (?). Ms 1.1029, Bibliothèque Verlaine, Metz [disparu dans l'incendie du fonds de la bibliothèque en 1944]

Anonyme, *Peribologie. Livre irregulier de trois livres*, XVII^e^ siècle. Ms 166[2], Archives départementales du Nord.

B**** (le Sieur), *La Peribologie ou l'art de fortifier les villes et les camps, par Guillaume Dilichius, Ingenieur allemand. Traduitte de latin en françois par le S^r^ B^****^, Ingenieur ordinaire du Roy*. XVIII^e^ siècle (?). Ms 112, BU Lille 3.

Beste, Charles de**,** *Architectura : Dat is constelicke bouwijnghen huijt die Antijcken ende Modernen. Waer op dat wij desen Tegenwoordghen Boeck decideren. Ende hebben dien ghedeelt in Acht Onderscheijden Boecken Naemlicken den Eersten van Arithmetica. Den Tweeden van Geometria. Den Derden van Astronomische Instrumenten. Den Vierden van Horologien ofte Zonnenwijsers. Den vijfften van Architectura. Den sesten van perspectiva; Den sevensten van fortificatien. Den Achtsten van Artillerie. Den welchen Beschribenn ist durch C.D. beste, Steijnmetselrnn und Mauwrrer z.w. Bruek Liebhaver der Const*, 1599 [1596-1600]. Ms. II 7617, Bibliothèque royale de Belgique.

Billy, Jacques de, *Des fortifications et art militaire, cours donné au collège des Jésuites de Dijon*, 1670. Ms 81, Bibliothèque municipale de Bourg-en-Bresse.

Biron, Armand de Gontaut, duc de, maréchal de France, *Divers mémoires et maximes de la guerre*, XVI^e^ - XVII^e^ siècle. Ms français 652, Bibliothèque nationale de France.

Blegny (Sieur de, mathématicien), *Livre contenant la géométrie et les fortifications à la hollandoise, par D. B.*, 1676. Ms 7676, Médiathèque Michel Crépeau, La Rochelle.

Blondel, François, *Nouvelle manière de fortifier les places, dédiée au Roy*, 1669. Ms CU 13, Bibliothèque de l'Assemblée nationale.

[Bourdin, Pierre], *Cours de mathématiques, précédé d'un cours de théologie*, 1636 & 1637. Ms Latin 17861 et Latin 17862, Bibliothèque nationale de France.

Bourdin, Pierre, *L'art de fortifier les places regulières et irregulières, expliqué, pratiqué, et demonstré d'une façon sensible et aggreable*, vers 1654. Ms 5216, The Newberry Library, Chicago, Ill., USA.

Bourdin, Pierre, *L'Art de Fortifier les Places Regulieres et Irregulieres, expliqué, pratiqué, et demonstré d'une façon agreable et facile. Par le RP. Bourdin de la Compagnie de Jesus*. Paris 1654. Ms H.223.94, Archives de la Province de France de la Compagnie de Jésus, Vanves.

Bourdin, Pierre, *Cursus mathematicus : breviter, & clarè figuris explicatus in gratiam eorum, qui mathesim volunt addiscere citò, ac facilè* [imprimé en partie], 1640, Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, Berlin, Rara B769c.

Bruneau, Pierre (docteur en théologie, jacobin du Mans), *Architecture militaire - L'exercice du mousquet - Traité de l'astrolabe*, 1675. Ms 69, Bibliothèque municipale du Mans.

Caylus (M^r^ de), *Abrégé de géométrie, application au calcul des angles de la fortification, usage du rubans géométricque, traité de l'architecture militaire*, vers 1680. Ms 363, Médiathèque Jean Lévy, Lille.

Cayron, *Abrégé de l'architecture militaire, ou fortifications des places*, 1643. Ms français 12 380, Bibliothèque nationale de France.

Chastillon, Pierre de, *Nouveau project de fortiffication*, vers 1682. Ms 286, Service Historique de l'Armée de Terre (SHAT), Vincennes.

Chauveau, Jean-Baptiste, [attr. [à tort] à Chauvet, Jacques] *Petit traitté de la fortification moderne composé par Mon^r^. Chauvot, Celebre matematicien Parisien ; tout exprez pour linstruction de Monsieur le baron D'Obdam seigneur de Wassenäer du temps qu'il apprenoit ses exercices à Paris*, vers 1650. f MSS 001760 B, Smithsonian Libraries, Dibner Library of the History of Science and Technology, Washington, DC, USA.

[Chouthenan, le Chevallier de], *Éléments de géométrie - Maximes qu'il fault observer à la fortification*, XVII^e^ siècle. Ms français 659, Bibliothèque nationale de France.

Clugny, Antoine de, *Leçons de géométrie et géographie, et autres recueils de messire Anthoine de Clugny, seigneur du Coulombié, gouverneur de monseigneur le prince de Joinville*, 1626. Ms CT 16, Bibliothèque de l'Assemblée nationale.

Coeulre, Jacques, Pierre et Cornille de, *La Pratique Generalle et ample description de la Geometrie praticale, Civille et elementaire, La Geographie, L'Art de gaulger tous vaisseaux, Les fausses positions et reductions geometriques, Plusieurs belles propositions Astronomiques, L'horologiographie g[ene]ralle, Les fortiffications des villes et Citadelles, joinct aussy les moiens de les deffendre et offendre, les mines et contremines, La Pirotechnie ou artifice du feu, la manière de petarder, Avecq le train et despence de l'Artillerie, La co[m]position et fabrication des plus beaux et agilles Instruments de Mathematiques, ensamble la pratique des plus subtilles et ingenieuses Reigles de l'Arithmetique par la plume et par les gectz, La declaration des mesures les plus fameuses et autres belles parties des mathematiquesn demonstrees et redigees au pied et à la mesure. Avecq addition de plusieurs Problemes sur les six premiers Livres d'Euclide, de nouveau familierement commentez. Le tout comprins en dix huict livres, diviseme[n]t et co[m]formeme[n]t selon l'ordre de la table suivante des livres et parties d'iceux. Décrit et demonstré par Jacques et Pierre de Cœulre dit Coeulle pere et filz Contrerolleurs des ouvrages et fortiffica[ti]ons du fort et ch[aste]au de Renty Geographes Professeurs pour le service de Leurs Altezes Serenissimes aux quartiers de S^t^ Omer et Tournehey Natifs de la ville et Cité dudit S^t^ Omer au pais et Comté d'Arthois. Escrit par Cornille de Coeulre, professeur es dicts Arts, ; fils de Jacques en la ville et Cité de Saint Omer, &c.* 1605-1606. HS.2244, Bibliothèque de l'université de Gand.

Coignet, Michel, *Architectura militare per le fortificazioni moderne*, début du XVII^e^ siècle. Ms 1670, Biblioteca Angelica, Rome.

Constantinoys, Allain, *Recueil de géométrie et architecture militaire*, [vers 1600]. Ms 6, Médiathèque Pierre Fanlac (ex-Bibliothèque municipale) de Périgueux.

Corneweyle, Robert, *"The keye of the Treasorie." or the maner of fortification of cities, townes, castelles, and other places, woorthie, for the suertie that is to bee found therby, to bee called the keye of the treasorie, not onlye translated oute of Frenche into the English tonge but also corrected and augmented by Robert Corneweyle, gentleman, withoute any other addicion, dedicated and addressed to the right honorable magnanime & marciall knight and lorde, the lorde Ambrose Duddeley, maister and Capteine generall of the ordinance and artilarie of England, 1559*. Add Ms 28030, British Library.

Reproduit dans Biddle, Martin, *Robert Corneweyle, The Maner of Fortification…* S.l. [Farnborough] Gregg International Publishers Limited England, 1972.

Desnaguel, *Traité de la fortification*, 1621. Ms 2308, Bibliothèque Sainte Geneviève.

Durand, Bernard, *Traité d'architecture et de perspective, cours donné au collège des Jésuites de Dijon*, 1700. Ms 469, Bibliothèque municipale de Dijon.

Errard, Jean, Plans de Calais, Doullens, Corbie, La Fère, Amiens, Saint-Quentin, etc. *Maps, plans and views, of towns and fortresses in France; executed for Maximilien de Béthune, 1st Duke of Sully, Grand Master of the Artillery, whose arms occur on the first map...* 1602-1608. Western Manuscripts, Add MS 21117, British Library, *fol.* 21-29r.

Errard, Jean, *C'est le plan de la ville d'Amiens comme elle est au mois de may 1596, durant le siège des Espagnols devant Ardres... / Fait par moy soubsigné ingénieur du Roy, le XXIIe may 1596*. Bibliothèque nationale de France, département Cartes et plans, GE C-5129 (RES).

Escrivà, Pedro Luis, *Apología en excusación y favor de las fábricas del Reino de Nápoles del comendador Scriva Scriva*, 1538 [copie du XVIIe siècle]. MSS/2852, Biblioteca Nacional de España.

[Filsjean, André ?], *Traité de fortifications*, début du XVIIe siècle [?], contenu dans *Titres et documents intéressant pour la plupart la famille Filsjean et ses alliés*, Ms 1921 [fonds Petit, nos 484, 486-490] Bibliothèque municipale de Dijon.

Galilei, Galileo, *Trattato delle fortificazioni*, vers 1592-1593. Ms D 296 inf., Biblioteca Ambrosiana, Milan. Édité dans *Le Opere di Galileo Galilei, edizione nazionale*, vol. II, Fortificazioni. Firenze, G. Barbera, 1891.

[Gentillâtre, Jacques], *Manuel d'un ingénieur-architecte de la première moitié du XVIIe siècle*, [vers 1625]. Ms français 14 727, Bibliothèque nationale de France.

Genedot, Pierre, *Le guide de l'ingénieur*, Archives de la Bastille, Dossiers des prisonniers, année 1707 (Haute trahison). Ms 10580, Bibliothèque nationale de France, Bibliothèque de l'Arsenal.

[Henrion, Didier ; Cyriaque Demangin, Clément (?)], *Recueil* [contenant une partie des *Memoires mathematiques* annotés et augmentés], vers 1630. Biblothèque Sainte Geneviève, 8 V 9 INV 1906 FA (P.1).

Herar [?], *Traité de fortiffications manuscrit contenant quantité de figures avec les advis et explications sur chacune faict et composé par le Sieur herar, fameux ingenieur du Roy Henry quatre…*, [vers 1630 ?]. Ms français 663, Bibliothèque nationale de France.

Le Vasseur, Guillaume (de Dieppe, professeur ès mathématiques), *Traicté des Fortifications démonstrées géométriquement et réduittes en art*, XVIIe siècle [avant 1634]. Ms français 19 109, Bibliothèque nationale de France.

[L'Hoste, Jean], *Sommaire de la manière de fortifier les places*, première moitié du XVIIe siècle. Ms 272 (264), Bibliothèque Stanislas, Nancy.

L'Hoste, Jean, *Le sommaire de la manière de fortiffier les places tant regulieres qu'irregulieres, receuë & practiquée tant és païs-bas que parmy les guerres et les armées de nostre temps. Reduite en art et en practique conformes aux Maximes fondées sur longues et diverses experiences. Par J. Lhoste, Mathematicien à Son Altesse*, 1629. Ms 1062, Bibliothèque Sainte Geneviève.

Michel, Jean de, *Abbrégé instructif de l'architecture militaire, ou Art de fortiffier les places*, 1679. Ms 1366, Bibliothèque Carnegie, Reims.

Pasino, Aurelio de, *Premier livre des discours des forteresses de M. Calasso Alghisi, dit Carpi. Traduit de la langue italienne en la françoise par Marc-Aurèle de Pasin*, fin du XVI^e^ siècle. Ms 273, Bibliothèque de l'Institut de France.

Pasino, Aurelio de, *Discours de M. Aurelio de Pasino Ferrarois Architecte de tresillustre Seigneur Monseigneur le Duc de Buillon. Sur plusieurs poincts de l'architecture de guerre concernant les fortifications tant anciennes que modernes. Ensemble le moyen de bastir et fortifier une place, de laquelle les Murailles ne pourront aucunement estre endommagées de l'Artillerie*, 1578-1579. Ms 9956, « Bibliothèque de Bourgogne », Bibliothèque royale de Belgique.

Richerand, Guy Creuset de, *La Péribologie, ou la manière de fortifier, par Wilhem Dilich, traduite du latin en françois par D. R.*, deuxième moitié du XVII^e^ siècle. Ms 1200, Bibliothèque de l'Assemblée nationale.

[Roberval, Gilles Personne de], *Recueil*. 1 (fol. 1) *Traité de géométrie et de trigonométrie ; avec figures* ; 2 (fol. 59) « *Traicté des fortifications regulières et irregulières* », *avec figures* ; 3 (fol. 132) *« Trois tables de la grandeur des parties d'une fortification royale, dediées à M. le duc de Buckingham, par M. Roberval »*, *pièce imprimée « A Paris, 1645 »*. Ms 1060, Bibliothèque Sainte Geneviève.

[Roberval, Gilles Personne de], *Traité de géométrie et de l'attaque des places*, XVII^e^ siècle. Ms français 25 305, Bibliothèque nationale de France.

[Roberval, Gilles Personne de], *Traité de topographie appliquée à la fortification*, XVII^e^ siècle. Ms français 658, Bibliothèque nationale de France.

[Roberval, Gilles Personne de], *Traité de trigonométrie et de fortification*, XVII^e^ siècle. Ms I 17, Bibliothèque Villon, Rouen.

Roberval, Gilles Personne de [& Blondel, François ?], *Exercices de géométrie pour les fortifications*, 19 cahiers, XVII^e^ siècle. Fonds Roberval 38, Archives de l'Académie des Sciences, Paris.

[Rohault, Jacques], *Quelques propositions de géométrie les plus importantes (leçons de M. de Rohault). Avec un traité des fortifications*, fin du XVII^e^ siècle. Ms 170, Médiathèque de Poitiers.

[Rohault, Jacques], *Traité des fortifications anciennes et modernes*, vers 1670. Ms 181, Bibliothèque municipale de Sens.

[Rohault, Jacques], *Traitté des fortifications*, XVIII^e^ siècle [plutôt vers 1670]. Ms Gall. Quart. 19, Biblioteka Jagiellońska, Cracovie, Pologne.

[Rohault, Jacques], *Recueil de textes de Jacques Rohault* (*Traité des Fortifications* [99-158]), fin du XVII^e^ ou début du XVIII^e^ siècle [plutôt avant 1650]. Ms 3647, Bibliothèque Mazarine, Paris.

Scala Giovanni, *Giovanni Scala Fortificazione, à Roma nagl'anno 1594*. Ms IIR D 637, Vojenský historický ústav (Institut d'histoire militaire), Prague.

Scala Giovanni, *Dell'uso del Quadrante Geometrico instromento Antichissimo noto, et poste in Uso da tutti li buoni Geometri et Astronomici, aiutato et ampliato di bellissime et Uaghe in Ventioni non più Vedute ne poste in Uso In questo Istromento, da me Giovanni Scala Mathematico et Vero in Ventore sopra tutte queste belle operattioni come per li disegni che seguono si fa manifesto. Giovanni Scala Inventore*, fin du XVI^e^ s. Recueil « Nauka matematyki w zastosowaniu do fortyfikacji » [La science mathématique appliquée à la

fortification, titre donné au XIX^e siècle], Ms BOZ 1747 vol. 2, Biblioteka Narodowa, Varsovie.

Scala, Giovanni, *Delle fortificationi di Giovañi Sala Mathematico. Libro primo. Al Christianissimo Re di Francia e di Navarra Henrico IIII.* Rome, s.n., 1596, planches gravées, avec commentaires manuscrits en vis-à-vis. Ms FOL V 58 INV 75 FA (P.2), Bibliothèque Sainte-Geneviève.

Specklin, Daniel (von Straßbourg), *Architectura von Festungen* [extraits préparatoires], *[?] faßt Albrecht Duerer's Buechern, Architectur des weitberüpmten und stritbarenn Hauptman Francisci de Marchis von Bononia*, 1575. Codex mathematicus - Cod.math.fol.4, Württembergische Landesbibliothek, Stuttgart.

Specklin, Daniel, *Architectura von Festungen* [manuscrit préparatoire], 1583. Cabinet des Estampes et des dessins, Strasbourg.

Steinbrugg, Jean-Maurice de, *Géométrie, fortification et géographie*, 1668. Ms S317, Bibliothèque de Solothurn, Suisse.

Theti, Carlo, *Discorsi soura la fortificazion de' luoghi, et altri particolari, di Carlo Theti. Al Serenissimo Cristiano, Prencipe di Sassonia*, 1583. Mscr.Dresd.Ob.14, Sächsiche Landesbibliothek, Dresden.

Theti, Carlo, *Discorsi vari in materia di fortificazione per Vienna, con disegni*, 1551-1589. D 183 inf., Biblioteca Ambrosiana, Milan.

Tissot, Jean-Maurice (ingénieur du Roi Catholique), *Mélanges de fortification et d'art militaire*, 1600-1630. Ms 31, Bibliothèque municipale de Besançon.

Tournon, Juste-Henry de (attr.), *Traité d'arithmétique, de géométrie et de fortification*, première moitié du XVII^e siècle (avant 1643). Ms 982, Bibliothèque municipale de Lyon.

Vauban, Sébastien Le Prestre de, *Traité des sièges. Première partie. De l'attaque des places, par monsieur le maréchal de Vauban*, début du XVIII^e siècle. Ms 470, Bibliothèque municipale de Dijon.

Ville, Antoine (de), *Las fortificaciones, ataques y defensas de las plazas, del cavallero Antonio de Ville*, 1675. Ms 2195, Biblioteca Nacional de España.

2° *Manuscrits (géométrie pratique, art militaire, autres sujets)*

Anonyme, *Description du quadrant, du quarré et du ray géométriques*, début du XVII^e siècle. Ms 268 (331), Bibliothèque Stanislas, Nancy.

Anonyme, *Traité d'arithmétique, de géométrie et des fortifications*, XVII^e siècle. Ms 94, Musée Plantin, Anvers.

Anonyme, *Plan de la ville d'Ostende pendant le siège de 1604*, Recueil contenant tous les Plans originaux des Maisons, Eglises qui appartenoient à la Société des Jésuites avant leur abolition. [Assistance de Germanie]. Tome XI, Bibliothèque nationale de France, Département des Estampes, HD-4 (17)-FT 4.

Besson, Jacques, *Theatrum Instrumentorum et Machinarum Jacobi Bessoni, Delphinatis, Mathematici, cum figuris illustratum / Livre de la plus part des Instrumens et machines inventées par Jaques Besson Dauphinois, lesquelles servent a plusieurs beaux effetz pour l'usage des mathématiques et utilité commune*. Add Ms 17921, British Library.

Catalogue méthodique de la bibliothèque des Jésuites du collège de Clermont, tome VI, série O : Mathematici. Ms 1400, Bibliothèque de l'Assemblée nationale, Paris.

Citey, Maximilien de, *L'Arithmectique par l'arbre et grand gect par Maistre Jacques Coeulle Arismetici[en] et Geometrien de ma cognoissance demeurant a Hesdin. Escrite par moi Maximilien de Citey H. A. Le XXVJ^e^ de may mil six cent & ung*. 1601. Ms 145, Médiathèque de l'abbaye Saint Vaast, Arras.

Coignet, Michel, *El uso de las divisiones geometricas puestas en las dos reglas pantometras…*, début du XVII^e^ siècle. Ms Espagnol 351, Bibliothèque nationale de France.

Coignet, Michel, *Usus trium paecipuorum Mathematicorum Instrumentorum…* [texte en espagnol], 1612. Mss 9213, Biblioteca Nacional de España.

Coignet, Michel, *Recueil de traités mathématiques de Michel Coignet : Des Tables de Sinus, Tangentes, Sécantes, ettc. Des Triangles plans… L'usaige des 12. divisions marquez sur la Reigle platte (apellee Pantometre)… Le tout donné Au Capitaine Thomas francquin quartier m[aist]re g[e]n[e]ral des Armees de sa Ma[jes]té et de leurs Altezes Ser.^mes^ es Païs bas par Monsieur Michiel Coignet, Mathematicien de leursdites Altezes*. 1612. Ms II 769, Bibliothèque royale de Belgique.

[Genedot, Pierre], *Dossier individuel et document biographiques de Pierre Genedot, prisonnier de la Bastille du 18 août au 25 septembre 1707*, Ms 10 580 « Haute trahison », 18 août-25 septembre 1707, Archives de la Bastille, Bibliothèque de l'Arsenal, Paris.

Haffner, Franz, *Tractatus geometricus. Scripsit Franciscus Haffner Salodorensis Anno 1627*. Dictabat R.P. Vincentius Leautaud Mathematicarum Professor meritissimus et versatissimus, Anno MDCXXVII [1627]. Ms S394, Zentralbibliothek, Solothurn, Suisse.

Levasseur, Guillaume (de Dieppe), *Traités scientifiques (Géométrie pratique, Trigonométrie, Compas de proportion)*, 1608-1618. Ms Français 19059-19063, Bibliothèque nationale de France.

Pagès, Jean, *Recueil de plusieurs remarques extraites de diférens auteurs, par Jean Pagès, marchand à Amiens, 1700*. Ms 839-840, XVIII^e^ siècle. Bibliothèque Louis Aragon, Amiens.

Repris dans : Douchet, Louis, *Manuscrits de Pagès marchand d'Amiens…* Amiens, s.n. [Caron], 1860 [cf. section « sources secondaires »]

Ramelli, Agostino, *La fabrica, et l'uso del triangolo del capitan Agostino Ramelli dal Ponte della Tresia, ingegniero del Christianissimo Re di Francia. Dove si trattano varie, & molto belle operationi, appartenenti ad ogni persona vertuosa, & massime a ciascuno, che faccia professione del arte militae, come si vedrà nella seguente pagina.* Library of the Duke of Devonshire at Chatsworth, UK.

Roberval, Gilles Personne de [& Blondel, François ?], *Géométrie pratique*, 4 cahiers, 48 et 3×96 pages, XVII^e^ siècle. Fonds Roberval 25, Archives de l'Académie des Sciences, Paris.

Scaliger, Joseph Juste, *Recueil de lettres françaises, la plupart autographes, de Joseph della Scala (1575-1607)*. Bibliothèque nationale de France, Ms Dupuy 496.

Scaliger, Joseph Juste, « *Recueil de lettres et d'opuscules latins de Joseph SCALIGER*. Bibliothèque nationale de France, Ms Dupuy 395, II.

Taccola, Mariano (Mariano di Jacomo Vanni, dit), *De re militari et machinis bellicis*, Ms Latin 7239, Bibliothèque nationale de France. Edité en partie par Eberhardt Knobloch dans *L'art de la guerre.Machines et stratagèmes de Taccola, ingénieur de la Renaissance*. Paris, Gallimard, collection « Découvertes Gallimard Albums », 1992.

Zeltner, Benedikt, *Recueil de textes latins de cosmographie et de géométrie « Sum Benedicti Zeltner Salodorensis Primiss. qui me propria manu in Alma Dolanorum Academia conscripsit A° 1626 et 27*, 1626-1627. Ms S368, Zentralbibliothek, Solothurn, Suisse.

3° *Ouvrages imprimés (fortifications)*

Alghisi, Galasso, *Delle fortificationi di M. Galasso Alghisi da Carpi Architetto dell'excellentiss Signor Duca di Ferrara Libri tre.* S.l. [Venise, d'après le privilège], s.n., 1570.

Ango, Pierre (S.J.), *Pratique generale des Fortifications pour les tracer sur le papier & sur le terrain, sans avoir egard à aucune methode particuliere*. Moulins, Claude Vernoy, 1579.

Aurignac, le Sieur d' (Mareschal de Bataille), *Abbregé de toutes sortes de fortifications tant regulieres qu'irregulieres, Bastions, Plats, Fort de Campagne, Redoutes, Demi-Redoutes, Estoilles, Ravelins, & Demi-Lunes. Ouvrages à Corne, à Couronne, & Tenaille & beaucoup d'autres, en suitte, le tout par la mechanique. Avec une methode si aisée à pratiquer sur le Terrain, qu'on peut sans nulle difficulté l'apprendre de soy-mesme sans autre instruction, que la lecture de ce Livre, avec tres-grande facilité. Dedié au Roy*. Paris, Augustin Courbé & chez l'Autheur, 1650.

2e édition : … *A la fin duquel est l'attaque des Places de trois differentes manieres, fort advantageuses ; & tout de l'invention de l'Autheur*. Paris, l'Autheur, 1670.

B**** (le Sieur, Ingénieur ordinaire du Roy), *Recueil de plusieurs desseings de fortifications et de machines pour tracer toutes sortes de forteresses avec leurs parties, tant exterieures qu'interieures. Ensemble la façon de les attaquer & deffendre, comme aussi de quelques machines servant à icelles*. Paris, Melchior Tavernier, 1639.

Bachot, Ambroise, *Le Timon du capitaine AB Bachot le quel conduira le lecteur parmi les guerrieres mathematiques sur les reductions des unes aux aultres figures Geometriques et instrumentz de mesurer toutes distances et representer tous corps en Perspective. Joinct un traicté fort utille des Fortifications, Machines de guerre et aultres particullarités. Inventés par l'auteur.* Paris, l'auteur [« au faubours Sainct Germain des prés rue de Seine a la Crois blanche »], 1587 [gravé dans le frontispice + date de l'adresse « Aux lecteurs »] ou 1589 [date de l'une des gravures, p. 72].

Bachot, Ambroise, *Le gouvernail d'Ambroise Bachot, Capitaine ingenieur du Roy. Lequel conduira le curieux de Geometrie en perspective dedans l'architecture des fortifications, machines de guerre & plusieurs autres particularitez y contenues*. Melun, « soubz l'auteur », « Et s'en trouvera aussi en son logis ruë de seine du fauxbourg S. Germain des Prez, à la croix banche à Paris », 1598.

Beaulieu, Jean de, *La Geometrie françoise, ou la Pratique aisée, pour apprendre sans Maistre l'Arpentage des Figures accessibles et inacessibles, mesures & toisez des* Fortification*s, et toutes sortes de bâtimens, pour ceux qui n'ont connoissance des Mathematiques, avec la clef Arithmetique pour ses operations. La quadrature du Cercle ou la pratique & réduction des Cercles, Segmens, Elipses, Paraboles, Hiperboles & Sixctions coniques & cylindrique en leur quarré parfait, leurs applications au toisé des courbe-lignes, ds Architectures civille, navalle & militaire en faveur des sçavans. Par le Sr de*

Beaulieu, Ingenieur, Geographe du Roy, Arpenteur juré ordinaire de sa Majesté au departement de la Rochelle. Paris, Charles de Sercy, 1676.

Belluzzi, Giovan Battista, *Nuova inventione di fabricar Fortezze di varie forme, in qualunque sito di piano, di monte, in acqua, con diversi disegni, et un trattato del modo, che si hà da osservare in esse, con le sue misure, et ordine di levar le piante, tanto in fortezze reali, quanto non reali. Di Giovan Battista Belici. Con un discorso in fine intorno al presidiar, e guardar esse fortezze, e quanto fa bisogno per il lor mantenimento. All'illustrißimo e Generosißimo Signore, il Signor Filippo Ludovico, Conte d'Hanaw, e Rinnegh, Signor in Mentzenberg*. Venise, Roberto Meietti, 1598.

Bitainvieu, Silvère de (pseud. Jean du Breuil, S.J.), *L'art universel des fortifications, françoises, hollandoises, espagnoles, italiennes, et composées*. Paris, Jacques du Brueil père & Jacques du Brueil fils, 1665.

2e éd. : *augmentée de l'Art d'attaquer et de deffendre les Places fortifiées*. Paris, Vve J. du Brueil & Jacques du Brueil fils, 1667 ; Dijon, Grangier Bertrand, 1668.

3e éd. : *reveuë, corrigée & augmentée*. Paris, Jacques du Brueil, 1674.

Bernard, Jean-François, *Nouvelle maniere de fortifier les places tirée des méthodes du Chevalier de Ville, du Comte de Pagan & de Monsieur de Vauban. Avec des remarques sur l'ordre renforcé, sur les desseins du Capitaine Marchi & sur ceux de M. Blondel, suivie de deux nouveaux desseins*. Paris, Estienne Michallet, 1689 & Amsterdam, Henry Desbordes, 1689.

Blondel, François, *Nouvelle manière de fortifier les places par Monsieur Blondel, Marechal de camp aux Armées du Roy & cy-devant Maître de Mathematique de Monseigneur le Dauphin*. Paris, l'auteur et Nicolas Langlois, 1683.

Edition anglaise : *Suivant la copie, imprimée à Paris*, Londres, chez Abel Swalle, 1684.

Bourdin, Pierre (S.J.), *Le premier inventaire des termes et pieces de la fortification, primus nomenclator militaris*. S.l. [Paris], s.n. [François Pelican ?], s. d. [ca 1640].

Bourdin, Pierre (S.J.), *L'architecture militaire, ou l'art de fortifier les places regulieres et irregulieres. Expliqué, pratiqué & demontré d'une façon facile, & agreable. Avec un abrégé de la pratique de la geometrie militaire*. Paris, Guillaume Benard, 1655.

Brioys, Jean, *Nouvelle Maniere de Fortification, composée pour la Noblesse françoise. Exposée en forme d'Elements & dedié à Monseigneur de Choisy. Par Jean Brioys, Ingenieur & Geographe ordinaire du Roy*. Metz, l'Autheur [P. Collignon, impr.], 1666 ; réémissions « Et se vend à Paris, chez Gervais Clouzier », 1674, 1675.

Busca, Gabriele, *Della architettura militare di Gabriello Busca milanese. Primo libro*. Milano, Girolamo Bordone, & Pietro Martire Locarni, 1601.

Cambray, le Chevalier de, *Manière de fortifier de Mr de Vauban. Où l'on voit de quelle méthode on se sert aujourd'hui en France, pour la Fortification des Places tant régulieres qu'irrégulieres ; en quoi cette méthode differe des autres, &c. Avec un Traité de GEOMETRIE qu'on a mis à la tête, pour avoir une parfaite intelligence des Fortifications. Le tout mis en ordre par Mr le Chevalier de Cambray*. Amsterdam, Pierre Mortier, 1689.

Cataneo, Girolamo, *Opera nuova di fortificare, offendere et difendere, et far gli alloggiamenti campali, secondo l'uso di guerra. Aggiontovi nel fine, un trattato de gl'essamini de' Bombarderi, & di far fuochi arteficiati. Cosa molto utile e dilettevole*. Brescia, Giovanni Battista Bozzola [impr. Lodovico di Sabbio], 1564.

Cataneo, Girolamo, *Dell'arte militare libri cinque ne' quali si tratta il modo di fortificare, offendere, et diffendere una fortezza. Et l'Ordine como si debbano fare gli Allogiamenti Campali ; & formare le Battaglie. Et nell'ultimo, l'essamine de' Bombarderi, & di far fuochi arteficiati*. Brescia, Thomaso Bozzola, 1571, 1584 ; Brescia, P.M. Marchetti, 1584.

Cataneo, Girolamo, *Le capitaine de Jerosme Cataneo, contenant la manière de fortifier places, assaillir, & defendre. Avec l'ordre qu'on doit tenir pour asseoir un camp, & mespartir les logis d'iceluy*. *Le tout reveu, corrigé, & augmenté en plusieurs lieux par l'auteur, & depuis mis en François*. Lyon, Jean de tournes, Imprimeur du Roy, 1574. Réimpression, avec un nouveau frontispice, Lyon, Jacques Roussin, 1593.

Seconde édition : *Mis en françois et derechef reveu, corrigé & augmenté en plusieurs lieux suyvant la derniere edition de l'auteur*. s.l. [« A Cologni », lire « à Genève »], Jean de Tournes, 1600.

Cellarius, Andreas, *Architectura militaris, oder, Gründtliche Underweisung der heuttiges tages so wohl in Niederlandt als andern örttern gebräuchlichen Fortification oder Vestungsbau. Aus den besten Authoribus zusammen getragen und in ein volkommen wreck gebracht durch Andream Cellarium der mathematischen kunst Liebhabern.* Amsterdam, Jodocus Jansson, 1645.

Coehoorn, Menno van, *The new method of fortification, translated from the original Dutch of the late famous Engineer, Minno Baron of Koehoorn, General of the Artillery and Lieutenant general of the Infantry of the States of Holland ; Governour of Flanders and of the fortresses on the Scheld, &c. by Thomas Savery, Gent.* London, Daniel Midwinter, 1705.

Coehoorn, Menno van, *Nouvelle fortification tant pour un terrain bas et humide que sec et élevé, représentée en trois manières sur le contenu intérieur de l'exagone à la françoise. Om l'on fait voir quelle est la Force des Fossez secs modernes & de ceux qui sont pleins d'eau. Avec une méthode moderne de Fortifier les Places Maritimes, aussi-bien que celles qui sont situées sur le bord des Riviéres, é comment elles doivent être bâties. Comme aussi l'Attaque de chaque méthode, comparée tant en sa force particuliere qu'en sa dépense, à la Pratique de Fortifier les Places à la Françoise. Par feu Minno Baron de Coehorn, Général de l'Artillerie, Lieutenant-Général de l'Infanterie, Directeur-Général des Fortifications des Provinces-Unies, Gouverneur de la Flandre & des Forteresses sur l'Escaut, &c. Traduit du Flamend en François*. La Haye, Henri van Bulderen, 1706.

Corazzi, Ercole, *L'architettura militare di Francesco Marchi Cittadino Bolognese e Gentiluomo Romano, Difesa dalla Critica dell Sig. Allano Manesson Mallet Parigino*. Bologne, Rossi e Compagni, 1720.

Damant, Juste, *Maniere universelle de fortifier sur le modelle du triangle et quarré, contre les façons modernes d'assaillir & forcer une place investie & assiegée*. *Avec plusieurs autres choses touchant la profession des armes. Par le Sr. Damant, du conseil de guerre du Roy és Pays-bas, & Capitaine Gouverneur du Chasteau de Courtray*. Bruxelles, Jean Mommart, 1630.

Desprez de Saint-Savin, Pierre Samuel, *Nouvelle ecole militaire ou la Fortification moderne, divisée en quatre parties, ornée de cent-cinquante planches en taille-douce, dédié à Son Altesse Sérénissime, Monseigneur le Prince de Conty, par P. S. Desprez de S^{t} Savin, Ingenieur et professeur de Mathématiques*. Paris, P. G. Le Mercier, 1735.

Dilich, Johann Wilhelm, *Peribologia oder Bericht Wilhelmi Dilichii Hist.: von Vestungs gebewen. Vieler örter vermehrett wie auch mit gebürenden grundt und auffrissen versehen*

und publiciret durch Johannem Wilhelmum Dilichium Geo: undt d'Löbl: Reichs Statt Franckfurt am Mayn bestellten Ingenieurn und Baümeister. Frankfurt am Main, s.n. [Anton Humm], 1640.

Traduction latine : *Peribologia seu muniendorum seu locor[um] ratio Wilhelmi Dilichii edita sumptus et typos suppedi tante Joanne Wilhelmo Dilichio F. Architecto.* Frankfurt am Main, Anton Humm, 1641.

Dögen, Matthias, *Matthiae Dögens heutiges Tages übliche Kriges Bau-kunst mit vilen ausserlässenen, so wol alten als neuen, geschichtet bewähret und mit den vornämsten Fästungen der Christenheit lehr-bilds-weise aussgezieret*. Amsterdam, Ludwigch Elzevier, 1648.

Version française : *L'architecture militaire moderne ou Fortification. Confirmée par diverses histoires tant anciennes que nouvelles, & enrichie des figures des principales Forteresses qui sont en l'Europe*. Amsterdam, Louys Elzeviers, 1648.

Dufay (l'Abbé), *Manière de fortifier selon la méthode de Monsieur de Vauban. Avec un Traité Préliminaire des Principes de Geométrie. Par Monsieur l'Abbé Dufay*. Paris, la Veuve de J.-B. Coignard & J.-B. Coignard fils, 1681 [i.e. 1691].

Dürer, Albrecht, *Etliche Underricht zu Befestigung der Stett, Schloß und Flecken.* Nürnberg, [s.n.], 1527.

Traduction en français dans Ratheau, A., *Instruction sur la fortification des villes, bourgs et châteaux, par Albert Durer. Traduit de l'allemand et précédé d'une introduction historique & critique*. Paris, Tanera, 1870.

Durret, Natalis [Duret, Noel, *Cosmographe ordinaire du Roy*], *Traicté de la geodesie et des fortifications régulieres et irregulieres. Où est enseigné une nouvelle manière de trouver tout d'un coup la longueur (en entiers & fractions) de chaque partie des Fortifications, par une simple addition ou soustraction, comme aussi le contenu des plans ou surfaces, des pieces de terre, & de tout ce qui dépend de la Geodesie, ou arpentage, avec une grande precision*. Paris, l'auteur, 1643.

Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstree par I. Errard de Bar-le-Duc, Ingénieur du trèschrestien Roy de France et de Navarre. Dediee à sa Maiesté.* Paris, s.n. [l'auteur], 1600.

Édition allemande : *Premierement imprimee à Paris. Maintenant mise en lumiere par la Vesue, & les deux fils de Theodore de Bry*. Francfort sur le Mein, Wolfgang Richter, 1604.

Édition en allemand : *Fortificatio, Das ist : Kuenstliche und wolgegruendte Demonstration un(d) Erweisung, wie und welcher Gestalt gute Festungen anzuordnen, und wider den Feind, so sie mit Heers kraft nach allem Vortheil möchte angreiffen, zu verwahren und zu versichern, Auff allerley Orter und Gelegenheit, wie die mögen zu befestigen vorfalle, gerichtet. Durch I. Erard de Bar-le Duc, Kön. May in franckreich Ingeniern, welcher alles, wie er es in den langwehrenden Kriegen selbst erfahren, in französicher Sprach beschrieben*. Frankfurt am Main, W. Richter, 1604.

Errard, Jean, *La fortification demonstree et reduicte en art par J. Errard de Bar-le-Duc, Ingénieur du Treschrestien Roy de France et de Navarre. Edition seconde, reveue et augmentee*. Paris, à la Rose blanche, 1604.

Édition allemande : *Edition seconde, augmentee de plusieurs desseins, declarez par belles figures entaillees en cuyvre*. Francfort sur le Mein, Paul Jacobi (impr.), aux frais de Jean Theodore de Bry, 1617.

Errard, Jean & Errard, Alexis, *La fortification demonstree et reduicte en art par feu I. Errard de Bar-le-Duc, Ingenieur du Treschrestien Roy de France et de Nauarre reveue corrigee & augmentee par A. Errard, son nepveu, aussi Ingenieur ordinaire du Roy suivant les memoires de l'Autheur. Contre les grandes Erreurs de l'Impreßion contrefaicte en Allemaigne Dédiée à sa Majesté*. Paris, s.n. [Pierre Delon imprimeur], 1620.

Édition allemande en français : s.l. [Oppenheim ?], s.n. [Galler ?], s. d. [1619/1622].

Édition en allemand : *Fortificatio, das ist künstliche und wolgegründte Demonstration und Erweisung etc. Zum andern mal nach dem Frantzösischen ubersehen, verbessert vermehrt, und vorlegt*. Oppenheim, Jean-Theodore de Bry [Galler impr.], 1620.

[Errard, Andreas], *Kurze Anweisung zur allgemeinen Kurtze Anweisung zur Allgemeinen Fortification. Wie nemlich dieselbe auff einen sehr furtzen, geschwinden und gantz leichten Weg, ohne einiges calculiren ins gemein, so wol in Irregular- als Regular-Figuren, zu practiciren, zusamt denen dazu bedürfftigen, nothwendigen Principiis Geometriae. Erster [Ander, Dritter] Theil, Allen Chevallieren, Officiren, und andern Liebhabern der Fortification, so deß Rechnens unerfahren, zu Dienst beschrieben. Par Feu Andreas Errard, De Bar-Le-Duc, Ingenieur Ordinaire du Roy.* [3 volumes]. Mümpelgart, Gedr. bey Joann Christoph Wiedenmann, 1675.

Fabre, Jean, *Les Practiques du Sieur Fabre, sur l'ordre et regle de fortifier, garder, attaquer, et deffendre les places. Avec un facile moyen pour lever toutes sortes de Plans, tant des Places & des Bastimens, que de la Campagne pour les Cartes*. Paris, Samuel Thiboust, 1629.

Famuel, Claude, *L'Art héroïque ou l'Architecture militaire, divisé en deux traitez. Le premier apprend à bien fortifier les Places tant regulieres qu'irregulieres : l'autre parle de la maniere de les attaquer. Ces deux traitez sont expliqués par le Sieur Famuel, Chanoine de l'Eglise Cathedralle de Toul, & Professeur és Mathematiques dans l'Ecolle Royalle des Cadets Gentilshommes que sa Majesté a établie dans sa Citadelle de Metz*. Metz, Pierre Collignon, 1584; François Bouchard, 1685.

Flamand, Claude, *La Guide des fortifications et conduitte militaire, ou sont contenus sept livres de Mathematicque, & Geometrie contenant ce qu'est le plus necessaire, pour l'utilité de la vie humaine. Au Roy Tres-Chrestien de France & de Navarre. Par Claude Flamand, Ingenieux du Duc de Wirtemberg*. Montbéliard, Jacques Foillet, 1597.

2e éd. : *La Guide des fortifications et conduitte millitaire, pour bien se fortifier & deffendre de M. Claude Flamand, Ingenieur du Duc de Wirtemberg. Reveue & augmentée pour la seconde edition de plusieurs figures*. Montbeliard, Jacques Foillet, 1611 [vignette au frontiscipe + préface].

Traduction allemande : *Gründlicher Underricht von Auffrichtung unnd Erbawung der Vestungen, sampt darzu geseßter notwendiger Anleitung, wie man sich nicht allein an allen und jeden Orten wol bevestigen : zondern zu mal auch mannlich weeren, beschueßen und deffendieren soll. Erstlich durche den kunstreichen unnd kriegsehrfarenen Mann Claude Flamand, Fürstl. Würtemb. Ingenieurn und Bawmeistern zu Mümpelgardt, merhertheils auß engener Erfahrung in frantzözicher Sprach beschrieben unnd in Druck verfertiget, auch seithero zum andern mahl widerumb ubersehen, gebessert unnd gemehret. Durch Hannß Konrad Wielanden den Jünger von Basel*. Montbéliard, Jacques Foillet, 1612.

Fournier, Georges (S.J.), *Traité des fortifications, ou architecture militaire, tirée des places les plus estimées de ce temps pour leurs fortifications. Divisé en deux parties. La premiere vous met en main les Plans, Coupes, & Elevations de quantité de Places fort estimées, &*

tenües pour tres-bien fortifiées : La seconde vous fournit des pratiques faciles pour en faire de semblables. Paris, Jean Henault, 1648.

2e éd. : Paris, Jean Henault, 1654. & Amsterdam, Jean Jansson a Waesberge et la vesve du feu Elisée Weyerstraet, 1668.

3e éd. : Paris, Jean Henault, 1661.

4e éd. : Paris, Jean Henault, 1668.

Autre 2e éd. : *Traité des fortifications contenant les maximes de l'architecture militaire tirées des places fortifieés les plus estimées d'aujour d'huy par George Fournier, reveu et corrigé par Adolff Guillaume Oulich*. Leipzig, Reinhard Waechtler, 1688.

Traduction en latin : *Architectura militaris in duas partes divisa. Prima. Planities, incisiones, & elevationes locorum magè illustrium, & affabrè fortificatorum exhibet. Altera practicas faciles ad similes conficiendas demonstrat. Authore A.R.P. Georgio Fournier. S.J*. Mayence, Louis Bourgeat, 1670.

Traductions en allemand :

1° *Handbuch der itzt üblichen Kriegs-baukunst, Aus den gestalten der besten... Festungen gezogen... In Französischer Sprache beschrieben durch Georg Fournier... Und nun aus den französischen verhochdeutschet durch einen Liebhaber dieser kunst*. Amsterdam, Johannes Janssonius von Waesberge, und der Witwen von Eliseus Weyerstraet, 1667.

2° *Hand-Büchlein der jetzt-üblichen Kriegs-Bau-Kunst... Erstlich in Franckreich aussgangen, und in Frantzösischer Sprach geschrieben durch... Georgium Fornier... Jetzt... in... deutsche Sprach... übersetzt*. Mainz, Louis Bourgart, 1671.

Traduction en hollandais : *Tractait van Fortificatie, of Vesting Bou, Genomen van de beroemste Steden en Verckten onses tydts*. Amsterdam, s.l. n. d.

Traduction en portugais : *Architectvra militar ò Fortificacion moderna… Compuesta, traduzida, y aumentada por el Capitan Manuel Frz de Villa Real*. Paris, Juan Henault, 1699.

Fritach (Freytag), Adam, *Architectura militaris nova et aucta, oder Newe vermehrte Fortification von Regular Vestungen, von Irregular Vestungen, und Aussen Wercken, von Praxi offensivâ und defensivâ : auff die nervelte Niederländische praxin gerichtet und beschrieben. Durch Adamum Freitag der Mathematum Lievbhabern.* Leyde, Bonaventure et Abraham Elzeviers, 1631, 1635, 1642. Amsterdam, Daniel Elzevier, 1665.

Édition en français : *L'architecture militaire ou la fortification nouvelle, Augmentée et enrichie de forteresses regulieres, irregulieres, et de dehors ; le tout a la practique moderne*. Leyde, les Elzeviers, 1635 ; Paris, Toussaint Quinet, [1639-] 1640 ; Guillaume de Luynes, 1668.

Gautier, Henri, *Traitté des fortifications, contenant La demonstration, & l'Examen de tout ce qui regarde l'Art de Fortifier les Places tant regulieres, qu'irregulieres, suivant ce qui se pratique aujourd'huy. Le tout d'une manière abbregée, & fort aisée pour l'instruction de la Jeunesse*. Lyon, Thomas Maury, 1685.

Goldmann, Nikolaus, *Elementorum architecturæ militaris Libri IV. Quorum 1. De Delineationibus. 2. De orthographia & Ichnographia. 3. De stereometria & Sciagraphia. 4. De Mechanico modo, & de Offensione. ex conatu Nicolai Goldmanni Vratislaviensis Silesii*. Leyde, Elseviers, 1643.

Goldmann, Nikolaus, *La nouvelle fortification de Nicolas Goldman*. Leyde, Elseviers, 1645.

González de Medina Barba, Diego, *Examen de fortificacion, hecho por Don Diego Gonçalez de Medina Barba, natural de Burgos. Dirigido al Rey nuestro Señor Don Felipe III*. Madrid, Varez de Castro, 1599.

Henrion, Didier, *Briefve instruction pour construire les fortifications pratiquees aux Pays Bas, par D. Henrion, Professeur és Mathématiques.* Paris, s.n. [Michel Daniel ?], 1621.

Hexham, Henry, *The Art of Fortification, or Architecture militaire, as well Offensive as defensive, compiled & set forth by Samuel Marolois. Reviewed, Augmented and Corrected by Albert Girard, Mathematician& translated out of French into English*. Amsterdam, John Johnson [Joann Jansson], 1638.

Hondius, Hendrik, *Description & breve declaration des Regles Generales de la Fortification, de l'artillerie, des Amunitions, & vivres, des Officers, & de leurs commissions. Des retranchemens de camp, des Approches, avec la manière de se deffendre & des feux artificiels. Par Henry Hondius. Le tout traduit du Flamend en langue Françoise par A.G.S. [Albert Girard]*. La Haye, Hendrik Hondius, 1625.

Hume, James, *Les fortifications francoises, d'une methode si facile, qu'on les pourra apprendre sans maistre. Avec un petit discours à la fin pour trouver les Longitudes, ensemble des nouvelles Hypotheses de la Lune sans Epicycle, & en ovale. Dediées a Monsieur Bautru, Conseiller du Roy en son Conseil d'Estat, & conducteur des Ambassadeurs ordinaires & extraordinaires. Avec un moyen de faire des Tables du vray mouvement des Planetes sans aucunes Hypotheses, lesquelles sont toutes nouvelles inventions de l'Autheur*. Paris, l'Autheur, 1634.

Ive, Paul, *The practise of fortification, wherin is shewed the manner of fortifying in all sorts of scituations, with the consideration to be used in delining, and making of royal Frontiers, Skonces, and renforcing of ould walled townes. Compiled in a most easie, and compendious method by Paule Ive, Gent.* London, Thomas man & Toby Cooke [Thomas Orwin, impr.], 1589.

La Fontaine (le S^{r} de), *Les Fortifications royales, ou Architecture militaire, par une nouvelle pratique ; Avec celles de tous les plus excellens Autheurs, qui ont escrit de cette Matiere depuis Henry le Grand, jusqu'à present. Ensemble un traité de l'Artillerie & usage du Canon. Par le Sr de La Fontaine, Ingenieur ord. du Roy*. Paris, Estienne Loyson, 1666.

La Fontaine (le S^{r} de), *Nouveau Traité de la Fortification, par une pratique cavaliere, & si facile qu'on peut l'apprendre en peu de temps, sans l'aide des Nombres ny des Instrumens Geometriques ; mais seulement par l'aide du Cordeau & du Piquet on fera toute sorte de Plans sur la Carte et sur le Terrain. Par le Sr de La Fontaine, Ingenieur ord. du Roy*. Paris, Estienne Loyson, 1667.

Lanteri, Giacomo, *Duo libri di M. Gioacomo Lanteri di Paratico da Brescia del modo di fare le fortification di terra intorno alle Città & alle Castella per fortificarle*. Venise, Bolognino Zaltieri, 1559.

[La Treille, François de], *Discours des villes, chasteaux et forteresses, batues, assaillies & prises, par la force de l'Artillerie durant les regnes des Très-chretiens Roys Henry second & Charles ix, estant grand maistre et capitaine général d'icelle le Seigneur Destrées, Chevalier de l'ordre de leur Majesté*. Paris, G. Buon, 1568 [première édition, 1563].

La Treille, François de, *La Manière de fortifier villes, chasteaux, et faire autres lieux forts, mis en Françoys, par le Seigneur de Beroil Francoys de la Treille, Commissaire en l'Artillerie. A Monseigneur d'Estree, Chevalier de l'Ordre du Roy, Capitaine general & grand maistre de l'artillerie de France*. Lyon, Guillaume Rouille, 1556.

Lorini, Buonaiuto, *Delle fortificationi di Buonaiuto Lorini, nobile fiorentino Libri Cinque. Ne' quali si mostra con le piu facili regole la Scienza con la Pratica, di Fortificare le Città & altri luoghi sopra diverse siti. Con tutti gli avvertimenti, che per intelligenza di tal materia possono occorrere. Et il particular soggetto di ciascun Libro si dimostra nel roverscio di questa Carta. Nuovamente dati in luce.* Venise, Giovanni Antonio Rampazetto, 1596 ; 1597.

Deuxième édition : *Nuovamente ristampate, corrette & ampliate di tutto quello che mancava per la lor compita perfettione, con l'aggiunta del sesto libro. Dove si mostra, con la Scienzia, é con la Pratica, l'ordine di Fortificare le Città, & altri luoghi, con tutti gli avvertimenti, che più poßono apportar beneficio, per la sicurtà delle Fortezze.* Venise, Francesco Rampazetto, 1609.

Lorini, Buonaiuto, Wormbster, David (trad.), *Fünff Bücher von Vestung Bauwen Bonaiuti Lorini Florentinische vom Adel. In welchen durch die allerleichtesten Reguln, die Wissenschafft sampt der Practick gelehret wirdt, wie man Staedte und andere oerter uff underschiedlicher Situs gelegenheit sol befestigen*. Frankfurt am Main, Theodorus de Bry [Matthias Becker, impr.], 1607 ; Frankfurt am Main, Joann Theodorus de Bry [Erasmus Kämpffer, impr.], 1621.

Lorini, Buonaiuto, *Das sechste Buch von der Fortification Bonajuti Lorini Florentinischen Edelmans, in welchem von Defension der Vestungen, Gebrauch dess Geschützes, sampt der Practic und Erfahrung, welche die Canonirer haben sollen gehändelt wirt.* Oppenheim, Johann-Theodor. De Bry [Hieronymus Galler, impr.], 1616.

Maggi, Girolamo & Castriotto, Giacomo, *Della fortificatione delle citta di M. Girolamo Maggi, e del Capitan Iacomo Castriotto, Ingegniero del Christianiß. Re di Francia. Libri III. Ne' quali, oltra le molte inventioni di questi Autori, si contiene tutto quello di più importanza, che fino ad hora è stato scritto di questa materia; con inifinite cose, che da molti Signori, Capitani, & Ingegnieri dell'età nostra si sono havute*. Venise, Rutilio Borgominiero, 1564 ; Venise, Camillo Borgominiero, 1583, 1584.

Malgrape, R., *Traité de fortifications divisé en quatre parties. Qui contiennent tout ce qu'on peut desirer en cette Science. Par le Sieur R. Malgrape, Professeur Royal des Mathematiques, pour la Compagnie de M^rs^. les Cadets-Gentilhommes de la Garnison de Sarre-Loüis, commandée par Monsieur de Morton*. Luxembourg, André Chevallier, 1688.

Manesson Mallet, Allain, *Les Travaux de Mars ou la Fortification nouvelle, tant reguliere qu'irreguliere, divisée en trois parties*. Paris, l'auteur, Jean Henault & Claude Barbin, 1671.

Édition hollandaise en français : « Jouxte la copie imprimée à Paris ». Amsterdam, Joann Jansson van Waesberge & Jacob van Meurs, 1672.

Édition en hollandais : *Den Arbeid van Mars of Nieuwe Vesting-Bouw, soo wel Geregelde als Ongeregelde. In drie stukken verdeelt*. Amsterdam, Joann Jansson van Waesberge & Jacob van Meurs, 1672.

Édition en allemand : *Kriegsarbeit oder Neuer Festungsbau, so wohl der Lehrsatzmäßige, als Unlehrsatzmäßige in drei Teilen abgehandelt*. Amsterdam [Avec privilège impérial], Jacob van Meurs, 1672.

Manesson Mallet, Allain, *Les Travaux de Mars ou l'Art de la Guerre, divisé en trois parties. Ouvrage enrichi de plus de quatre cens Planches gravées en Taille-douce.* Paris, Denys Thierry, 1685 [Tome premier], 1684 [Tomes second et troisième].

Manesson Mallet, Allain, *Les Travaux de Mars ou l'Art de la Guerre, divisez en trois parties. Dernière Edition, reveûë & corrigée d'un grand nombre de fautes qui étoient restées dans toutes les precedentes*. La Haye, Henri van Bulderen. 1696.

Marchi, Francesco de, *Della Architettura militare del Capitanio Francesco de Marchi Bolognese Gentil'huomo romano Libri tre. Nelli quali si descrivono li veri modi del fortificare, che si usa a' tempi moderni. Con un breve, et utile trattato, Nel quale si dimostrano li modi del fabricar l'Artigliaria, & la prattica di adoperarla, da quelli che hanno carico di essa. Opera novamente data in luce.* Brescia, Gasparo d'all'Oglio [impr. Comino Presegni], 1599.

Marolois, Samuel, *Fortification ou architecture militaire tant offensive que deffensive, suputee & dessignee par Samuel Marolois*. La haye, Hendrik Hondius, 1615 ; Amsterdam, Joann Jansson, 1625.

Deuxième édition, *Reveuë, Augmentée et Corrigée par Albert Girard, Mathématicien*. Amsterdam, Jan Janszen [Joann Jansson], 1627, 1648.

Deuxième édition, *corrigée & augmentée par François van Schoten* [Frans van Schooten], *Mathematicien & Professeur és Fortifications & sciences qui en despendent, en l'Université de Leyde*. Amsterdam, Guillaume Jansson Caesius, 1628.

Édition latine : *Samuelis Marolois Mathematicorum sui seculi facile principis Artis muniendi, sive fortificationis. Pars prima. Continens locorum regularium munitionem defensivam atque offensivam perfectissimam. Studio atque operâ Alberti Girardi, Mathematici Cl. Recognita & multis notis illustrata / Pars secunda. Quæ agit de munitione sive fortificatione locorum irregularium.* Amsterdam, Joann Jansson, 1633.

Meynier, Honorat de, *Les nouvelles inventions de fortifier les places. Contre la puissance d'Assaillir par Traverses, Galleries, Mines, Canons & autres machines de guerre. Presentees au Roy par Honorat de Meynier, Provençal. Le tout representé par figures gravees en taille douce par Chrispin de Pas le Jeune.* Paris, Nicolas Rousset et Julien Jacquin, 1626.

Traduction allemande : *Fortification Baw oder kurtze und gruendtliche Beschreibung der Kunst, einen Orth gegen allen gewaltsamen Angrieff der Feinde, so durch Zwerckschnitte, Gaenge, Undergrabung, Geschueß, oder andere Kriegs Instrumenta zu geschehen pflegt zu befestigen und zu verwahren. Erstlichen in frantzösicher Sprach beschrieben durch Honoratum de Meynier, Provincialem. Jetzt aber Teutscher Nation zu sonderem Nußen , und den Liebhabern dieser Kunst zu gefallen, in unsere Mutter Sprach ubersetzt, mit zu gehörigen Kupfferstücken gezieret, und an Tag gegeben*. Frankfurt am Main, Christoph Le Blon [Wolffgang Hoffman, impr.], 1642.

Milliet Dechales, Claude-François (S.J.), *L'art de fortifier, de defendre et d'attaquer les places, suivant les methodes Françoises, Hollandoises, Italiennes, & Espagnoles. Le tout enrichy de Figures en taille douce. Par le R.P. Claude François Milliet Dechales, de la Compagnie de Jesus*. Paris, Estienne Michallet, 1677.

Pagan, Blaise François, Comte de Merveilles, *Les Fortifications du Comte de Pagan*. Paris, Cardin Besongne, 1645.

2e édition : *Les Fortifications de Monsieur le Comte de Pagan. Avec Ses Theoremes sur la Fortification. Edition nouvelle*. Bruxelles, François Foppens, 1668 ; 1674.

3e édition : *Les Fortifications de Monsieur le Comte de Pagan. Avec Ses Theorêmes sur la Fortification. Troisiéme edition. Reveuë, corrigée & augmentée de nouveau*. Paris, Cardin Besongne et A. Besongne, 1669.

4e édition : *Les Fortifications du Comte de Pagan, nouvelle édition. Augmentée d'une Idee Generale de la Fortification ; où les termes de cét Art sont expliqués & rapportés à de nouvelles Figures ; avec des notes sur le texte, et des éclaircissemens qui contiennent la solution des principales difficultez qu'il y ait dans cette Science. Et la manière de fortifier de Monsieur de Vauban. Par Mr Hebert, Professeur Royal de Mathematiques*. Paris, Nicolas Langlois, 1689.

Édition en anglais : Morland, Samuel, *The Count of Pagan's method of delineating all manner of fortifications (regular and irregular) from the exterior poligone : reduced to English measure, and converted into Hercotechtonick-lines.* London, W. Nott, 1667.

Éditions en allemand : *Deß Grafen von Pagan neuer Vestungs-Bau. Auß dem Frantzösischen in das Teutsche übersetzt, mit nöthigen Anmerckungen, und vielen Kupffern vermehret*. Franckfurt am Mayn, Joh. Georg Drullmann (in Verlegung des Ubersetzers), 1684.

Festungs-Bau Des Graffen von Pagan, vorhero in Frantzösischer anietzo in Teutscher Sprache vorgestellet durch Martin Leuschnern. Frankfurt & Leipzig, Johann Friedrich, Fleischer, 1725.

Pasino, Aurélio de, *Discours sur plusieurs poincts de l'architecture de guerre, concernant les fortifications tant anciennes que modernes. Ensemble le moyen de bastir & fortifier une place de laquelle les murailles ne pourront aucunement estre endommagées de l'artillerie. Par M. Aurelio de Pasino Ferrarois, architecte de tres-illustre Seigneur, Monseigneur le Duc de Buillon.* Anvers, Christofle Plantin, 1579.

Perret, Jacques, *Des fortifications et artifices, architecture et perspective de Jaques Perret gentilhomme savoysien.* S.l. [Paris], s.n. [l'auteur ?], s. d. [1601].

Perret, Jacques, *Architectura et Perspectiva / Des fortifications et artifices de Jaques Perret gentilhomme savoysien, mis e lumiere par la Vesve & les deux fils de Theodore de Bry*. Francfort sur le Mein, De Bry, 1602.

Pinault, Matthieu (Sieur des Jaunaux), *Traité des Fortifications à l'usage de la Comagnie de Gentilshommes de garnison dans la Citadelle de Cambray*. Douai, Mairesse, 1690.

Renty, Gaston-Jean-Baptiste (marquis de, alias G.J.B.D.R.), *Traicté ou manuel de la fortification*. Paris, Gervais Alliot, 1639. Paris, Gervais Clousier, 1645.

Rivan, Antoine, *L'art de fortifier les places regulieres & irregulieres. Ensemble la manière de practiquer & tracer sur le terrain, les Forts, Forteresses & les fortifications, autour de toutes sortes de places. Oeuvre que personne n'avoit encores entrepris, maintenant inventé & dedié, a monseigneur le cardinal de Richelieu.* Paris, Pierre Gaillard, 1628.

2e édition : *L'art de fortifier les places regulieres & irregulieres. Ensemble la manière de practiquer & tracer sur le terrain, les Forts, Forteresses & les fortifications, autour de toutes sortes de places. Par A. R. Ingenieur.* Paris, Pierre Pic, 1636.

Roberval, Gilles Personne de, *Trois Tables de la Grandeur des parties d'une Fortification royale. La premiere table contient les parties de l'Orthographie ou Profil, pour toutes les places. La seconde contient la grandeur des angles des neuf premieres figures regulieres, commençant au Quarré & finissant eu Dodecagone. Et la troisiesme contient la longueur des lignes ou costez des mesmes figures.* Paris, s.n., « pour l'Autheur », 1645.

Rojas, Cristóbal de, *Teorica y practica de fortificacion, conforme las medidas y defensas destos tiempos, repartida en tres partes. Por el capitan Christoval de Rojas, ingeniero del rey nuestro señor. Dirigida al principe nuestro señor don Felipe III*. Madrid, Luis Sanchez, 1598.

Sardi, Pietro, *Corona imperiale dell'Architettura militare di Pietro Sardi Romano. Divisa in due trattati. Il primo contiene la Teorica. Il secondo contene la Pratica. Il Primo Trattato si divide in sette libri. Il Primo libro tratta de fini. Il Secondo dei siti. Il Terzo delle offese. Il Quarto delle Forme. Il Quinto delle Materie. Il Sesto del modo di presidiare, monitionare, e vettovagliare il sito fortificato. Il Settimo del modo di difendere la Fortezza. Il Secondo Trattato della Pratica dimostra in figura il modo di formare con somma facilitá ogni genere di Fortezze, loro Perfettioni, et imperfettioni. Dedicata Agli Ill.mi SS.ri P[atro]ni suoi oss.mi Bartolomeo Lomellino del S.r Agostino. Giovan[ni] Domenico Pallavicino del S.r Tommaso. Giacomo Cattaneo del quondam S.r Filippo. Giorgio Doria del quondam S.r Ambrogio*. Venise, l'auteur [Barezzo Barezzi, impr.], 1618.

Traduction allemande par Jakob de Zetter : *Corona imperialis architecturae militaris, das ist, Gründlicher Bericht von der Fortification unnd Befestigung allerhandt Oerter wie die mögen vorfallen, wider allen Anlauff, so beydes zur Offension und zur Defension von nöhten. Erstlich in Italianischer Sprach gestellt, und mit shönen Kupfferstücken geziert und erkläret*. Franckfurt am Main, Hartmannus Palthenius, 1623.

Traduction française, par le même : *Couronne Imperiale de l'architecture militaire : c'est à dire vraye et artificieuse introduction a la fortification pour tous lieux & contre tous les efforts de l'assaillant, tant pour l'offensive, que pour la defensive. Sur la fin sont adjouttez quelques principes de la géométrie pris des escripts d'Euclyde servans à l'architecture militaire. Mise en lumiere & declaire avec figures par P. Sardi, Romain, traduit en langue françoise*. Francfort, H. Paltheni, 1623.

Sardi, Pietro, *Corno dogale della Architettura militare di Pietro Sardi Romano, dedicato et consecrato al Serenissimo Principe di Venetia*. Venise, Giunta, 1639.

Scala, Giovanni, *Delle fortificationi di Giovañi Sala Mathematico. Libro primo. Al Christianissimo Re di Francia e di Navarra Henrico IIII*. Rome, s.n., 1596.

2e édition (dédiée à Taddeo Barberini, frère du Cardinal), Rome, Giuseppe de Rossi, 1627 ; Rome, Calisto Ferrante, 1642.

Schille, Jan van, *Form und Weis zu bauwen, Zimmern machen und auff zu richten, mit Blochheusern, Graben und Wallen und auch sonsten zu stercken allerley wehrliche Vestung, Schlosser, Burgen und Stedt… / Maniere de bien bastir, edifier, fortifier & munir Chasteaux, forteresses, villes & autres places. Pour defendre & offendre, empescher & enfermer contre tous invasions& expeditions militaires. En differens & diverses manieres selon la forme & usance de nostre temps, de quelque matiere qu'on veut. Soit de Terre, Bois, Brique, Pierres taillez ou de Rochers naifves tout selon la situation & assiette des Provinces. A l'instruction & utilité des amateurs d'Architecture*. Anvers, Gerard de Jode, 1580.

Specklin (ou Speckle), Daniel, *Architectura von Vestungen. Wie die zu unsern zeiten mögen erbawen werden, an Stätten Schlössern, un[nd] Clussen, zu Wasser, Land Berg, und Thal, mit iren Bollwercken, Cavaliren, Streichen, Gräben und Leufen sampt deren ganßen anhang, und nußbarkeit, auch wie die Gegenwehr zu gebrauchen, was für Geschüß dahin gehörig, unnd wie es geordnet , unnd gebraucht werden soll, alles aus grund und deren Fundamenten*. Strasbourg, Bernhart Jobin, 1589 ; Strasbourg, Lazare Zetzner, 1599, 1608.

Stevin, Simon, *Nouvelle maniere de fortification par ecluses.* Leyde, Matthieu & Bonaventure Elzevier, 1618 & Rotterdam, Jean Waesbergue, 1618.

Stevin, Simon, *De Sterctenbouwing, beschreven door Simon Stevin van Brugghe*. Leyden, Francoys van Ravelenghien, 1594.

Édition en allemand : *Festung-Bawung, Das ist, Kurtze und eygentliche Beschreibung, wie man Festungen bawen, unnd sich wider allen gewaltsamen Anlauff der Feinde zu Kriegszeiten auffhalten, sichern vnd verwahren möge : Auff jetziger Zeit Zustand und Gelegenheit gerichtet, und auß Niderländischer Verzeichnuß Simonis Stevini Brugensis, Unsern geliebten Vatterland Teutscher Nation zu besondern Nutzen in hochteutscher Sprach beschrieben, durch M. Gothardum Arthus von Dantzig*. Frankfurt am Main, Wolfgang Richter, pour la veuve de Levinus Hulsius, 1608 ; 1623 [impr : Hartman Palthenius]

Édition en français : voir *Œuvres mathématiques* de Simon Stevin, Leyde, 1634.

Tartaglia, Niccolo, *[Il primo [-ottavo] libro delli] Quesiti et inuentioni diuerse / Libro sexto sopra il modo di fortificar le citta rispetto alla forma*. Venise, Venturino Ruffinell, 1546.

2e éd., *Di novo restampati con una gionta al sesto libro, nella quale si mostra duoi modi di redur un Città inespugnabile*. Venise, l'auteur & Nicolo de Bascarini, 1554 ; Venise, Curzio Trojano dei Navo, 1562.

Traduction en français (anonyme), *Livre VI. des demandes et inventions diverses de Nicolas Tartalea Bressan, sur la maniere de fortifier les Cités, eu esgart à la forme et de quelle largeur, espesseur & haulteur doivent estre les Boullevarts, Platesformes & Cavalieres.* Reims, imprimerie de Bacquenois, 1556.

Tensini, Francesco, *La fortificatione guardia difesa et espugnatione delle fortezze esperimentata in diverse guerre del Cavaliero Franco Tensini da Crema gia Ingegnero, Capitano, et Logotenente generale dell'artigleria del Duca di Baviera, del Re di Spagna, e dell'Imperator Rodolpho secondo. Et hora personnagio condotto della Ser. Signoria di Venetia. Al Ser.mo Pren.pe Et Eccle.mo Senato veneto.* Venise, Evangelista Deuchino [colophon], 1624.

Theti, Carlo, *Discorsi di fortificationi, del Sig. Carlo Theti, Napolitano. Al Serenissimo et Potentissimo Imperatore Massimiliano secondo d'Austria suo Signore. Con Privilegio.* Roma, Giulio Accolto, 1569.

Devient : *Discorsi delle fortificationi, Del Sig. Carlo Tetti. Ove difusamente si dimostra quali debbano essere i siti delle fortezze, le forme, i recinti, fossi, baloardi, castelli, et altre cose à loro appartenenti, con le figure di esse. Hora di nuovo da lui medesimo ricorretti, & ampliati del secondo libro. Con gli Elenchi di tutti i Capitoli, & Tavola di tutte le materia, que in essi si trattano. Con privilegio*. Venise, Bolognino Zalterio, 1575.

Puis : *Discorsi delle fortificationi, espugnationi, & diffese delle Città & d'altri Luoghi di Carlo Theti. Divisi in Libro Otto. Oue diffusamente si dimostra, quali debbano essere i siti delle fortezze, le forme, i recinti, fossi, baloardi, castelli, et altre cose à loro appartenenti, con le figure di esse. Hora di nuovo da lui medesimo ricorretti, & ampliati. Con gli Elenchi di tutti i Capitoli, & Tavola di tutte le materie, que in essi si trattano*. *Con privilegio*. Venise, Francesco de Franceschi Senese, 1589. [Les livres III à VIII ont paru à part sous le titre : *Discorsi delle fortificationi di Carlo Tethi (sic). Divisi in libri quattro* (i.e. sei). *Al Serenissimo Ferdinando Medici Cardinale, Gran Duca di Toscana. Con privilegio*. Venise, Niccolo Moretti, 1588.]

Traduction en français [sur l'édition de 1575] : *Discours sur le faict des fortifications du seigneur Charles Tetti : ausquels est amplement declaré quelle doit estre l'assiette d'une forteresse, la forme, l'enceinte, les fossés, boulevarts, citadalles [sic], & autres choses concernants ledict faict. Avec les figures de chacune d'icelles nouvellement mis en François, reveu, corrigé & augmenté.* Lyon, Barthelemy Vincent, 1589.

Della Valle, Battista, *Vallo. Livre contenant les appertenances aux Capitaines, pour retenir, & fortifier une Cite avec Bastillons, avec nouveaulx artefices de feu adjoustez, comme en la table app[er]t, et pour faire de diverses sortes de Pouldre, et de expugner une Cite avec pontz, eschieles, tournetz, trupes, trenchieres, arteilleries, caves, pour donner adviseme[n]t sans messagier a lamy, pour faire ordon[n]a[n]ces, battaillo[n]s et po[n]tz, de deffier, avec leurs pai[n]ctures, oeuvre moult utile avec l'expérience de lart Militaire*. Lyon, Jacques Moderne de Pinguento, 1529.

Vauban, Sébastien Le Prestre de, *De l'Attaque et de la défense des places : par M^r^. de Vauban, Maréchal de France & Directeur Général des Fortifications du Royaume*. La Haye, Pierre de Hondt, 1737.

Villa-Real, Manuel Fernández de, *Architetura militar ó Fortificacion moderna. Al Ilustrissimo Señor Dom Francisco de Gama, Sexto Conde de la Vidiguera, etc. Compuesta, traduzida, y aumentada por el Capitan Manuel Frz de Villa Real, Cavallero Fidalgo del Rey de Portugal nuestro Señor, etc*. Paris, Juan Henault, 1649.

Ville, Antoine de, *Les Fortifications du Chevalier Antoine de Ville, contenans la manière de fortifier toute sorte de places, tant regulierement, qu'irregulierement en quelle assiete qu'elles soient ; comme aussi les Ponts, passages, entrées de rivieres, Ports de mer : La construction de toutes sortes de Forts & Citadelles ; le moyen facile de tracer sur le terrain. Le tout à la moderne, comme il se practique dans les meilleures Places de l'Europe, demonstré & calculé par les Sinus & Logarithmes. Avec l'ataque, et les moyens de prendre les places par intelligence, sedition, surprise, stratageme, escalade : Les effects de diverses sortes de Petards, pour faire sauter les portes, murailles & bastimens : Plusieurs Instrumens pour rompre les chaines & paux : L'ordre des longs Sieges, la construction des Forts, & redoutes, les Retranchemens des Quartiers. Des tranchées, Bateries, Mantelets, Mines, et plusieurs inventions nouvelle non jamais escrites. Plus la defense, & l'instruction generale pour s'empescher des surprises : les remedes contre la trahison, sedition, revolte : Pour se garantir des escalades : Diverses inventions nouvelles contre le Petard : La defense contre les longs Sieges, & contre les Sieges par force : L'ordre contre les aproches : Des Sorties, Contre-mines, Retranchemens, Capitulation, & Reddition des Places. Le tout représenté en cinquante-cinq Planches, avec leurs Plantes, Prospectives, & Païsages. Le Discours est preuvé par Demonstrations, experiences, raisons communes, et physiques, avec les rapports des Histoires anciennes et modernes*. Lyon, Irenée Barlet, 1628 ; seconde émission : « se vend à Paris : chez Toussainct Quinet », 1636 ; Lyon, Philippe Borde, 1640 [omission du mot « mantelet » dans le titre] ; Paris, Compagine des Libraires du Palais, 1666 ; Amsterdam, s.n., 1672 ; Amsterdam, Abraham Wolfgang, Henri et Theodore Boom, 1675.

Ward, Robert, *Animadversions of warre; or a militarie magazine of the truest rules , and ablest instructions for the managing of warre composed of the most refined discipline, and choice experiments that these late Netherlandish, and Swedish warres have produced. With divers new inventions, both of fortifications and strategems. As also Sundry Collections taken out of the most approved Authors , ancient, modern, either in Greek, Latin, Italian, or French, Spanish, Dutch, or English. In two books. By Robert Ward, Gentleman and Commander*. London, Francis Eglesfield [John Dawson, impr.], 1639.

Withehorne, Peter, *Certain waies for the orderyng of Souldiers in battelray, & setting of battayles after divers fashions, with their maner of marching. And also Fygures of certaine new plates for Fortificacion of Townes. And moreover how to make Saltpeter, Gunpoulder and divers sortes of Fireworks or wilde Fyre with other thynges appertaining to the warres. Gathered and set foorth by Peter Whitehorne*. London, Nicolas Englande [printed by Jhon (sic) Kingston], 1562 [colophon].

Zanchi, Giovanni Battista de', *Del modo di fortificar le città. Trattato di M. Giovambattista de' Zanchi da Pesaro. Al Serenissimo et invitissimo Re Massimiliano d'Austria, Re di Boemia.* Venise, Plinio Pietrasanta, 1554.

2e éd. Venise, Pietrasanta 1556, puis *"Con gratia, et privilegio dell'illustriss. Senato veneto*", Venise, Domenico & Cornelio de' Nicolini, 1560.

4° *Ouvrages imprimés (géométrie théorique ou pratique, art militaire, autres sujets)*

Abraham dit Launay, Jean, *Arithmetique et arpentage universel, geometrie inaccessible, toise des Bastimens, la Fabrique & usage des quadrans Solaires & autre Geometrie par la Regle & compas*. Lyon, Pierre Rigaud, 1616.

Alava y Viamont, Diego de, *El perfeto Capitan, instruido en la diciplina Militar, y nueva ciencia de la Artilleria, por Don Diego de Alaba y Viamont. Dirigido al Rey Don Felipe nuestro señor, segundo deste nombre*. Madrid, Pedro Madrigal, 1590.

Alberti, Leon Battista, *L'architecture et art de bien bastir du Seigneur Leon Baptiste Albert, Gentilhomme Florentin, divisé en dix livres. Traduicts de Latin en François par deffunct Ian Martin, Parisien, nagueres Secretaire du Reverendissime Cardinal de Lenoncourt*. Paris, Jacques Kerver, 1553.

Alleaume (Aleaume), Jacques, *Ja. Alealmi Aurelii Confutatio problematis ab Henrico Monantholio Mathematicarum Artium Professore Regio propositi. Quo conatus est demonstrare Octavam partem diametri circulis æqualem esse lateri polygoni æquilateri & æquianguli eidem circulo inscripti, cujus perimeter ad diametrum rationem habet triplam sesquioctavam. Ad amplißime Senatus augustißimum Principem D. Achillem Harlæum.* Paris, David Le Clerc, 1600.

Androuet du Cerceau, Jacques, *Livre d'Architecture de Jacques Androuet du Cerceau, contenant les plans & dessaings de cinquante bastimens tous differens : pour instruire ceux qui desirent bastir, soient de petit, moyen, ou grand estat. Avec declaration des membres & commoditez & nombre des toises, que contient chacun bastiment, dont l'elevation des faces est figurée sur chacun plan. Plus, breve declaration de la manière & forme de toiser la maçonnerie de chacun logis, selon la toise contenant six piedz : Suyvant laquelle, on peut toiser tous edifices, & par là congnoistre la despenses qu'il convient faire. Pareillement à l'imitation desdicts plans & dessaings, non seulement les maçons, charpentiers & autres ouvriers, mais aussi ceux, qui se delectent à la pourtraicture, peuvent prendre instruction, à bien dessaigner & accomoder logis & bastimens. Chose, qui apporte grand plaisir & proffit*. Paris, Benoît Prevost, 1559 [colophon].

Deuxième édition : Paris, Jean Berjon, 1611.

Ango, Pierre, *L'Optique divisée en trois livres, où l'on démontre d'une maniere aisée tout ce qui regarde 1° la Propagation & les proprietez de la Lumiere. 2° La Vision. 3° La figure*

& la disposition des Verres qui servent à la perfectionner. Par le P. Pierre Ango, de la Compagnie de Jesus. Paris, Estienne Michallet, 1682.

Anonyme, *Continuation des sièges d'Ostende et de l'Escluse, avec le portraict des nouveaux retranchemens d'Ostende*. Paris, s.n., 1603.

Anonyme, *Histoire remarquable et véritable de ce qui s'est passé par chacun jour au siège de la ville d'Ostende, de part et d'autre jusques à présent. Contenant les assaults, allarmes, deffenses, inventions de guerre, mines, contremines & retranchement, combats des Galleres & rencontres Navalles, avec le portrait de la ville. Et ce qui s'est passé en l'isle de Cadsandt & au siege de l'Ecluse à l'arrivee du Comte Maurice.* Paris, Jérémie Perier ; Adrian Beys ; Olivier de Varennes ; 1604.

Anonyme, *Exacte description de la ville d'Ostende, par la delineation vraye de ses Forts, Esperons, Ravelins, Havres, Tranchées, Boulevars, Contrescarpes et autres circonstances du siége d'icelle, commencé par l'archiduc d'Austriche le 5 julliet 1601. Avec une remarque sommaire des endroits où se sont faictes & passées les choses plus memorables & signalees durant iceluy jusques à present au mois de septembre*. Paris, Jean le Clerc, 1604.

Anonyme, *Discours sur l'inondation arrivée aux faux-bourg S. Marcel lez Paris, par la rivière de Bievre le lendemain de la Pentecoste 1625, et moyens d'empescher à l'advenir telles inondations, et conserver la dite rivière, à cause de son incomparable propriété pour les teintures, nonobstant le detour des sources de Rungis. Plus autre advis pour l'establissement des Tueries, Tanneries & Megisseries, par le moyen du destour de ladite riviere, du dessus de la ville de Paris*. Paris, Jean Barbote, 1625.

Appier, Jean (dit Hanzelet) & Thybourel, François, *Recueil de plusieurs machines Militaires, et feux Artificiels, pour la Guerre & Recreation. Avec l'alphabet de Trittemius, par laquelle chacun qui scait escrire peut promptement composer congruement en latin. Aussi le moyen d'escrire la nuict a son amy absent*. Pont-à-Mousson, Charles Marchant, 1620.

Archimède, *Opera Archimedis Syracusani Philosophie et Mathematici ingeniosissimi per Nicolaum Tartaleam Brixianum (Mathematicarum scientiarum cultorem) multis erroribus emendata, expurgata, ac in luce posita, multisque necessariis additis, quæ plurimis locis intellectu difficillissima erant, commentariolis sane luculentis & eruditissimis aperta, explicata atq[ue] illustrata existunt, Appositisq[ue] manu propria figuris quę gręco exemplari deformatę, ac deprauatę erant, ad rectissimam Symetriam omnia instaurata reducta & reformata elucent*. Venise, Venturirus Ruffinellus, 1543.

Archimède, *Αρχιμηδους του Συρακουσιου, τα μεχρι νυν σοζομενα, άπαντα. Archimedis Syracusani Philosophi ac Geometræ excellentissimi Opera, quæ quidem extant, omnia, multis iam seculis desiderata, atq[ue] à quàm paucissimis hactenus uisa, nuncq[ue] primùm & Græcè & Latinè in lucem edita. Quorum Catalogum uersa pagina reperies. Adiecta quod sunt Eutocii Ascalonitaæ in eosdem Archimedis Libros Commentaria, item Græcè & Latinè, nunquam antea excusa*. Bâle, Ioannes Hervagius, 1544.

Archimède, *Archimedis Opera non nulla a Federico Commandino Urbinate nuper in latinum conversa, et commentariis illustrata. Quorum nomina in sequenti pagina leguntur*. Venise, Paul Manuce, 1558.

Bachet, Claude-Gaspard (Sieur de Meziriac, attr.), *Recueil de diverses relations des guerres d'Italie, és années 1629, 1630, 1631*. Bourg-en-Bresse, Jean Bristot, 1632.

Bartoli, Cossimo, *Del modo di misurare le distantie, le superficie i corpi, le piante, le provincie, le prospettive & tutte le altre cose terrene, che possono occorrere a gli huomini*.

Secondo le vere regole d'Euclide, & de gli alteri piu lodati scrittori. Venise, Francesco Franceschi Sanese, 1589.

Besson, Jacques, *Le Cosmolabe ou Instrument Universel concernant toutes observations qui se peuvent faire par les Sciences Mathematiques, tant au Ciel, en la Terre, comme en la Mer. De l'invention de M. Jaques Besson Professeur esdittes Sciences en la ville d'Orleans.* Paris, De Roville, 1567.

Besson, Jacques, *L'Art et Science de trouver les eaux et fontaines cachees soubz terre, autrement que par les moyens vulgaires des Agriculteurs & Architectes, par Jaques Besson Dauphinois, Mathematicien.* Orléans, Eloy Gibier, 1569.

Besson, Jacques, *Description et usaige du* compas euclidien, *contenant la plus-part des Observations qui se font en la Geometrie, Perspective, Astronomie, & Corographie. Par Jacques Besson, Profeßeur és Sciences Mathematiques.* Paris, Galiot du Pré, 1571.

Besson, Jacques, *Instrumentorum et machinarum, quas Jacobus Bessonus Delphinas mathematicus et a machinis præter alia excogitavit multisque vigiliis & laboribus excoluit, ad rerum multarum intellectu difficillimarum explicationem, & totus Reipublicæ utilitatem. Liber Primus / Livre premier des Instruments mathematiques & mechaniques, servant à l'intelligence de plusieurs choses difficiles & necessaires à toutes Republiques. Inventées (entre autres) avec infinis labeurs, par Jaques Besson, Daulphinois, professeur & ingenieux és sciences mathematiques.* S.l.n.d. [Paris, Fleury Prevost, vers 1571 (privilège de 1569)].

Besson, Jacques, *Theatre des instrumens Mathematiques & Mechaniques de Jaques Besson Dauphinois, docte Mathematicien. Avec l'interpretation des figures d'iceluy par François Beroald*. Lyon, Barthelemy Vincent, 1578.

Version latine et version italienne, chez le même éditeur [à Genève] en 1582.

Version allemande : *Theatrum oder Schawbuch allerley Werckzeug und Rüstungen des Hochverstendigen Sinnreichen Mathematici, Iacobi Bessoni, auß dem Delphinati*. Montbéliard, Jacques Foillet, 1595.

Réédition augmentée : Genève, Jacques Chouet et Jean de Laon, 1594.

Billingsley, Henry, *The Elements of Geometrie of the most auncient Philosopher Euclide of Megara. Faithfully (now first) translated into the Englishe toung, by H. Billingsley, Citizen of London. Whereunto are annexed certaine Scholies, Annotations and Inventions of the best Mathematiciens both of time past and in this our age. With a very fruitfull preface made by M. J. Dee, specifying the chiefe Mathematicale sciẽces, what they are and whereunto commodious: where, also are disclosed certaine new Secrets Mathematicall and Mechanicall until these our daies, greatly missed.* London, John Daye, 1570.

Billon, Jeremie de (Sieur de la Prugne), *Instructions militaires, divisees en six livres : le sommaire desquels est contenu en la page suivante. Par Jeremie de Billon, Escuyer, S^{r} de la Prugne, Lieutenant de Monsieur de Chappes*. Lyon, Barthelemy Ancelin, 1617.

Biringuccio, Vanoccio, *La pyrotechnie ou art du feu, contenant dix livres, ausquels est amplement traicté de toutes sortes & diversoté de minieres, fusions & separation des metaux : des formes & moules pour getter artillerie, cloches & toutes autres figures : des distillations, des mines, contremines, pots, boulets, fusees, lances& autres feuz artificiels, concernans l'art militaire & autres choses dependantes du feu. Composée par le Seigneur Vanoccio Biringuccio Siennois. Et traduite d'Italien en François par feu maistre Jacques Vincent*. Paris, Claude Fremy, 1572.

Blondel, François, *L'Art de jetter les bombes. Par Monsieur Blondel, Marechal de Camp aux Armées du Roy, & cy-devant Maître de Mathematique de Monseigneur le Dauphin*. Paris, « l'Autheur » & Nicolas Langlois, 1683.

Boillot, Joseph, *Modelles artifices de feu et divers instrumens de guerre avec les moyens de s'en prevaloir. Pour assieger, battre, surprendre et deffendre toutes places. Utiles et necessaires à tous ceux qui font profession des armes. Par Joseph Boillot Langrois*. Chaumont en Bassigny, Quentin Mareschal, 1598.

Boissière, Claude de, *L'Art d'arythmetique contenant toute dimention, tres-singulier et commode, tant pour l'art militaire que autres calculations*. Paris, Annet Briere, 1554.

Seconde édition : *Reveu & augmenté par Lucas Tremblay Parisien professeur des Mathematiques.* Paris, pour Guillaume Cavellat, 1561.

Borrel, Jean (Buteon), *Ioan. Buteonis de Quadratura Circuli Libri duo, ubi multorum quadraturae confutantur, & ab omnium impugnatione defenditur Archimedes. Ejusdem, Annotationum opuscula in errores Campani, Zamberti, Orontij, Peletarij, Io. Penae, interpretum Euclidis*. Lyon, Guillaume Rouillé, 1559.

Boulenger, Jean, *La geometrie practique du Sieur Boulenger, Lecteur ordinaire du Roy ; ou Nouvelle methode de toiser et arpenter toutes sortes de grandeurs, sans qu'il soit besoin d'user de fractions ny de reductions, ny mesme d'aucune division : encore que l'on se serve de la mesure ordinaire & de ses parties ; Et par ce moyen expediant plus d'operations en une heure, que l'on avoit de coustume par cy-devant de faire en huict. Œuvre utile à tous Architectes, Ingenieurs, Maçons, Arpenteurs, Iaugeurs & autres Geometres.* Paris, l'auteur & Philebert Charpentier, 1634.

Nouvelle édition augmentée de plusieurs notes & d'un traité de l'Arithmetique par Geometrie, par Mr Ozanam, Professeur en Mathematiques. Paris, Jean Jombert, 1690. Paris, Louïs Lucas, 1691.

Boulenger, Jean, *La geometrie pratique des lignes des superficies et des corps, ou, Nouvelle methode de toiser et arpenter avec la mesure ordinaire, sans que toutesfois il soit besoin d'user de fractions ny de reductions en petites parties. Œuvre utile à tous Architectes, Ingenieurs, Maçons, Arpenteurs, & autres Geometres.* Paris, Sébastien Cramoisy, 1640.

Boulenger, Jean, *La geometrie ou mesure des lignes droittes esloignées par le quarré geometrique. Nouvellement mis en lumiere par le S^r^ Boulenger lecteur du Roy*. Paris, s.n., s. d. [Privilège de 1623] ; « Seconde édition » : Paris, Jean Moreau, 1643.

Bourdin, Pierre (S.J.), *Prima geometriæ elementa. Ad usum Academiæ Mathematicæ Collegii Claromontani Societatis Iesu, Parisiis*. Paris, Pierre Billaine, 1639.

Bourdin, Pierre, *La Geometrie. L'Abregé des premiers Elemens de Geometrie, tant speculative que pratique. La façon de descrire toutes sortes de figures. Les Instrumens de Geometrie, & leur usage. La mesure de toutes sortes de hauteurs, longueurs, & largeurs accessibles, ou non. Le toizé & l'arpentage. La façon de lever les plans. La pratique de tracer sur le terrain. Le moyen de racourcir, aggrandir, ou contrefaire toutes sortes de figures, images, plans &c.* Paris, François Pelican, 1641

Bourdin, Pierre (S.J.), *L'introduction a la mathematique : contenant les connoissances, & pratiques necessaires à ceux qui commencent d'apprendre les mathematiques. Le tout tiré des Elemens d'Euclide rengez & demontrez d'une façon plus briefve, & plus facile que l'ordinaire. Par le P. Pierre Bourdin*. Paris, François Pelican, 1643.

Bourdin, Pierre (S.J.), *Le dessein ou la perspective militaire. Piece tres-facile et tres-necessaire à tous ceux qui desirent de pratiquer l'Art de fortifier. Par feu P. Pierre Bourdin de la Compagnie de Jesus*. Paris, Guillaume Benard, 1655.

Bourdin, Pierre (S.J.), *Le cours de mathématique, contenant en cent figures une idée generalle de toutes les parties de cette science, l'usage de ses instruments, diverses manieres de prendre les distances, l'art d'arpenter, divers moyens de lever & tracer un plan, la reduction des Figures par les Triangles de raport, la Trigonometrie, les Fortifications regulieres & irregulieres, leurs dehors, profil, eslevation, & Sciagraphie. Contenant de plus un Traité de l'usage du Globe terrestre, & un autre de l'Optique Dioptrique & Catoptrique. Dédié à la Noblesse*. 3e éd. Paris, Simon Benard, 1661.

Bovelles, Charles de, *Livre singulier & utile touchant l'Art et Practique de geometrie composé nouvellement en Françoys par maistre Charles de Bouvelles, Chanoyne de Noyon*. Paris, Simon de Colines, 1542.

Devient : *Geometrie practique, composée par le noble Charles de Bovelles & nouuvellement par luy reveue, augmentée & grandement enrichie*. Paris, Regnaud Chaudière & Claude son filz, 1547. Paris, Regnaud Chaudiere, 1551.

Puis : *Geometrie practique, composée par noble philosophe Charles de Bovelles, jadis chanoine de Noyon. Avec un Traicté des mesures Geometriques, des hauteurs acceßibles ou inacceßibles, & de toutes choses pleines ou profondes, selon leur longueur, largeur, & profondité, par M. Jean Pierre de Mesme, tres-excellent Mathematicien, augmenté par iceluy de quelques annotations. Plus l'Art de mesurer toutes superficies rectilignes tiré des Elemens d'Euclide, par M. Jean des Merliers d'Amiens, Lecteur et Professeur du Roy és Mathematiques. Avec tables des chapitres contenuz ausdits livres.* Paris, Denise Cavellat, 1608.

Bullant, Jean, *Petit traicté de geometrie et d'horologiographie pratique, par Jean Bullant, architecte de haut & puissant seigneur, Monsieur le Duc de Montmorency, Pair & Connestable de France.* Paris, Guillaume Cavellat, 1564.

Réédition, augmentée de *La proprieté et usage des quadrants d'Oronce Fine et de Pierre Appian, le tout exposé facilement par Claude de Boissière Dauphinois*. Paris, Denise Cavellat, 1608.

Bullant, Jean, *Reigle generalle d'architecture, des cinq manieres de colonnes, à sçavoir, Tuscane, Dorique, Ionique, Corinthe, & Composite, à l'exe[m]ple de l'antique, suiva[n]t les reigles & doctrine de Vitruve. Au prouffit de tous ouvriers besongnans au compas & à l'esquierre. A Escouën par Jean Bullant*. Paris, Hierosme de Marnef & Guillaume Cavellat, 1564.

Callot, Jacques, *Les Miseres et les Mal-heurs de la Guerre. Representez par Jacques Callot Noble Lorrain. Et mis en lumiere par Israël* [Henriet] *son amy*. Paris, 1633.

Candale, François de Foix, Comte de, *Euclidis Megarensis Mathematici Clarissimi Elementa, Libris XV. Ad Germanam geometriae intelligentiam è diversis lapsibus temporis injuria contractis restitua, ad impletis pręter majorum spem, quæ hactenus deerant, solidorum regulatium conferentiis ac inscriptionibus. His accessit decimus sextus liber, de solidorum regularium sibi invicem inscriptorum collationibus, tum etiam cœptum opusculum de Compositis regularibus solidis planè peragendum. Authore Fransisco Flussate Candalla. Ad Carolum IX. Christianißimum Galliarum Regem.* Paris, Jean Royer & Jacques du Puys, 1566.

Deuxième édition : *Novißimè collati sunt decimusseptimus & decimusoctavus, priori editione quodammodo polliciti, de componendorum, inscribendorum, & conferendorum compositorum solidoruim inventis, ordine & numero absoluti.* Paris, Jacques du Puys [impr. Lyon, Jean de Tournes], 1578.

Caus, Salomon de, *Les raisons des forces mouvantes avec diverses machines tant utilles que plaisantes aus quelles sont adjoints plusieurs desseings de grotes & fontaines. Par Salomon de Caus, Ingenieur & architecte de son Altesse Palatine Electorale*. Francfort, Jan Norton, 1615.

Chastillon, Claude († 1616), *Topographie Francoise ou Representations de plusieurs Villes, Bourgs, Chasteaux, Plans, Forteresses, Vestiges d'Antiquité, maisons modernes et autres du royaume de France. La pluspart sur les desseings de deffunct Claude Chastillon, Ingenieur du Roy*. Paris, Louys Boissevin, 1655.

Clavius, Christoph, *Refutatio Cyclometriæ Josephi Scaligeri*. Mayence, Joannes Albinus, 1609.

Clavius, Christoph, *Euclidis Elementorum Libri XV Accessit XVI de solidorum Regularium comparatione. Omnes perspicuis demonstrationibus, accuratisq[ue] ; scholijs illustrati. Auctore Christophoro Clavio Bambergensis. Societatis Jesu.* Rome, Vincenzo Accolti, 1574, 1589. Nombreuses rééditions.

Coignet, Michel, *Cent questions ingenieuses et recreatives, pour delecter & aguiser l'entendement, de feu V. Menher Allemand. Souldées & amplifieées par les raisons Geometriques requises à icelles par Michiel Coignet*. Anvers, Jean Waesberghe, 1573.

Coignet, Michel, *Instruction nouvelle des poincts plus excellents & necessaires, touchant l'art de naviguer. Contenant plusieurs reigles, pratiques, enseignemens, & instrumens tresidoines à tous Pilotes, maistres de navire, & autres qui journellement hantent la mer. Ensemble, Un moyen facil, certain & tresseur pour naviguer Est & Oëst, lequel jusques à present a esté incognu à tous Pilotes. Nouvellement practiqué & composé en langue Thioise par Michiel Coignet, natif d'Anvers. Depuis reveu & augmenté par le mesme Autheur, en divers endroicts.* Anvers, Henry Hendrix, 1581.

Coignet, Michel, *La geometrie reduite en une facile et briefve practique, par deux excellents instruments dont l'un est le Pantometre ou compas de proportion de Michel Connette, Ingenieur du feu Serenissime Archiduc Albert, enrichy de huict divisions par dessusle commun & ordinaire : L'autre est l'usage du compas à huict poinctes inventé par Fabrice Mordente, Mathematicien de feu Alexandre Farnese, Duc de Parme & de Plaisance, &c. Et composé en Italien par Michelle Connette. Œuvre tres-utile pour tous curieux des Mathematiques qui desirent estre soulagez de la longue & penible description des figures Geometriques. Traduits en françois par P.G.S. Mathematicien*. Paris, Charles Hulpeau, 1626.

Collado, Luis, *Platica manual de artilleria, en la qual se tracta de la excelencia de el arte militar y origen de ella, y de las maquinas con que los antiguos començaron a usarla, de la invencion de la polvora y artilleria, de el modo de conduzirla, y plantarla en qualquier empresa, fabricar las minas par bolar las Fortalezas, y Montañas, Fuegos artificiales, Varios secretos y importantissimos advertimientos, al arte de la Artillería y uso de la Guerra utilissimos y muy necessarios. Y à la fin un muy copioso, y importante examen de Artilleros*. Milan, Pablo Gotardo Poncio, 1592.

Danfrie, Philippe, *Declaration de l'usage du graphomètre, par la pratique duquel l'on peut mesurer toutes distances des choses de remarque qui se pourront voir et discerner du lieu*

ou il sera posé : et pour arpenter terres, bois, prez, & faire plans de villes et forteresses, cartes Geographiques, & generalement toutes mesures visibles : & ce sans regle d'Arithmetique. Inventé nouvellement, et mise en lumiere par Philippe Danfrie, Tailleur general de Monnoie de France. A la fin de ceste Declaration est adiousté par ledict Danfrie un traicte de l'usage du Trigometre, qui est un autre instrument ayant presque pareil usage, aussi sans regle d'Arithmetique. Paris, chez ledit Danfrie, 1597.

De l'Orme [ou Delorme], Philibert, *Le premier tome de l'architecture de Philibert de l'Orme, Conseillier et Aumosnier ordinaire du Roy & Abbé de S. Serge les Angiers.* Paris, Frédéric Morel, 1567.

Descartes, René, *Discours de la methode pour bien conduire sa raison & chercher la vérité dans les sciences. Plus la dioptrique, les meteores et la geometrie qui sont des essais de cete methode*. Leyde, Jan Maire, 1637.

Deshayes, Jean, *L'Usage du compas de proportion de D. Henrion, Mathematicien. Nouvellement revû, corrigé et augmenté en toutes ses parties de plusieurs propositions nouvelles et utiles. Par le Sieur Deshayes, Professeur és Mathematiques*. Paris, l'auteur & R.J.B. de La Caille, 1681.

Dou, Jan Pieterszoon & Sems Johan, *Practijck des Landmetens, leerende alle rechte ende cromsijdige Landen, Bosschen, Boomgaerden, ende ander veden meten, soo wel met behulp des Quadrants, als sonder het selve. Midtsgader alle Landen deelen in gelijcke ende onghelijcke deelen op verscheyden manieren, met eenighe nieuwe ghecalculeerde Tafelen daer toe dienende. Dan nieus ghecomponeert ende in druck uyt ghegheben door Iohan Sems geadmitteert Lantmeter by den hove van Vrieselant en[de] Ian Petersz. Dou, gheadmitteert Lantmeter op den, hove van Holland.* Leyde, Ian Bouwenszoon, 1600.

Dou, Jan Pieterszoon, *De ses eerste Boucken Euclidis, van de beginselen ende fondamente der Geometri. Waer by gevoecht sijn eenige nutticheden, uyt de selve Boecken ghetrocken ; Mitsgaders de Specien in Geometrische figuren, als 't maecken, veranderen, 't samenvougen, aftrecken, vermenichvuldigen, ende deelen. Overgheset, verclaert, ende uytgheleyt, tot vorderinge, ende oeffeninge, van alle leergierige, liefhebbers derselver vryer Conste. Door Ian Peterszon Dou, der Stadt Leyden Lantmeter ende Wijnroeyer.* Leyde, Ian Ianszoon Orlers, 1607.

Dounot, Didier, *Les Elemens de la Geometrie d'Euclides Megarien, traduicts et restitués à leur ancienne breveté, selon l'ordre de Theon. Ausquels ont esté adioustez les quatorze & quinziesme d'Ipsicles Alexandrien. Le tout par Dounot de Bar-le-Duc, Docteur és Droicts & Professeur en la divine Mathematique aux Academies du Roy*. Paris, Jacques Le Roy, 1610.

Seconde édition, *Reveuë & augmentée par l'Autheur*. Paris, Jacques Le Roy; 1613.

Dürer, Albrecht, *Underweysung der Messung mit dem Zirckel und Richtscheyt in Linien, Ebnen unnd gantzen Corporen, durch Albrect Dürer zusamen geßoge[n], und zu nußalle[n] kunstliebhabenden mit zu gehörigen figuren, in truck gebrach im Jahr MDXXV. Mit begnadung kayserlicher im end eyngeleibter Freyheyt damit sich ein yglicher vorschaden zu hüten wyß &c.* Nürnberg, s.n., 1525. [Traduction en français par Jeanne Peiffer, Paris , Seuil, 1995, *cf. infra* « Sources secondaires »]

Dürer, Albrecht, *Albertus Durerus Nurembergensis pictor huius etatis celeberrimus, versus è Germanica lingua in Latinam, Pictoribus, Fabris erariis ac lignariis, Lapicidis, Statuariis, & universis demum qui circino, gnomone, libella, aut alioqui certa mensura opera sua examinant propè necessarius, adeò exacte Quaturo his suarum Institutionum*

Geometricarum libris, lineas, superficies & solida corpora tractavit, adhibitis designationibus ad eam rem accomodissimis. Paris, Christian Wechel, 1532. Arnhem, Johann Janson, 1605.

Dürer, Albrecht, *Les quatre livres d'Albert Durer, Peinctre & Geometrien Tres excellent, De la proportion, des parties & pourtraicts des corps humains. Traduicts par Loys Meigret Lionnois de langue Latin en Françoise.* Paris, Charles Perier, 1557.

Errard, Jean, *Le Premier Livre des Instrumens mathematiques mechaniques de I. Errard de Bar-le-Duc. A tresillustre Prince Monseigneur le Duc de Calabre, Lorraine, Bar, Gueldres, &c*. Nancy, Jan-Jansson, 1584.

Le Premier Livre des Instruments mathematiques mechaniques par J. Errard de Bar-le-Duc. Reproduction en fac-similé de l'édition de 1584 avec une introduction d'Albert France-Lanord, conservateur du Musée du Fer à Nancy. Nancy, Berger-Levraut, 1979.

Errard, Jean, *Refutation de quelques propositions du livre de Monsieur de L'escale, de la quadrature du cercle par luy intitulé, Cyclometrica elementa duo*. Paris, Guillaume Auvray, 1594.

Errard, Jean, *La Geometrie et practique generalle d'icelle, Au Tres-Chrestien Roy de France & de Navarre, par I. Errard de Bar-le-Duc, Ingénieur de sa Maiesté*. Paris, David Le Clerc, 1594. Seconde édition : Paris, Guillaume Auvray, 1602. Troisième édition, *Reveuë, corrigée & grandement augmentée, par D.H.P.E.M.* [Didier Henrion] : Paris, Michel Daniel, 1619 ; Paris, s.n., 1620 ; 1621.

Errard, Jean, *Les six premiers Livres des Elemens d'Euclide : Traduicts & commentez par I. Errard de Bar-Le-Duc, Ingenieur du Tres chrestien Roy de France et de Navarre. Dediez à sa Maiesté*. Paris, Guillaume Auvray, 1598.

Errard, Jean, *Les neuf premiers livres des Elemens d'Euclide : traduits & commentez par I. Errard de Bar-le-Duc, Ingenieur du Tres-chrestien Roy de France & de Navarre. Dediez à sa Maiesté. Reveus & corrigez par l'Autheur*. Paris, Guillaume Auvray, 1605. Seconde édition : Paris, Cardin Besongne, 1629.

Fine, Oronce, *Orontii Finei Delphinatis, liberalium disciplinarium professoris regii. Protomathesis; opus varium, ac scitu non minus utile quàam iucundm, nune primùm in lucem fœliciter emissum. Cuius index universalis, in versa pagina continetur*. Paris, Gérard Morrhy (imprimeur) & Jean Pierre (libraire), 1532.

Fine, Oronce, *Orontii Finei Delphinatis, Regii Mathematicarum professoris. In sex priores libros geometricorum elementorum Euclidis Megarensis Demonstrations. Quibus ipsius Euclidistextus græcus, suis locis insertus est : unà cum interpretatione latina Bartholamæi Zamberti Veneti, ad fidem geometricam per eundem Orontium recognita.* Paris, Simon de Colines, 1536.

Fine, Oronce, *La Sphere du monde, proprement ditte cosmographie composee nouvelement en françois, & divisee en cinq livres, comprenans la premiere partie de l'astronomie, & les principes universels de la geographie & hydrographie. Avec une epistre, touchant la dignité, perfection & utilité des sciences mathematiques. Par Oronce Fine, natif du Daulphiné, Lecteur Mathematicien du tres-chrestien Roy de France en L'université de Paris.* Paris, Michel de Vascosan, 1552.

Fine, Oronce [Forcadel, Pierre, trad.], *La Practique de la geometrie d'Oronce Professeur du Roy és mathématiques, en laquelle est comprins l'usage du Quarré Géométrique, & de plusieurs autres instrumens servans à mesme effect : Ensemble la manière de bien mesurer*

toutes sortes de plans & quantitez corporelles : Avec les figures et demonstrations. Reveüe & traduicte par Pierre Forcadel, Lecteur du Roy és Mathématiques. A M. le Duc de Guise. Paris, Gilles Gourbin, 1570, 1586.

Flamand, Claude, *Les Mathematicques et Geometrie, departies en six livres contenant ce qu'est le plus necessaire, pour l'utilité de la vie humaine, par Claude Flamand, Ingenieur du Duc de Wirtemberg*. Montbéliard, Jacques Foillet, 1597.

Flamand, Claude, *La practique et usage d'arpenter et mesurer toutes superficies de terre. Neceßaires à toutes Provinces & Republiques*. Montbéliard, Jacques Foillet, 1611.

Traduction allemande [posthume] : *Geometria oder kurzer, klarer und doch gnugsamer Bericht, zum Erd und Landmessen, sampt allem so darzu gehörig Beneben Anzeigung wie allerhand corpora beydes quadrata, cubica und Faß gewiß zumessen und zu visiren : Mit gewisser Instruction von Ursachen und Wirckungen der gewaltsamen Bewegungen, so mit allerhand Machinen verrichtet werden. Allen Liebhabend dieser Edlen Kunst; Insonderheit Ingeniern und Bawmeistern, beydes zu Friedeszieten und in Kriegslaüfften nötig zu wissen. Durch Claudium Flamandum Fürtslichen Würtembergischen Ingenier in Franßösischer Sprach an Tag gegeben, Jeßund aber Teutscher Nation zu gutem in unsere Muttersprach uberseßet, und mit Figuren erkläret*. Franckfurt am Mayn, Nikolaus Hoffmann, 1616.

Flavius Josèphe, *Les sept livres de Flavius Josephus de la guerre et captivité des Juifz, traduitz de grec et mis en françoys par N. de Herberay, seigneur Des Essars & Commissaire ordinaire de l'Artillerie du Roy*. Paris, Jean Longis, 1553.

Focard, Jacques, *Paraphrase de l'astrolabe contenant les Principes de Geometrie, la Sphere, l'Astrolabe, ou, declaration des choses celestes, le Miroir du Monde, ou, exposition des parties de la terre.* Lyon, Jean de Tournes, 1546.

Flurance Rivault, David de, *Les Elemens de l'artillerie. Concernans tant la premiere invention & theorie, que la practique du Canon. Par le sieur de Flurance Rivault*. Paris, chez Adrien Beys, ruë sainct Iacques, ioignant la Rose blanche, 1605 ; deuxième édition, 1608.

Forcadel, Pierre, *Les six premiers livres des Elements d'Euclide, traduicts et commentez par Pierre Forcadel de Bezies, Lecteur ordinaire du Roy és Mathematiques, en l'université de Paris*. Paris, Hierosme de Marnef & Guillaume Cavellat, 1564.

Forcadel, Pierre, *Les septieme, huictieme et neufieme, livres des Elemens d'Euclide, comprenans toute la science des nombres, traduits & commentez par Pierre Forcadel de Beziés, lecteur ordinaire du Roy és Mathematiques, en l'université de Paris*. Paris, Charles Perier, 1565.

Forest Duchesne, *Nicolas, La fleur des pratiques du compas de proportion, où sont facilitées toutes les plus belles demonstrations des Mathematiques. Reveuë & augmentée par l'auteur*. Paris, Henri Guenon, 1639.

Foullon, Abel, *Usaige et description de l'holometre. Pour scavoir mesurer toutes choses qui sont soubs l'estanduë de l'œil: Tant en longueur & largeur, qu'en hauteur & profondité. Inventé par Abel Foullon, Vallet de chambre du Roy. Necessaire a ceus qui veullent promptement, & sans aucune subiection d'Arithmetique, sçavoir la distance des places, Arpenter terres, & faire cartes topographiques. Par commandement & privilege du Roy*. Paris, s.n. [l'auteur ?], 1555 ; Paris, Pierre Beguin, 1561, 1567.

Traduction en italien : *Descrittione et uso dell'Holometro, per saper misurare tutte le cose, che si possono veder coll'occhio cosi in lunghezza, & larghezza; come in altezza, &*

profondità. Ritrovato per Abel Fullone Valletto di Camera del Re di Francia. Necessario a quelli, che vogliono prontamente, é senza far alcuna ragione Arithmetica sapere le distantie de' luoghi; misurar la terra; & tor in disegno paesi & città. Venise, Giordano Ziletti, 1564.

Traduction latine : Stupan, Johan Niklaus, *De holometri fabrica et usu instrumento geometrico. Olim ab Abele Fulliono apude Henricum II Galliæ regem invento: Nunc verò Io. Nicol. Stupani Philosophi & Medici opera, sermone latino ita explicato, ut ad omnis generis dimensiones investigandas, & regiones describendas utillissimum simul & facillimum ese queat. Accessit Frederici Delphini clariß. olim apud Patavinos Mathematici, iocundiß. disputatio de Aestus Maris, & motu octavæ sphera. Ad Generosum & Magnificum D. D. Ioannemi Osmolsky de Prawiedniky Polonum.* Bâle, Pierre Perna, 1577.

Fournier, Georges (S.J.), *Hydrographie contenant la theorie et la practique de toutes les parties de la navigation. Composé par le P. Georges Fournier de la Compagnie de Jesus*. Paris, Michel Soly, 1643.

Fournier, Georges (S.J.), *Euclidis sex primi Elementorum Geometricorum Libri, in commodiorem contracti et demonstrati. A P. Georgio Fournier, è Societate Jesu*. Paris, Jean Henault, 1643.

Galilei, Galileo, *Le operazioni del compasso geometrico et militare di Galileo Galilei Nobil Fiorentino, Lettor delle matematiche nello Studio di Padoua. Dedicato all Sereniss. Principe di Toscana D. Cosimo Medici*. Padoue, l'auteur, Pietro Marinelli (impr.), 1606.

Gheyn, Jacques (II) de, *Maniement d'armes d'arquebuses, mousquetz, et piques. En conformite de l'ordre de Monseigneur le Prince Maurice, Prince d'Orange, Comte de Nassau & Gouverneur et Capitain General de Geldres, Hollande, Zeelande, Utrecht, Overyssel &c ripresenté par figures, par Jaques de Gheyn. Ensemble les enseigneme[n]s par escrit a l'utilite de tous amateurs des armes, et ausi pour tois, Capitaines & commandeurs, pour par cecy pouvoir plus facillement enseigner a leurs soldatz inexperimentez, l'entier et parfait maniement dicelles armes*. Amsterdam, Robert de Baudous, 1608.

Giustiniano, Pompeo, *Delle Guerre di Fiandra Libri VI. Di Pompeo Giustiniano del Consiglio di guerra di S.M.C. e suo Maestro di Campo d'infanteria Italiana. Posti in Luce da Gioseppe Gamurini Gentil'huomo Aretino con le figure delle cose piu notabili*. Anvers, Appresso Ioachimo Trognesio, 1609.

Goldmann, Nikolaus, *Tractatus de usu proportionatorii sive circini proportionaliscum tabulis constructionum et usu lineæ munitionum vulgo fortificatorisæ pro delineandis fuguris regularibus et irregularibus nec non operibus campestribus et externis cum figuris æneis ex conatu Nicolai goldmani Vratislavensius Silesii / Eine Ahnleitung vom gebrauch des ebenpassers oder proportionalcirckels mit beygefügten Taffel zu dehr Theilung dehr Linien. Auch eingeleibtemgebrauche dehr Befestigungs oder Fortificationlinie, die Haubtrisse, dehr Regulier und Irregulier figuren, wie auch dehr Feldwercke une Aussenwercke zu machen, sambt nötigen Kupfferstichen, herausgegeben von Niclas Goldman von Breslaw aus Schlesien*. Leyde, Philippe de Croy (Impensis Autoris), 1656.

Gunter, Edmond, *De sectore Radio. The description and use of the Sector, crosse-staffe & other instruments. For such as are studious of Mathematicall practise*. London, William Jones, 1624.

2e éd. : *The description and use of the Sector, crosse-staffe & other instruments: With a Canon of Artificiall Sines and Tangents to a Radius of 10000.0000 parts, and the use thereof in Astronomie, Navigation, Dialing. The 2d Edition much Inlarged by the Author through the whole worke in his life Time wth a new treatice of Fortification not before printed [by Samuel Foster], very usefull for all such as are Studius of ye Mathematicall practis. By Edmond Gunther somtime Professor of Astronemy in Gresham Collidg.* London, James Boller [William Jones, impr.], 1636.

Henrion, Didier, *Memoires mathematiques recueillis et dressez en faveur de la noblesse françoise. Premier volume auquel est traitté de l'arithmetique militaire ; construction des tables des Sinus, Touchantes et Couppantes ; Doctrine des triangles rectilignes ; Practique de divers Problemes Geometriques ; Dimension des lignes droictes, Superficies & Corps ; Practique du compas de Proportion ; & de la Construction & Fabrique des Forteresses, servant d'explication & augmentation és deux & troisiesmes Livres des Fortifications de Monsieur Errard*. Paris, s.n. [en l'Isle du Palais, à l'Image S. Michel (domicile de l'auteur, cf. volume 2)], 1613.

2e éd. : *Seconde edition, reveuë, corrigée & augmentée en divers endroicts ; & mesme d'un traicté entier, co[n]tenant une briefve instruction pour construire les fortifications pratiquées aux pays bas*. Paris, Fleury Bourriquant, 1623.

Henrion, Didier, *Les quinze livres des Elemens d'Euclide, traduicts de Latin en François : Avec un sommaire & abbregé de l'Algebre, qui sert à faciliter l'intelligence du dixiesme Livre.* Paris, Jean Anthoine Joallin, 1615.

Henrion, Didier, *Usage du compas de proportion, par D. Henrion Mathem*. Paris, Michel Daniel, 1618.

2e édition : *Usage du compas de proportion par D. Henrion Professeur és Mathematiques. Seconde Edition, reveuë & corrigée*, Paris, Meclhior Mondiere, 1624.

3e édition : *L'usage du compas de proportion par D. Henrion Professeur és Mathematiques. Nouvelle edition, reveuë, corrigée & de beaucoup augmentée*, Paris, l'Autheur [impr. Jean Bourriquant], 1626.

4e édition : *L'usage du compas de proportion par D. Henrion Professeur és Mathematiques. Quatriesme edition, reveuë, corrigée & de beaucoup augmentée*, Paris, l'Autheur & Samuel Thiboust, 1631.

Henrion, Didier, *Canon manuel des Sinus, Touchantes et Couppantes. Supputé par B. Pitiscus, & corrigé en ceste Edition, en laquelle sont adjoustées toutes les choses principales & necessaires à la Trigonometrie, extraites des traictez de la doctrine des triangles, tant rectilignes, que spheriques, faits par D. Henrion, Mathemat.* Paris, Abraham Pacard, 1619.

Henrion, Didier, *Deux cens questions ingenieuses et recreatives extraictes et tirees des œuvres mathematiques de Valentin Menher Allemand, avec quelques annotations de Michel Coignet sur aucunes d'icelles questions. Le tout corrigé, recueilly & mis en ordre par DHPEM.* Paris, s.n. [Michel Daniel ?], 1620.

Henrion, Didier, *Briefve explication de l'usage de l'astrolabe, avec un sommaire traicté de la Sphere ; comme aussi de l'usage tant du quarré Geometrique que des Globes, par D. H. M.* Paris, s.n. [Michel Daniel ?], 1620.

Henrion, Didier, *Quatre livres* [Ne contient que le premier livre] *de la geometrie pratique, par D. Henrion, Mathem*. Paris, s.n. [Michel Daniel ?], 1620.

Henrion, Didier, *Collection ou recueil de divers traictez mathematiques. A sçavoir : d'Arithmetique, d'Algebre, de la solution de divers Problemes tant Geometriques, qu'Astronomiques. Comme außi de plusieurs moyens pour mesurer toutes sortes de quantitez, soient lignes, superficies & corps. Item de la Sphere du monde, avec l'usage et pratique tant de l'Astrolabe, du Quarré Geometrique & des Globes, que du Compas de proportion : Et encore de la construction des fortifications pratiquees aux pays bas*. Paris, Abraham Pacard, 1621.

Henrion, Didier, *Logocanon ou regle proportionnelle, sur laquelle sont appliquées plusieurs lignes & figures, divisées selon diverses proportions & mesures, en faveur de ceux qui se délectent en la practique des divines Mathematiques.* Paris, l'auteur & Samuel Thiboust, libraire, [Fleury Bourriquant, impr.], 1626.

Henrion Didier, *Récréation mathématique*… V. Leurechon, Jean, 1627.

Henrion, Didier, *Memoires mathematiques recueillis et dressez en faveur de la noblesse françoise. Second volume auquel est traitté des Fractions Astronomiques, de la doctrine des Triangles Spheriques & de leur pratique en la solution de divers Problemes Astronomiques & Geographiques, des Logarithmes & de la construction d'une nouvelle Regle proportionnelle, avec l'usage d'icelle*. Paris, l'auteur en l'Isle du Palais, à l'Image S. Michel & Samuel Thiboust, 1627.

Henrion, Didier, *L'usage du mecometre qui est un instrument geometrique, avec lequel on peut tres-facilement mesurer toutes sortes de longueurs & distances visibles ; prendre & rapporter au petit pied le plan des Villes, Chasteaux, & autres places ; trasser tant sur le papier que sur la terre telles figures & fortifications qu'on voudra ; faire toutes sortes de Cartes, tant Geographiques que Chorographiques ; & pratiquer toutes les autres operations d'Arithmetique & de Geometrie, qui se pratiquent avec le Compas de proportion, la Regle proportionnelle, le graphometre & la Boussole. Par D. Henrion Mathematicien*. Paris Isaac Dedin pour l'Autheur et Samuel Thiboust, 1630.

Henrion, Didier, L*es Quinze livres des Elemens geometriques d'Euclide. Traduicts en Francois par D. Henrion, Professeur és Mathematiques, imprimez, reveus & corrigez du vivant de l'Autheur ; avec des commentaires beaucoup plus amples & faciles, & des figures en plus grand nombre qu'en toutes les impreßions precedentes. Plus le livre des Donnez du mesme Euclide, aussi traduict en François par ledit Henrion et imprimé de son vivant*. Paris, Isaac Dedin, 1632.

Heinsius, Daniel, *Rerum ad Sylvam-Ducis atque alibi in Belgio aut a Belgis anno mcdxxix gestarum Historia*. Leyde, Elzeviers, 1631.

Édition française : *Histoire du siege de Bolduc et de ce qui s'est passé és Pais Bas unis l'an mcdxxix. Faicte françoise du latin de Daniel Heinsius*. Leyde, Elzeviers, 1631.

Hérigone, Pierre [& Henrion, Didier ?], *Cursus mathematicus nova brevi et clara methodo demonstratus, Per notas reales et universales citra usum cuiuscumque idiomatis intellectru faciles / Cours mathematique, demonstré d'une nouvelle, briefve et claire methode, par Notes réelles & universelles qui peuvent estre entenduës facilement sans l'usage d'aucune langue. Par Pierre Herigone, Mathematicien.* Tomes I à IV : Paris, l'auteur et Henry Le Gras, 1634. Tome V : Paris, l'auteur et Henry Le Gras, 1637. Tome VI : [voir *Supplementum* ci-dessous] Paris, Simeon Piget, 1643.

2e éd. (six tomes) : Paris, Simeon Piget, 1644.

Hérigone, Pierre, *Supplementum Cursus mathematici, continens Geometricas æquationum cubicarum purarum, atque affectarum Effectiones / Le Supplement du cours mathematique,*

contenant les Effections geometricques des equations cubiques pures et affectées. L'isagoge de l'Algebre. La methode de mettre en Perspective toutes sortes d'objets par le moyen du Compas de proportion. La Theorie des Planetes, distinguée selon les hypothèses de la terre immobile & mobile. L'introduction en la Chronologie, avec une Table des choses plus notables par ordre alphabétique : Et un Catalogue des meilleurs Autheurs des Mathematiques. Par Pierre Hérigone, Professeur és Mathematiques. Paris, l'auteur et Henry Le Gras, 1642.

Hérigone, Pierre, *Les Six premiers livres des Éléments d'Euclide. Demonstrez par Notes d'une Methode tres-brieve & intelligible. Avec les principalles parties des Mathematiques, expliquées succinctement sans Notes. Et de plus un petit Dictionnaire, contenant les etymologies & significations des noms & termes plus obscurs des Mathematiques. Par Pierre Hérigone, Professeur és Mathematiques*. Paris, Henry Le Gras, 1639 ; Paris, Simeon Piget, 1644.

Herrera, Juan de, *Institucion de la Academia Real Matematica en Castellano, que la Magestad del Rey Don Phelippe.II.N.S. mando fundar en su Corte. Diricida a la S.C.R.M. del Rey Don Phelippe nuestro Señor*. Madrid, Guillermo Droy, 1584.

Hexham, Henry (Quarter-Master to the Regiment of the honourable Coronell Goring), *The Principles of the Art militarie practised in the Wares of the United Netherlands. Represented by Figure, the Word of Command, and Demonstration*. S.l., s.n., 1637.

Hulsius, Levinus, *Erster [Ander-Dritter] Tractat Der Mecanischen Instrumenten : Gründlicher, Augenscheilicher Bericht deß newen Geometrischen Gruntreissenden Instruments.* Frankfurt am Main, l'auteur, 1604.

Édition en latin : Frankfurt am Main, Wolfgang Richter (impr.) pour l'auteur, 1605.

Hume, James, *Traité de la trigonometrie pour resoudre tous triangles rectilignes et spheriques. Avec les demonstrations des deux celebres Propositions du Baron de Merchiston, non encore demonstrees. Dédiée à Messire Robert Kar, Comte d'Ancrame, Gentil-homme de la Chambre du Roy de la Grand' Bretagne*. Paris, Nicolas et Jean de la Coste, 1636.

Hume, James, *La Theorie des Planettes. Contenant l'usage & construction de toutes sortes de Tables Astronomiques : Le tout demonstré Geometriquement. Avec la responce aux premieres invectives du Sieur Morin, Professeur du Roy*. Paris, Jacques Dugast, 1637.

Hondius, Hendrik, *Breve instruction des regles de la geometrie. Fort utile et necessaire a la perspective et architecture militaire, ou fortification, par Henry Hondius*. S.l. [La Haye], s.n. [Hendrik Hondius], 1625.

Isaachi, Giovanni Battista, *Inventioni di Gio. Battista Isacchi da Reggio. Nelle quali si manifestano varii secreti, & utili avisi a persone di Guerra, e per i tempere di piacere…*, Parma, Seth Viotto, 1579.

Jacquinot, Dominique, *L'usage de l'Astrolabe, avec un petit traicté de la Sphere, par Dominic' Jacquinot Champenois*. Paris, Guillaume Cavellat, 1545.

2e éd. : *Plus est adiousté une amplification de l'usage de l'Astrolabe, par Iacques Bassentin Escossois.* Paris, Guillaume Cavellat, 1558.

3e éd. : *Corrigé esclarcy & augmenté en cette derniere impression suivant la reformation du calendrier par Da*vid Robert de S. Lo en basse Normandie, faisant profession des Mathematiques à Paris [Contient aussi l'*amplification* de Bassentin]. Paris, André Sittart [*en la boutique de Hierosme de Marnef*], 1617, puis Paris, Jacques Quesnel, 1619.

4e éd. : *L'usage de l'un et l'autre astrolabe particulier et universel. Expliqué tant en la declaration de leurs parties, qu'exposition fidelle et facile de leur pratique en Astronomie & Geometrie. Le tout accomodé aux petits traictez de la Sphere, de l'Astrolabe, & du Quarré Géometrique de Dominique Jacquinot Champenois par mesme moyen corrigez, augmentez & remis en meilleur ordre* [par] *D.A.L.G.* [Claude Mydorge] Paris, Jean Moreau, 1625.

Jousse, Mathurin, *Le Theatre de l'Art de C[h]arpentier, enrichi de diverses figures, avec l'interpretation d'icelles, faict & dresse par Mathurin Jousse de La Fleche*. La Flèche, Georges Griveau, 1627.

Köbel, Jakob (Stattschreiber zu Oppenheim), *Jakobs Stab künstlich und gerecht zumachen und gebrauchen, damit an Gebäwen. Auch sunst allerhandt Höhe, Breyte und Lenge absezehen unnd messen, als Kirchen, Thürn, Fenster ramen und Quadern an Gebäwen, Gehawen oder gemalete Bild &c. Bäum un[d] Wälden, Feldwegs. Und der gleichen alles so man[n] in der weitte, als zum Geschütz und anderm abnemen und messen will. Allen Werckleuten, Rüstmeystern und anderen Künstnern lustig und nütz.* Franckfurt am Main, Christian Egenolph, 1531.

Autre édition : *Den Stab Jakob künstlich und gerecht zemachen und gebrauchen, damit an Gebäw etc.* Franckfurt am Main, Christian Egenolff, 1531.

Köbel, Jakob, *Geometrei / von künstlichem Messen und absehen, allerhand Höhe, fleche, ebene, weite und breyte, als Thürn, Kirchen, etc.* S.l., s.n., 1535.

Devient : *Von Feldmessen / Geometrischem Messen und Absehen / Allerhand Höhe, etc.* Frankfurt am Main, bei Christian Egenolff, 1550. Contenant : Dryander, Johann, *Zubereytung und wärer Verstandt eines Quadranten, darauß man der Sonnen, un[d] Sternen lauff deßgleichen allerlei abmessungen, mit ander vi[e]len nutzbarkeiten vernemen mag. Durch Io. Dryander*.

Puis : *Geometrei, von künstlichem Feldmessen, und absehen Allerhandt Höhe,* etc. Franckfurt am Main, Christian Egenolff seligen Erben, 1570, 1598.

La Fontaine (le Sr de), *La Geometrie universelle, avec un Compendion de Perspective, la Construction des Cadrans Solaires, l'Usage du Cadran Analitique, & autres diverses choses contenuës en cét Œuvre. Par le Sieur de La Fontaine, Ingenieur ordinaire du Roy*. Paris, Estienne Loyson, 1666.

La Noue, François de, *Discours politiques et militaires du Seigneur de la Noue, nouvellement recueillis et mis en lumiere*. Bâle, F. Forest, 1587 ; 1588 ; 1590 ; 1596.

La Noue, François de, *Declaration de Monsieur de la Noue, sur sa prise des armes pour la juste defense des villes de Sedan et Jametz, frontieres du Royaume de France & sous la protection de sa Majesté*. Sedan, s.n., 1588.

La Petrière, Antoine de, *Instruction de l'ordre militaire servant à tous chefz et conducteurs d'armee & autre ayans charge de gens de guerre. Avec un brief moyen pour reduire un bataillon carré d'Hommes en un bataillon carré de Terrain & celuy de Terrain en un carré d'Hommes sans rompre les rangs, estant les piquiers avec les arquebusiers & un advertissement concernant l'artillerie. Par Antoine de la Petriere, dict le Capitaine Corset, Commissaire pour le Roy aux fortifications & réparations de la ville & citadelle de Lyon*. Lyon, Pierre Roussin, 1585.

La Roche, Estienne de, *Larismethique novellement composee par maistre Estienne de la roche, dict Villefra[n]che natif de Lyon sus le Rosne diuisee en deux parties dont la*

premiere tracte des proprietes perfections & regles de ladicte science : comme le nombre entier : le nombre roupt : la regle de troys :la regle dune faulse position ; de deux faulses positions : dapposition et remotion : de la regle de mediation entre le plus et le moins : de la regle de la chose : et de la quantite des progressions et proportions, La seconde tracte de la practique dicelle applicquee en faict de monnoyes : en toutes marchandises comme drapperies : espicerie : mercerie et en toutes aultres marchandises qui se vendent a mesure au poiz ou au nombre : en compaignies et en trocques : es changes et merites : en fin d'or et dargent et en lavaleur diceux. En argent le roy et en fin dargent dore. Es deneraulx allyages et essaiz tant de lor que de largent. Et en geometrie applicquee aux ars mechaniques comme aux massons charpentierset a tous aultres besongnans en art de mesure. Lyon, Constantin Fradin, 1520.

La Vallée, Antoine de (Sieur de Montissuc), *Parentheses et documents militaires, traictans parfaictement des fortifications, sieges, tranchees, bateries, pointer les canons, tirer plans des pays, Provinces & Royaumes, faire toute sorte de bataillons, du devoir des rondes, & sentinelles, d'exercer, faire loger, marcher, & combattre les gens de guerre. Aussi du moyen de mettre promptement en ordre de bataille, tel nombre d'hommes qu'on voudra, avec toutes les reigles pour ce necessaires*. Lyon, Pierre Drobet, 1622.

Lechuga, Cristóbal, *Discurso del capitan Cristoual Lechuga. En que trata de la artilleria, y de todo lo necessario à ella. Con un tratado de fortificacion y otros advertimentos. Dirigido al Rey nuestro Señor*. Milan, Marco Tulio Malatesta, 1611.

Leurechon, Jean, *Recreation Mathematicque composee de plusieurs problemes plaisants et facetieux. En faict d'Arithmeticque Geometrie, Mechanique, Opticque & autres parties de ces belles sciences*. Pont-à-Mousson, Jean Appier Hanzelet, 1626.

2e [« quatriesme »] édition : *Augmentée de plusieurs beaux Problemes, & de quelques nottes servant à l'intelligence des choses difficiles & obscures, avec la correction d'un grand nombre de fautes & erreurs commises aux precedentes editions*. Paris, Rolet Boutonné, 1627.

L'Hoste, Jean, *Practique de la geometrie, contenant les moyens pour mesurer et arpenter tous plans accessibles, avec les demonstrations d'icelle tirées des Elemens d'Euclide le splus necessaires pour parvenir à la congnoissance des Mathematicques, expliquez practicquement par diverses figures & raisons Arithmeticques ; utile & convenable a tous Arpenteurs, Architectes Menuisiers & aultres ouvriers travaillans par Regle & Compas. Par Jean L'Hoste Licencié és drois Advocat au Pont-à-Mousson.* Pont-à-Mousson, François du Bois, 1607.

L'Hoste, Jean, *Epipolimetrie ou art de mesurer toutes superficies comprenant la manière de bien dessigner, former, transmuer ou changer, mesurer & partager tous pla[n]s quelconques ; en quoy est demonstrée la practicque des six premiers livres des Elemens geometricques d'Euclides. Œuvre necessaire aux Geometres, Arpanteurs, Geographes, Architectes, Sculpteurs & Statuaires, Peinctres & generaleme[n]t a tous artisans & ouvriers qui travaillent avec proportion, mesure, regle & compas. Par Jean L'Hoste Licencié és drois, Mathematicien, Conseiller & Ingenieur ordinaireés Fortiffications des Païs de son Altesse, &c.* Saint-Mihiel, François du Bois, 1619.

Malthe, François de [Malthus, Francis], *Traité des feux artificiels pour la guerre, et pour la recreation ; Avec plusieurs belles observations, abregez de Geometrie, Fortifications, Horloges Solairs, & exemples d'Arithmetique*. Paris, Pierre Guillemot, 1629.

2e éd. : *de nouveau reveu, corrigé et augmenté par l'Autheur, François de Malthe, Commissaire des Feux Artificiels du Roy & Mathematicien*. Paris, la veusve M. Guillemot

& Matthias Guillemot, 1631, 1632, 1633 ; puis : Paris, Cardin Besongne, 1640, 1660, 1661.

Malthus, Francis, *A Treatise of artificial Firevvorks. Both for VVarres and Recreation: with divers pleasant Geometricall observations, Fortifications, and Arithmetical Examples. In favour of Mathematicall students. Newly written in French and Englished by the Authour Tho:(sic) Malthus*. Londres, Richard Hawkins, 1629.

Marolois, Samuel, *Opera mathematica ou oeuvres mathematicques. Traictans de Geometrie, Perspective, Architecture et Fortifications par Samuel Marolois. Ausquels sont ajoins les fondements de la Perspective, & Architecture de J[an] Wredm[an] [de] Vriese. Augmentée & Corrigée en divers endroicts par le mesme Auteur.* La haye, Hendrik Hondius, 1614 [-1616]. Amsterdam, Joann Jansson, 1625.

2e éd. : *Reduictes en meilleur ordre & corrigées d'un nombre infiny de fautes escoulées aux impressions precedentes. Par Theodore Verbeeck* [géométrie] *& François van Schoten* [Frans van Schooten, fortification]. Amsterdam, Guillaume Jansson Caesius, 1628.

Autre 2e éd. : *de nouveau Reveuë, Augmentée et Corrigée par Albert Girard, Mathématicien*. Amsterdam, Jan Janßen [Joann Jansson], 1628, 1651, 1662.

Marolois, Samuel, *Fortification ou Architecture militaire, tant offensive que defensive, suputée & dessignée par Samuel Maroloys.* Hagae Comitis [La haye], Hendrik Hondius, 1615.

Marolois, Samuel, *Geometrie contenant la theorie et practique d'icelle necessaire a la fortification par Sam. Marolois*. La haye, Hendrik Hondius & Arnhem, Joann Jansson, 1616.

Mennher de Kempten, Valentin, *Arithmetique seconde. Avec grace & privilege de l'Empereur pour quatre ans*. Anvers, J. Loë [collophon], 1556.

Merliers, Jean de, *L'usage du quarré geometrique amplement descrit et demonstré par Jean de Merliers Professeur és Mathematiques*. S.l. [Paris], s.n. [Gilles Gourbin], s. d. [1573].

Merliers, Jean de, *La practique de geometrie descripte et demonstrée par Iean de Merliers Professeur du Roy és Mathematiques*. Paris, chez Gilles Gorbin, 1575.

Meynier, Honorat de, *L'arithmetique d'Honorat Meynier natif de Perthus en Provence. Enriche de ce que les plus doctes mathematiciens ont inventé de beau & d'utile en la divine science des Nombres, soit pour les Marchands, Thresoriers, Financiers & autres Receveurs de deniers, soit pour les Geometres, & pour les Chefs d'armees en ce qui concerne les munitions & ordonnances des batailles. Tant aux formes que nos anciens ont practiquees, comme en celles qui se practiquent auiourd'huy en France, en Holande, en Allemagne, en Espagne & autres nations. Ensemble la refutation des maximes nouvelles de Simon Stevin de Bruges. Palma Labori*. Paris, François Huby, 1614.

Meynier, Honorat de, *Paradoxes de Meynier contre les mathématiciens qui abusent la jeunesse. Ensemble les Definitions, Theoremes & Maximes d'Euclides, d'Archimedes, de Proclus, de Sacrobosco & d'Aristote, utiles a ceux qui se veulent servir proprement des Mathematiques& de la Philosophie. Avec un Abregé des reigles de la geometrie, & des principales maximes & regles des Arts, de fortifier et assaillir les places*. Paris, Julian Jacquin, 1624.

Réédition : « Derniere edition ». Paris, s.n., 1652.

Milliet Dechales, Claude-François (S.J.), *R.P. Claudii Francisci Milliet Dechales Camberiensis e Societate Jesu Cursus seu Mundus Mathematicus. Tomus Secundus*

complectens tractatum de section lapidum, Architecturam militarem. Hydrostaticam, Tractatum de fontibus & fluviis. Tractatum de machinis Hydraulicis, Navigationem, Opticam, Perspectivam, Catoptricam & Dioptricam. Lyon, Anisson, 1674.

Meynier, Honorat de, *Les demandes curieuses et les responses libres. Où l'on peut voir les plus belles questions qui se puissent faire, sur la Morale, la Politique & Art militaire*. Paris, Pierre Billaine, 1635.

Monantheuil, Henri de, *Panegyric de Henri IIII. Roy de France et de Navarre, Tres-Chrestien, tres-invincible, Tres-clement. Traduit en François du Latin prononcé le 17. May. 1594. par H de Monanthueil Docteur en Medecine & Professeur de sa Maiesté és Mathematiques*. Paris, Federic Morel, 1594.

Monantheuil, Henri de, *Problematis omnium quæ a mille et ducentis annis inventa sunt nobilissimi demonstratio. Ab Henrico Monantholio Medico & Mathematicarum artium professore Regio. Ad Amplissimum & integerrimum virum Achillem Harlæum, Senatus principem.* Paris, Jeremie Perier, 1600.

Ozanam, Jacques, *Cours de mathematique, Qui comprend Toutes les Parties de cette Science les plus utiles & les plus necessaires à un homme de Guerre & à tous ceux qui se veulent perfectionner dans les Mathematiques. Tome troisiéme. Qui contient la Geometrie et la Fortification*. Paris, Jean Jombert, 1693.

Pagan, Blaise-François, Comte de Merveilles, *Les dix livres des théorèmes géométriques du Comte de Pagan*. Paris, Cardin Besogne, 1654.

Pagan, Blaise-François, Comte de Merveillles, *L'homme héroïque du Comte de Pagan, ou le Prince parfait sous le nom du Roy Louis Auguste*. Paris, Antoine de Sommaville, 1663.

Pascal, Blaise, *Œuvres complètes, présentation et notes de Louis lafuma*. Paris, Éditions du Seuil, 1963.

Peletier, Jacques, *De l'usage de Geometrie, par Jaques Peletier, Medecin et Mathematicien. A Tresillustre Seigneur Messire Albert de Gondy, Comte de Rets*. Paris, Gilles Gourbin, 1573.

Perrault, Claude, *Les dix livres d'architecture de Vitruve corrigez et traduits nouvellement en françois, avec des notes et des figures*. Paris, Jean-Baptiste Coignard, 1673.

Pitiscus, Bartholomæus, *Bartholomæi Pitisci Grunbergensis Silesij Trigonometriæ sive de dimensione Triangulor[um] Libri quinque, item Problematum varioru[m] nempe Geodæticorum, Altimetricorum, Geographicorum, Gnomonicorum et Astronomicorum : Libri Decem. Editio tertia. Cui cui recens accessit Problematum Architectonicorum liber unus*. Francfort, Jona Rosa [impr. Nicolas Hofmann], 1612.

Pomodoro, Giovanni & Scala, Giovanni, *Geometria prattica tratta dagl'Elementi d'Euclide et altri Auttori da Giovanni Pomo doro Venetiano mathematico eccellentißimo descritta et Dichiarata da Giovanni Scala mathematico. Nella quale si vede in 50 Tavole di Rame scolpito tutto quello che ad un buon Giometria s'apartiene di sapere et porre in uso. Opera non meno Uttile che necessaria, a'Misuratori di terreni, di fabriche et altri simmili, ma'in'oltre ancora a'Geografi, Cosmografi, Architetti Civili et Militari, a'Bombardieri, Soldati privati, a'Capitani, Mastri di Campo et a'qual si Voglia altra persona Virtuosa*. Rome, Stefano Paolini, 1599 ; Rome, Giovanni Martinelli, 1603 ; 2e édition : Rome, Giovanni Angelo Ruffinelli, 1624.

Praissac (le S^r du), *Les discours militaires dediez à sa Maiesté. Par le S^r du Praissac. Derniere edition. Reveuë, corrigée & augmentée par l'Autheur.* Paris, la V^ve Matthieu Guillemot & Samuel Thiboust, 1612 ; 1614 ; 1615 ; 1622.

2^e éd. : *La seconde édition, de nouveau corrigée, & augmentée*. Paris, la Veuf^e Matthieu Guillemot & Samuel Thiboust, 1622, 1623, etc. [au moins douze éditions jusqu'en 1738].

Prestet, Jean, *Nouveaux Elemens des mathematiques ou principes generaux de toutes les sciences qui ont les grandeurs pout objet. Seconde édition, plus ample et mieux digérée. Premier volume. Qui comprend la science des Nombres et l'Algèbre, ou l'art de comparer toute sorte de grandeur par le moyen des chiffres & des lettres. Et où tout est démontré dans un ordre naturel & facile, & les choses expliquées plus à fond, & poussées plus loin que l'on a fait jusqu'ici. Par Jea, Prestet, Prêtre, ci devant Professeur des Mathématiques dans les Universités de nantes & d'Angers*. Paris, André Pralard 1689.

Ramelli, Agostino, *Le diverse et artificiose machine del Capitano Agostino Ramelli dal Ponte della Tresia, Ingegniero del Christianissimo Re di Francia et di pollonia. Nellequali si contegono varii et industriosi Movimenti, degni digrandißima Speculatione, per cavarne beneficio infinito in ogni sorte d'operatione ; composte in lingua Italiana & Francese*. [Texte en italien et en français (*Des artificieuses machines*)]. Paris, l'auteur, 1588.

Traduction allemande : *Schatzkammer, Mechanischer Künste des hoch- und weitberühmeten Capitains herrn Augustini de Ramellis, de Masanzana, Königlicher Majestät in Frankreich und Polen vornehmen Ingegnieurs. Darinnen viel unterschiedene Wunderbahre, Kunstreiche Machinæzubefinden, so man zu friedens und Kriegeßzeiten, in- und ausserhalb Vestungen, auch sonsten hochnützlichen und wol gebreauchen kann. Erstlichen vergemelten Authore, in Italienischer und Frantzösischer Sprach Benebenst den Visirungen in Druck gegeben. Jetzo aber auff gutachten vornehmer Ingegnieurs, mit besonderem fleiß ins Deutsche versetzet, und mit zugehörigen Kupferstücken zum druck besörderet*. Leipzig, Henning Gross der Jünger [Georgius Liger, impr.], 1620.

Rivan, Antoine, *De Anguli rectilinei divisione in tres aequales demonstratio geometrica, seu expedita methodus lineandi trientem cuiusque anguli rectilinei, venandi eius numeratim sinum, tangentem & secantem, inscribiendi quoque in circulo Hennagonum regularem atque Heptagonum accurate. Cui accessit consummata explicatio& demonstratio indivisibilium in continuo. Authore, & inventore Ant. Rivano, Carpentoractense, Doctor Medico.* Paris, Denys Langlois, 1623.

Rohault, Jacques [Clersellier, Claude, éd.], *Œuvres posthumes de Monsieur Rohault*. Paris, Guillaume Desprez, 1682.

Édition hollandaise (en deux volumes), « Suivant la copie de Paris » : La Haye, Henri van Bulderen, 1690.

Ryff, Walther Hermann, *Der furnembsten, notwendigsten, der gantzen Architectur angehörigen Mathematischen und Mechanischen künst eygentlicher bericht vnd vast klare, verstendliche unterrichtung, zu rechtem Verstandt der lehr Vitruvii in drey furneme Bücher abgetheylet*. Nürnberg, Johann Petreius, 1547.

Sagredo, Diego de, *Raison d'architecture antique, extraicte de Victruve, et aultres anciens Architecteurs, nouvelleme[n]t traduit Despaignol en Fra[n]çoys ; a lutilite de ceulx q[ui] se delectent en edifices. Imprime par Simon de Colines demourant à Paris rue Sainct Jehan de Beauvais, a lenseigne du soleil dor.* Paris, Simon de Colines, s.d. [1536] ; 1542. Paris, Gilles Gourbin, 1555 ; Paris, Vve D. Cavellat, 1608.

Savonne, *L'arithmetique de Pierre de Savonne dict Talon, natif d'Avignon, comté de Venisse. En laquelle sont contenues plusieurs reigles briefves & subtiles, pour les traffiques de plusieurs pays, mentionnez en la table dudict liure, avec la difference des poids, aunages et monnoyes, de chacun desdits lieux, alliage de metaux necessaire pour tous Maistres de monnoyes, Orfevres et Changeurs, avec le fait & maniement des Changes et Banques qui se font journellement à Lyon, et par les places accoustumees, comme Flandres, Angleterre, Hespagne, Italie, & autres lieux*. Lyon, Benoît Rigaud, 1571 ; 4e édition Lyon, Barthelemy Vincent 1585 ; 5e édition Lyon, les héritiers de B. Rigaud, 1597 ; 6e édition Lyon, Pierre Rigaud, 1604, etc.

Scaliger, Joseph Juste, *Cyclometrica elementa duo. Ad Illustres Nob. Ampliss.Q. Hollandiæ, Wetsfrisiæ et Zeelandiæ Ordines*. Leyde, Plantin/Raphelengius, 1594.

Scaliger, Joseph Juste, *Iosephi Scaligeri Iul. Cæs. F. Mesolabium. Ad Nobiles Academiæ Lugdunensis Batavorum Curatores, et Magnifico ejusdem civitatis Consules*. Leyde, Plantin/Raphelengius, 1594.

Scaliger, Joseph Juste, *Appendix ad cyclometrica sua, in qua asseritur quadratio circuli, contra oblatrationes quorundam, & castigantur quaedam errata in demonstrationibus cyclometricis*. Leyde, Plantin/Raphelengius, 1594.

Serlio, Sebastiano, *Reigles generales de l'architecture, sur les cincq manieres d'edifices, ascavoir, Thuscane, Doricq[ue] ; Ionicq[ue] ; Corinthe, & Co[m]posite, avec les exemples danticquitez, selon la doctrine de Vitruve*. S.l. [Anvers –colophon–], s.n. [Pieter Coecke Van Aelst –colophon–], 1542.

Serlio, Sebastiano, *Il primo libro d'architettura, di Sebastiano Serlio, Bolognese. Le premier livre d'architecture de Sebastiano Serlio, Bolognois, mis en langue Françoyse par Iehan Martin, Secretaire de monseigneur le Reverendissime Cardinal de Lenoncourt*. Paris, s.n. [Jean Barbé], 1545.

Stevin, Hendrik, *Wisconstich Filosofisch Bedryf, van Hendric Stevin Heer van Alphen, van Schrevelsrecht, &c. Begrepen in veertien Boeken*. Leyden, Philippe de Croy, 1667.

Stevin, Simon, *L'Arithmetique de Simon Stevin de Bruges : contenant les computations des nombres Arithmetiques ou vulgaires. Auβi l'Algebre, avec les equations de cinc quantitez. Ensemble les quatre premiers livres d'Algebre de Diophante d'Alexandrie, maintenant premierement traduicts en François. Encore un livre particulier de la Pratique d'Arithmetique, contenant entre autres, Les Tables d'interest, La Disme. Et un Traicté des Incommensurables grandeurs. Avec l'explication du Dixiesme Livre d'Euclide*. Leyde, Christophle Plantin, 1585.

Stevin, Simon, *Memoires mathematiques, Contenant ce en quoy s'est exercé le tres-illustre tres-excellent Prince & Seigneur Maurice Prince d'Orange, Conte de Nassau, Catzenellenboghen, Vianden, Moers &c. Descrit premierement en Bas Alleman par Simon Stevin de Bruges, translaté en françois par Jean Tuning, Licentié és Loix, & Secretaire de Monseigneur le Prince Henry, Comte de Nassau &c.* Leyde, Jan Paedts Jacobsz., 1605-1608.

Stevin, Simon, *Nieuwe manière van Stercktebou door Spilsuysen. Beschreven door Symon Stevin van Brugghe*, Rotterdam, Ian van Waesberghe, 1617.

Stevin, Simon, *Nouvelle maniere de fortification par ecluses.* Leyde, Matthieu & Bonaventure Elzevier ; Rotterdam, Jean Waesbergue, 1618.

Stevin, Simon, *La Castrametation descrite par Symon Stevin de Bruges selon l'ordonnance & l'usage de tres-illustre, tres-excellent Prince et Seigneur Maurice, par la grâce Dieu Prince d'Orange*. Leyde, Matthieu & Bonaventure Elzevier ; Rotterdam, Jean Waesbergue, 1618.

Stevin, Simon, *Les Œuvres mathematiques de Simon Stevin de Bruges. Ou sont inserées les Memoires Mathematiques esquelles s'est exercé le Tres-haut & Tres-illustre Prince Maurice de Nassau, Prince d'Aurenge, Gouverneur des Provinces des Païs-bas unis, General par Mer & par Terre, &c. Le tout reveu, corrigé & augmenté par Albert Girard, Samielois, Mathematicien.* Leyde, Bonaventure & Abraham Elsevier, 1634.

Stifel, Michael, *Die Coss Christoffs Rudolffs, mit schoenen Exempeln der Coss, durch Michael Stifel Gebessert und sehr gemehrt*. Königsberg, Alexander Behm von Luthomysl, 1553.

Stöffler, Johannes, *Elucidatio Fabricae usus[que] Astrolabii A Joanne Stoflerino Justingensi viro Germano : atq[ue] totius Spherice doctissimo, nuper Ingeniose co[n]cinnata atq[ue] in lucem editata.* Oppenheim, Jakob Köbel, 1513

2e éd. : Oppenheim, Köbel, 1524.

Édition en français : *Traité de la composition et fabrique de l'Astrolabe, & de son usage ; avec les preceptes des mesures Geometriques : le tout traduit du Latin de Jean Stofler de Justingence. Avecques annotations sur l'usage de l'Astrolabe & mesures Geometriques, faites par Jean-Pierre de Mesme*. Paris, Guillaume Cavellat, s.d. [1560].

Sturm, Christoph, *Mathesis Juvenilis : or a course of Mathematicks for Young Students and such as have not arriv'd to a great perfection in those studies*. *Containing plain and easie Treatises, by way of question and answer in the following sciences, viz. Arithmetick, Algebra, Geometry, Trigonometry, Navigation, Surveying. Fortification, Architecture, Staticks, Mechanicks, Opticks, Catoptricks. Dioptricks, Astronomy, and the use of the Globes, Chronology, Dialling, &c. Made English from the Latin of Jo. Christopher Sturmius, Professor of Philosophy and Mathematicks by Georges Vaux, M. D. In three volumes.* London, Daniel Midwinter, 1709.

Suberville, Henry de, *L'Henry-metre, instrument royal, et universel, avec sa théorique, usage, et pratique demonstrée par les Propositions Elementaires d'Euclide, et regles familieres d'Arithmetique ; & aussi sans Arithmetique ; lequel prend toutes mesures Geometriques & Astronomiques, qui luy sont circulairement opposées tant au Ciel, qu'en la Terre sur une seule station, par un seul triangle orthogone, sans le bouger de sa place, ny aller mesurer aucune distance de station, ainsi qu'on est contrainct de faire avec les autres Instruments Geometriques. De l'invention d'Henry de Suberville Breton, Chanoine en l'Eglise Cathedrale S. Pierre de Xaintes ; & Advocat en la Cour de Parlement de Bourdeaux. Item un petit traicté sur la Theorique, & Pratique de l'Extraction des racines quarrées pour dresser les Scadrons & Bataillons quarrés.* Paris, Adrien Perier, 1598.

Tarragon, Jean-Baptiste, *Nouveau Traité du toisé rendu facile & demontré, par I. B. Tarragon, Professeur des Mathématiques*. Paris, Laurent d'Houry, 1685.

Tartaglia, Niccolo, *Euclide Megarense Philosopho : solo introduttore delle scientie mathematice : diligentemente reassettato, et alla integrita ridotto per il degno Professore di tal Scientie Nicolo Tartalea Brisciano, secondo le due Tradottioni : e per commune comodo & utilita di latino in volgar tradotto. Con una ampla espositione dello istesso tradottore di novo aggionta. Talmente chiara, che ogni mediocre ingenio, senza la notitia ouer sufragio di alcun'altra scientia con facilita, será capace a' poterlo intendere*. S.l.

[Venise], s.n. [Guilielmo de Monferra & Pietro di Facolo libraires, Venturino Roffinelli, imprimeur -collophon-], s. d. [1543 –collophon-] ; Venise, Curzio Troiano dei Navo, 1565.

Ufano, Diego, *Tratado dela artilleria y vso della, placticado por el Capitan Diego Ufano, en las Guerras de Flandes*. Bruxelles, Jan Mommaert, 1613.

Ufano, Diego, *Artillerie, c'est a dire Vraye instruction de l'Artillerie et de toutes ses appartenances. Avec une declaration de tout ce qui est de l'office d'un General d'icelle, tant en un siege, qu'en un lieu assiegé. Item des batteries, contre-batteries, ponts, mines, & galleries, & de toutes sortes des machines requises au train: Avec un enseignement de préparer toutes sortes des feux artificiels, tant pour resjouyr les amis, que pour molester & endommager, & par eau & par terre les ennemys. Le tout recueilly de l'experience, es guerres du Pays-bas & publié en langue Espagnolle par Diego Ufano, Capitaine de l'artillerie du Chausteau d'Anvers. Mais maintenant traduit en langue Françoise & orné de belles & necessaires figures*. Franckfort, Jean Theodore de Bry, 1614.

Valturio, Roberto, *Les douze livres de Robert Valturin touchant la discipline militaire. Translatez de langue latine en francoyse par Loys Meigret Lyonnois*. Paris, Charles Perier, 1555.

Van Ceulen, Ludolph, *Vanden Circkel, der in gheleert werdt te vinden de naeste Proportie des Circkels-diameter tegen synen Omloop, daer door alle Circkels (met alle Figueren, ofte landen met cromme Linien besloten) recht ghemeten kunnen werden Item aller Figueren syden in den Circkel beschreven , Beginnende van den 3, 4, 5, 15 hoeck, in Irrationale ghetallen te drengen, al hadde de figuer veel hondert-duysent hoecken. Item des 7, 11, 13, 17, 19, 23 hoeck syden, ende wat syden ofte Coorden men begeerdt, welcker Boge groot zijn Graden, Minuten, Secunden, &c. Naer elcx behaghen. Noch de Tafelen Sinuum, Tangentium, ende Secantium, met het gebruyck van dien, hoogh-noodigh voor de Land-meters : Met veel andere konstighestucke, dierghelijcke noyt in druck uytghegheven. Ten laetsten van Interest, met alderhande Tafelen daer toe dienende, et her ghebruyck, door vel constighe Exempelen gheleerdt, ende door't gheheele werck bewesen, ende gheproeft. Alles door Ludolph van Ceulen, gheboren in Hildesheim, beschreven ende inden druck ghebracht.* Delft, Jan Andrieszon, 1596.

Vandenbussche, Alexandre, *L'arithmetique militaire d'Alexandre Vandenbussche Flandrois departie en deux livres. A tres-illustre Seigneur Claude de la Chastre, Chavalier de l'ordre du Roy, conseiller en son conseil privé, & son lieutenant general en ses pays, & duché de Berry. Bienheureuse est la republique où en temps de paix, les chefs pensent à la guerre. A la fin du second livre se trouveront plusieurs advertissement conseils, & sentences militaires des antiques, & Modernes.* Paris, Gilles Gorbin, s. d. [1571 -préface-].

Van der Eycke (Du Chesne), Simon, *Quadrature du cercle, ou manière de trouver un quarré egual au cercle donné ; et au contraire un cercle egual au quarré proposé avec la raison de la circumference au Diametre. Inventée par Simon Duchesne de Dole. A M^{neur} le Prince d'Orange*. Delft, Albert Henry, 1584.

Van Haestens, Henrick, *La Nouvelle Troye, ou Memorable histoire du siege d'Ostende, le plus signalé qu'on ait veu en l'Europe. En laquelle sont descripts & naïfvement représentés en diverses figures, les assauts deffenses, inventions de guerre, mines, contremines, retranchemens, combats par terre & par mer, & autres choses remarcables advenues de part & d'autre, avec ce qui s'est passé par chascun jour durant ledit Siege depuis le 5 juing 1601 jusqu'au 20 Septemb. 1604 qu'elle fut renduë. Recœuillie des plus asseurés memoires par Henry Haestens*. Leyde, Loys Elzevier, 1615.

Van Roomen, Adriaan, *Ideæ Mathematicæ pars prima, sive Methodus Polygonorum, qua Laterum, perimetrorum & arearum cujuscumque polygoni investigandorum ratio exactissima & certissima, unà cum circuli quadratura continentur. Authore Adriano Romano Lovaniensi, Medico & Mathematico*. Anvers, Johannes Keerbergius, 1593.

Van Roomen, Adriaan, *In Archimedes circuli dimensionem Expositio & Analysis. Apologia pro Archimede ad Clariss. virum Josephum Scaligerum. Exercitationes Cyclicae contra Josephum Scaligerum, Orontium Finaeum & Raymarum Ursum, in decem dialogos distinctae*. Würzburg, s.n. [Fleischmann], 1597.

Végèce (et al.), *Flave Vegece Rene homme noble et illustre, du fait de guerre, et fleur de chevalerie. Quatre livres. Sexte Jules Frontin, homme consulaire, des Stratagemes, especes, & subtilitez de guerre. Quatre livres. Aelian de lordre et instruction des batailles. Ung livre. Modeste des vocables du fait de guerre. Ung livre. Pareillement CXX histoires concernans le fait de guerre, joinctes à Vegece. Traduicts fidellement de latin en francois. & collationnez (par le polygraphe humble secretaire & historien du parc d'honneur) aux livres anciens, tant à ceux de Bude, que Beroalde, et Bade*. Paris, Chrestian Wechel, 1536.

Viète, François, *Francisci Vietæ Variorum de Rebus Mathematicis Responsorum, Liber VIII. Cuius præcipua capita sunt, De duplicatione Cubi & Quadratione Circuli. Quæ claudit πρόχειρον, seu Ad usum Mathematici canonis Methodica*. Tours, Jamet Mettayer, 1593.

Viète, François, *Munimen adversus nova Cyclometrica nova, seu Αντιπελεκυς. Ex geometricis Schediasmatis Francisci Vietæ*. Paris, Jamet Mettayer, 1594.

Viète, François, *Francisci Vietae Apollonius Gallus, Seu, Exsuscitata Apollonii Pergæi Περὶ Επαφωη Geometriæ. Ad V. C. Adrianum Romanum Belgam*. Paris, David Le Clerc, 1600.

Viète, François, *Francisci Vietae Zeteticorum liber primus [-Quintus]*, Paris, s. n. [David Le Clerc, d'après le matériel -BnF-], 1600.

Viète, François, *De numerosâ potestatum ad exegesim resolutione. Ex opere restitutae mathematicae analyseos, seu, Algebra novâ Francisci Vietae*. Paris, David Le Clerc, 1600.

Ville, Antoine de, *Le siege de Hesdin, où est contenu tout ce qui s'est passé dans ce Siege ; les ordres qu'on a tenus, au marcher, au camper, aux aproches ; les tranchées, batteries & logemens qu'on a faits ; le passage du fossé, les mines & toutes les attaques, avec l'ordre qu'on y a tenu. La description de la Ville, du Pays, du Campement & de la Circonvallation : les Deffences que les ennemis ont faites, avec les sorties, artifices & retranchemens : Leur capitulation & l'état de la Place lorsque nous y sommes entrez.* Lyon, Jean Caffin & François Plaignard, 1639.

Ville, Antoine de, *De la charge de Gouverneurs des Places. Par Messire Anthoine de Ville Chevalier : où sont contenus tous les ordres qu'on doit tenir pour preparer les choses nécessaires dans une place, tant pour la conserver, comme pour la deffendre, é pour s'empescher de toute sorte de surprises ; un discours facile pour reconnoistre tous les deffauts des places, & pour y sçavoir remerdier ; un abregé de la fortification, où il est traitté en quoy consiste la perfection, & tout ce qu'un Cavalier & un homme de Comandement en doit sçavoir, pour en discourir & pour s'en servir : de plus y est adjousté un traitté des parties de la guerre.* Paris, Matthieu Guillemot, 1639.

Vinet, Elie, *L'arpenterie d'Elie Vinet, Livre de geometrie enseignant a mezurer les champs, & plusieurs autres choses*. Bordeaux, Simon Millanges, 1577.

Repris dans : *La maison champestre d'Elie Vinet Xaintongeois & Antoine Mizauld de Molusson, divisee en cinq parties*. Paris, Robert Foüet, 1607.

Vitruve, *Architecture, ou Art de bien bastir de Marc Vitruve Pollion Autheur romain antique : mis de latin en françoys par Jan Martin Secretaire de Monseigneur le Cardinal de Lenoncourt, pour le roy très chrestien Henry II*. Paris, Jacques Gazeau, 1547.

Edition anglaise : *The construction and use of the line of proportion, by helpe whereof the hardest Questions of Arithmetique & Geometry as well in broken as whole numbers are resolved by Addition and Subtraction. By Edm. Wingate Gent. Nulla dies sine linea.* London, John Dawson, 1628.

2e éd. : *inlarged and amended,* London, Philemon Stephens, 1658.

Traduction flamande : *Des evenrednigens Liniaals Tel-en-Meetkunstig gebruyk. Inde Fransche tale beschreven. Door Edmond Wingate Engels Edelman*. *Ende in het Nederduyts vertaalt door Wilhelmum Leemkulium van Haerlem, lief-heber der vrye Kunsten. Ende door den Druk in licht gegeven, door I. G.* Leyde, Joris Abrahamszon vander Marse, 1628.

Zacarie, le Sr, *Livre d'arithmetique et geometrie. Avec l'Art d'Arpenter, Mesurer toutes superficies de terre. Nouvellement mis en lumiere par le Sr Zacarie, Profeß. és Mathematiques. Reveu, corrigé & augmenté de nouveau. Ensemble un Traicté de la Boussole. Nécessaire à tous ceux qui font profession és Mathematiques*. Paris, Nicolas Rousset, 1625.

SOURCES SECONDAIRES

Allent, Alexandre, *Histoire du Corps Impérial du Génie ; Des siéges et des travaux qu'il a dirigés, et des changemens que l'attaque, la défense, la construction et l'administration des forteresses ont reçus en France, depuis l'origine de la fortification moderne jusqu'à nos jours. Première partie, Depuis l'origine de la fortification moderne jusqu'à la fin du règne de Louis XIV.* Paris, Magimel, 1805.

Alonso-Rodríguez, Miguel Ángel & Calvo-López, José, « *Prospettiva Soldatesca*: An Empirical Approach to the Representation of Military Architecture in the Early Modern Period », *Nexus Network Journal, Architecture and Mathematics*, vol. 16, n°3 (décembre 2014), p. 543-567.

Ageron, Pierre, « Le programme pédagogique de Guillemme Le Vasseur », *in* Marion, Yves (dir.) *Éduquer et instruire en Normandie, Actes du 50e Congrès des sociétés historiques et archéologiques de Normandie*. Caen, Annales de Normandie, 2016 (à paraître).

Ageron, Pierre, « Guillemme Le Vasseur, un mathématicien protestant en Normandie (v. 1564-1634) » *Bulletin de la Société d'histoire du protestantisme en Normandie* n°59 (2016), p. 3-8.

Aquilon, Pierre, « Quatre avocats angevins dans leurs libraires (1586–1592) », *in* Aquilon, Pierre & Martin, Henri-Jean (éd.) *Le Livre dans l'Europe de la Renaissance. Actes du XXVIIIe Colloque international d'Etudes humanistes de Tours*. Paris, Promodis, 1998, p. 503-549.

Aquilon, Pierre, « Petites et moyennes bibliothèques », *in* Jolly, Claude (dir.) *Histoire des bibliothèques françaises, t. 2, Les Bibliothèques sous l'Ancien Régime, 1530-1789*. Paris, Editions du Cercle de la Librairie, 2008, p. 224-257.

Ariew, Roger, « Descartes and the Jesuits: Doubt, Novelty, and the Eucharist » *in* Feingold, Mordechai (dir.), *Jesuit Science and the Republic of Letters*, Cambridge (MA), The MIT Press, 2003, p. 157-194.

Aron, Raymond, *Leçons sur l'histoire. Cours du Collège de France. Établissement du texte, présentation et notes par Sylvie Mesure*. Paris, de Fallois, 1989.

Auger, Léon, *Un savant méconnu, Gilles Personne de Roberval, 1602-1675, son activité intellectuelle dans les domaines mathématique, physique, mécanique et philosophique*. Paris, A. Blanchard, 1962.

Augoyat, Antoine-Marie, *Notice historique sur le lieutenant général Lapara de Fieux, et sur les sièges dont il a dirigé en chef les attaques, et particulièrement celui de Barcelone en 1697. Avec un plan des attaques. Par M. Augoyat, Lieutenant-Colonel du Génie*. Paris, Anselin & G-Laguionie, 1839.

Augoyat, Antoine-Marie, *Aperçu historique sur les Fortifications, les Ingénieurs, et sur le Corps du Génie en France Par le Colonel Augoyat. Seconde édition, revue, corrigée et augmentée. Tome premier sur les fortifications et les ingénieurs.* Paris, CJ. Tanera, 1860.

Axworthy, Angela, *Le Statut des mathématiques en France au XVIe siècle : le cas d'Oronce Fine*, thèse dirigée par Joël Biard, soutenue le 5/12/2011, à l'université François-Rabelais de Tours.

Backer, Augustin de & al., Sommervogel, Carlos (éditeur scientifique), *Bibliothèque de la Compagnie de Jésus*. Paris, Picard ; Bruxelles, Schepens ; Louvain, éditions de la bibliothèque de la Société de Jésus, 1932-1960 [12 volumes, première édition 1869-1876].

Balayé, Simone, *La Bibliothèque nationale des origines à 1800*. Genève, Droz, 1988

Ballon, Hilary, *The Paris of Henri IV. Architecture and Urbanism*. London, The MIT press, 1991.

Balsamo, Jean & Simonin, Michel, *Abel L'Angelier & Françoise de Louvain (1574-1620). Suivi du catalogue des ouvrages publiés par Abel L'Angelier (1574-1610) et la veuve L'Angelier (1610-1620)*. Genève, Droz, « Travaux d'Humanisme de Renaissance n°CCCLVIII, 2002.

Banderier, Gilles, « Ex Bibliotheca Taborotiana », *Annales de Bourgogne* 73, 2001, p. 437-440.

Barbin, Evelyne, « L'outil technique comme théorème en acte », *Sciences et avenir*, Hors-Série n°140 : *Ces instruments qui font la science*, oct.-nov. 2004, p.26-27.

Barbin, Evelyne, *La révolution mathématique au XVII^e^ siècle*. Paris, Ellipses, 2006.

Barbin, Evelyne, « Une approche bakhtinienne des textes d'histoire des sciences », *in* Rey, A.-L. (éd.), *Méthode et histoire*. Paris, Editions Garnier, 2013, p. 217-232.

Barbin, Evelyne & Cholière, Michèle, « La trajectoire des projectiles de Tartaglia à Galilée », *in* Barbin, E., Bonnefon E., Cholière, M., Itard, G., Lefort, X., Lize, C., *Mathématiques, arts et techniques au XVII^e^ siècle*. Le Mans, Publication de l'université du Maine n°4, 1987, p. 40-147.

Baverel, Danièle, « Le compas de proportion », *in* Hébert, Élisabeth (dir.), *Instruments scientifiques à travers l'histoire*. Paris, Ellipses, collection, « IREM – Histoire des Mathématiques », 2004, p. 315-335.

Beaupré, Jean-Nicolas, *Nouvelles recherches de bibliographie lorraine, 1500-1700*. Nancy, Grimblot, Peiffer & Paris, Dumoulin, 1856.

Beeckman, Isaac, de Waard, C. (éd.), *Journal tenu par Isaac Beeckman de 1604 à 1634, publié avec une introduction et des notes par Cornélius de Waard.* La Haye, Martinus Nijhof, 1939 [tome I] – 1954 [tome IV].

Belhoste, Bruno, Picon, Antoine, Dahan-Dalmédico, Amy (dir.), *La formation polytechnicienne 1794-1994*. Paris, Dunod, 1994.

Belhoste, Bruno, « Pour une réévaluation du rôle de l'enseignement dans l'histoire des mathématiques », *Revue d'Histoire des Mathématiques*, n°4 (1998), p. 289-304.

Bély, Lucien, *Espions et ambassadeurs au temps de Louis XIV*. Paris, Librairie Arthème Fayard, 1990.

Bély, Lucien, Bérenger, Jean, Corvisier, André, *Guerre et paix dans l'Europe du XVII^e^ siècle*. Paris, SEDES, 1991.

Bérenger, Jean (dir.), *La révolution militaire en Europe : XV^e^-XVII^e^ siècles. Actes du colloque du 4 avril 1997 à Saint-Cyr Coëtquidan, organisé par le Centre de recherches des écoles de Coëtquidan ; par l'Institut de recherches sur les civilisations de l'Occident moderne, Université de Paris-Sorbonne et par l'Institut de stratégie comparée*. Paris, Institut de Stratégie Comparée / Economica, 1998

Berger de Xivrey, Jules, *Recueil des lettres missives de Henri IV, publié par M. Berger de Xivrey, membre de l'Institut de France (Académie des Inscriptions et Belles-Lettres)*. Tome V, 1599-1602, Paris, Imprimerie nationale, 1850 ; Tome VI, 1603-1606, Imprimerie impériale, 1853 ; Tome VII, 1606-1610, Imprimerie impériale, 1858.

Bernays, Jacob, *Joseph Justus Scaliger*. Berlin, Wilhelm Hertz ; London, Williams and Norgate, 1855.

Biddle, Martin, *Robert Corneweyle, The Maner of Fortification of Cities, Townes, Castelles and other places, 1559, with an introduction by Martin Biddle*. S.l. [Farnborough, UK] Gregg International Publishers Limited England, 1972.

Bierens de Haan, David, « Notice sur quelques quadrateurs du cercle dans les Pays-Bas », *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze Matematiche e Fisiche*, tome VI (mars 1874), p. 99-140.

Biller, Thomas, « Rochus Guerini Graf zu Lynar », *in* Ribbe, Wolfgang & Schäche, Wolfgang (dir.), *Baumeister, Architekten, Stadtplaner : Biographien zur baulichen Entwicklung Berlins*. Berlin, Historische Kommission zu Berlin, Stapp, 1987, p. 13-34.

Biller, Thomas, *Der "Lynarplan" und die Entstehung der Zitadelle Spandau im 16. Jahrhundert*. Berlin, Bürgerbeirat Zitadelle Spandau, 1981.

Blanchard Anne, *Les ingénieurs du « Roy » de Louis XIV à Louis XVI, étude du corps des fortifications*. Montpellier, Université Paul-Valéry, Montpellier III, 1979.

Blanchard, Anne, *Dictionnaire des ingénieurs militaires, 1691-1791*. Montpellier, Centre d'histoire militaire de l'Université Paul Valéry, 1981.

Blay de Gaïx, Cdt Gabriel de, *Histoire militaire de Bayonne, tome I^{er} : de l'origine de Bayonne à la mort d'Henri IV*. Bayonne, Lamaignière, 1899.

Bluteau, Lionel & Péron, Xavier, *Manuel d'usages typographiques. Pour mieux rédigern présenter, relire et corriger un texte*. Paris, CFPJ éditions, 2009.

Bodin, Jean, *Les six livres de la Republique de J. Bodin Angevin. A Monseigneur du Faur, Seigneur de Pibrac, Conseiller du Roy en son Conseil privé*. Paris, Jacques du Puys, 1577. Réédition en six volumes avec commentaires et notes de C. Frémont, M.-D. Couzinet & H. Rochais. Paris, Fayard, 1986.

Boffa, Sergio, « Le plan idéal d'un campement militaire selon la *Castrametatio* de Simon Stevin (1617) », *in* Elkhadem, Hossam & Bracke, Wouter (dir.), *Simon Stevin, 1548-1620. L'émergence de la nouvelle science*. Turnhout, Brepols, 2004, p. 115-121.

Boncompagni, Baldassarre, notes bio-bibliographiques, pp 472-476, dans Sédillot, L. AM., « Les professeurs de mathématiques et de physique générale au collège de France. Troisième période. 1580-1774 », *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze Matematiche e Fisiche*, tome II (1869), p. 461-510.

Borowczyk, Jacques « Viète et les quadrateurs » *in* Barbin, Evelyne, & Boyé, Anne (dir.), *François Viète, un mathématicien sous la Renaissance*. Paris, Vuibert, 2005, p. 131-149.

Bos, Henk J. M., « Simon Stevin mathématicien », *in* Elkhadem, Hossam & Bracke, Wouter (dir.), *Simon Stevin, 1548-1620. L'émergence de la nouvelle science*. Turnhout, Brepols, 2004, p. 49-61.

Bosmans, Henri, « Le traité des sinus de Michiel Coignet », *Annales de la société scientifique de Bruxelles*, n°25 (2), 1901, p. 91-170.

Bosmans, Henri, notice « Simon Stevin », *Biographie nationale*, Volume 23, Bruxelles, Académie royale de Belgique, 1924, p. 887-937.

Botley, Paul & van Miert, Dirk, *The Correspondence of Joseph Justus Scaliger. Supervisory editors Anthony Grafton, Henk Jan de Jonge and Jill Kraye. Volume II. January 1587 to December 1596*. Genève, Librairie Droz, Travaux d'Humanisme et Renaissance n°507, 2012.

Bourchenin, Pierre-Daniel, *Etude sur les Académies protestantes en France au XVI^e^ siècle et au XVII^e^ siècle*. Paris, Grassart, 1882.

Bouvard, André, « L'ingéniaire et le Baumestre : une rivalité d'architecte à Montbéliard à la fin du XVI^e^ siècle », *Bulletin et Mémoires de la Société d'Émulation de Montbéliard*, fascicule n°125, 2002, p. 385-408.

Bouvard, André, « Heinrich Schickhardt, "Liste de mes livres. 1631" : l'inventaire autographe d'un architecte des ducs de Wurtemberg », *Cahiers de RECITS*, Université de technologie de Belfort-Montbéliard, fascicule n°6, 2008, p. 31-55.

Boyé, Anne, « Viète géomètre : l'Appolonius Gallus » *in* Barbin, Evelyne, & Boyé, Anne (dir.), *François Viète, un mathématicien sous la Renaissance*. Paris, Vuibert, 2005, p. 105-129.

Bravo Nieto, Antonio, « La racionalización del espacio defensivo en el Renacimiento. Dos tratados de arquitectura militar en España », *Boletin de Arte*, n°15, 1994, p. 69-89.

Bragard, Philippe, *Dictionnaire biographique des ingénieurs des fortifications. Pays-Bas espagnols, Principauté de Liège, Franche-Comté, 1504-1713*. Namur, Les Amis de la Citadelle de Namur, 2011.

Bragard, Philippe, « La "Trace italienne". Réflexion sur une expression infondée », *in* Faucherre, Nicolas, Martens, Pieter, Paucot, Hugues, *La genèse du système bastionné en Europe (1500-1550)*. Navarrenx, Cercle Historique de l'Arribère, 2014, p. 49-52.

Breman, Paul, [*Books on*] *Military architecture printed in Venice, an annotated catalogue*, MS 't Goy-Houten (NL), Hes & De Graaf, 2002.

Brioist, Pascal « L'artillerie à la Renaissance entre art et science, l'exemple anglais », *in* Barbin, Evelyne (dir.), *Arts et sciences à la Renaissance*, Paris, Ellipses, 2007, p. 231-251.

Brioist, Pascal, *Les mathématiques et la guerre en France, en Italie, en Espagne et en Angleterre au XVI^e^ siècle.* Thèse d'habilitation à diriger les recherches (sous la direction de Gérald Chaix), soutenue le 21 novembre 2009 au Centre d'Études Supérieures de la Renaissance, université François-Rabelais, Tours.

Brioist, Pascal, *Léonard de Vinci, homme de guerre*. Paris, Alma éditeur, avril 2013.

Brunet, Jacques-Charles, *Manuel du libraire et de l'amateur de livres contenant 1° un nouveau dictionnaire bibliographique, 2° une table en formede catalogue raisonné. Par Jacques-Charles Brunet, Chevalier de la Légion d'Honneur. Cinquième édition originale entièrement revue et augmentée d'un tiers par l'auteur*. Tome deuxième. Paris, Firmin Didot, 1861.

Bürger, Stefan, *Architectura Militaris. Festungsbautraktate des 17. Jahrhunderts von Specklin bis Sturm*. Berlin, Deutscher Kunstverlag, 2013.

Buisseret, David, *Les ingénieurs du roi au temps de Henri IV.* Paris, Ministère de l'Éducation nationale, Comité des travaux historiques et scientifiques, Bulletin de la section de Géographie, tome LXXVII, année 1964. Paris, Bibliothèque nationale, 1965.

Buisseret, David, *Ingénieurs et fortifications avant Vauban : l'organisation d'un service royal aux XVI^e^- XVII^e^ siècles*. Paris, Ministère de la Jeunesse, de l'Éducation nationale et de la Recherche, Comité des travaux historiques et scientifiques, 2000.

Cajori, Florian, *A History of Mathematical Notations by Florian Cajori Ph.D. Professor of the History of Mathematics, University of California. Volume 1: Notations in elementary mathematics*. London, The Open Court Company, 1928.

Cámara Muñoz, Alicia (dir.), *Los ingenieros militares de la monarquía hispánica en los siglos XVII y XVIII*. Madrid, Ministerio de Defensa: Asociación Española de Amigos de los Castillos: Centro de Estudios Europa Hispánica, 2005.

Cámara Muñoz, Alicia, « La profesión de ingeniero : los ingenieros del rey », *in* Silva Suárez, Manuel (dir.), *Técnica e ingenieria en España I : El Renacimiento. De la técnica Imperial y la popular* (2.ª edición corregida y aumentada). Zaragoza, Real Academia de Ingeniería, Institución « Fernando el Católico », Prensas Universitarias de Zaragoza, 2008, p. 125-164.

Cámara Muñoz, Alicia, « González de Medina Barba, Diego », notice biographique, *Diccionario Bioggráfico Español*, XXIV. Madrid, Real Academia de la Historia, 2011, p. 154-155.

Cámara Muñoz, Alicia, « Cristóbal de Rojas. De la cantería a la ingeniería », *in* Cámara Muñoz, Alicia & Revuelta Pol, Bernardo (dir.), *Ingenierios del Renacimiento*. Madrid, Fundación Juanelo Turriano, 2014, p. 135-161.

Cartier, Alfred, *Bibliographie des éditions des de Tournes, imprimeurs lyonnais. Mis en ordre, avec une Introduction et des Appendices par Marius Audin et une Notice biographique par E. Vial*. Paris, Editions des Bibliothèques nationales de France, 1937 (vol. 1), 1938 (vol. 2).

Chagniot, Jean, *Guerre et société à l'époque moderne*. Paris, PUF, coll. « Nouvelle Clio », 2001.

Chagniot, Jean, « Critique du concept de révolution militaire », *in* Bérenger, Jean (dir.), *La révolution militaire en Europe : XV^e^-XVII^e^ siècles*. Paris, Institut de Stratégie Comparée / Economica, 1998, p. 23-29.

Chartier, Roger, Compère, Marie-Madeleine & Julia Dominique, *L'éducation en France du XVI^e^ au XVIII^e^ siècle*. Paris, Société d'édition d'enseignement supérieur (SEDES), 1976.

Chasles, Michel, *Aperçu historique sur l'origine et le développement des méthodes en géométrie, particulièrement celles qui se rapportent à la géométrie moderne, suivi d'un mémoire de géométrie sur deux principes généraux de la science, la dualité et l'homographie*. Bruxelles, Hayez, 1837.

Châtelet-Lange, Liliane, *Jacques Gentillâtre. Montbéliard, Genève, Chalon-sur-Saône, Lyon*. Monuments et mémoires de la Fondation Eugène Piot, Tome 70, 1989. p. 71-138.

Châtelet-Lange, Liliane, *Jacques Gentillâtre*, Notice dans *The Dictionary of Art*, vol. 12. New York, Grove, 1996, p. 309-310.

Chevrier, François-Antoine, *Histoire civile, militaire, ecclésiastique, politique et littéraire de Lorraine et de Bar, dédiée à son Altesse roiale Monseigneur le duc Charles de Lorraine*. Bruxelles, *s.n.*, 1758.

Cobos-Guerra, Fernando, « La formulación de los principios de la fortificación abaluartada en el siglo xvi. De la *Apología* de Escrivá (1538) al *Tratado* de Rojas (1598) », in Silva

Suárez, Manuel (dir.), *Técnica e ingenieria en España I : El Renacimiento. De la técnica Imperial y la popular* (2.ª edición corregida y aumentada). Zaragoza, Real Academia de Ingeniería, Institución « Fernando el Católico », Prensas Universitarias de Zaragoza, 2008, p. 449-486.

Cockle, Maurice J. D., *A bibliography of English Military Books up to 1642 and of Contemporary Foreign Works, by Maurice J. D. Cockle, late Capt. 4th Batt. Border Regt. With an Introductory Note by Charles Oman, M.A., F.S.A., Fellow of All Souls College, Oxford. Edited by H. D. Cockle*. London, Simpkin, Marshall, Hamilton, Kent, & Co. Ltd, 1900.

Cohen, Gustave, *Écrivains français en Hollande dans la première moitié du XVIIe siècle. Thèse pour le Doctorat ès Lettres, présentée à la Faculté des Lettres de Paris*. Paris, Édouard Champion, 1920.

Colonie, Jean-Martin de La, *Mémoires de Monsieur de la Colonie, Maréchal de camp des armées de l'Électeur de Bavière. Contenant les événements de la guerre, depuis le siège de Namur en 1692, jusqu'à la bataille de Bellegarde en 1717. Les motifs qui engagèrent l'Électeur de Bavière à prendre le parti de la France contre l'Empereur en 1701. La description circonstanciée des Batailles & Siéges en Allemagne, en Flandres, en Espagne, &c. Avec les aventures et les combats particuliers de l'auteur*. [Deux tomes]. Bruxelles, « aux dépens de la Compagnie », 1737.

Compère, Marie-Madeleine, Julia, Dominique, *Les collèges français, 16e-18e siècles*. Paris, Institut National de Recherche Pédagogique, 1984 (Répertoire 1 – France du Midi) ; 1988 (Répertoire 2 – France du Nord et de l'Ouest) ; 2002 (Répertoire 3 – Paris).

Conconi, Bruna, « L'"Histoire memorable" de Jean de Léry, ou l'apologie d'une double trahison », *Bulletin de la Société de l'histoire du protestantisme français*, n°146/4, Octobre-novembre-décembre 2000, p. 669-688.

Condorcet, Marie-Jean-Antoine-Nicolas de Caritat, Marquis de, *Éloges des Académiciens de l'Académie Royale des Sciences. Morts depuis 1666, jusqu'en 1699. Par M. Le Marquis de Condorcet, de la même Académie & de la Société Royale de Turin*. Paris, Hôtel de Thou, 1773.

Cornette, Joël, « D'Erasme à Kant », Dossier « Les Pacifistes », *L'Histoire*, n°411 (mai 2015), p. 40-43.

Corvisier, André (dir.) *Dictionnaire d'art et d'histoire militaires*. Paris, Presses Universitaires de France, coll. « Grands dictionnaires », 1988.

Corvisier, André (dir.) *Histoire militaire de la France. Des origines à nos jours*. *Tome I : Des origines à 1715, sous la direction de Philippe Contamine*. Paris, Presses Universitaires de France, 1992

Corvisier, Christian, Warmoës, Isabelle, « L'art de fortifier de Vauban. Normalisation de la fortification bastionnée et réminiscences des formes médiévales » *in* Martin, Thierry, Virol, Michèle, *Vauban, architecte de la modernité* ? Besançon, Presses universitaires de Franche-Comté, Coll. « Les Cahiers de la MSHE Ledoux » n°11, 2008, p. 101-134.

Costabel, Pierre, « Gilles Personne de Roberval (1602-1675) », in Costabel, Pierre, Martinet, Monette, *Quelques savants et amateurs de Science au XVIIe siècle*. Paris, Société française d'histoire des sciences et des techniques (Cahiers d'Histoire et de Philosophie des Sciences, nouvelle série, n°14), 1986, p. 21-31.

Crépet, Julien, *Histoire de Gigny-sur-Saône, 4e partie : Clement Demangin, étude historique, 1902*. Mss 101-102, Bibliothèque municipale de Tournus, p. 113-123.

Daniel, Gabriel (S.J.), *Histoire de la milice françoise et des changemens qui s'y sont faits, depuis l'établissement de la Monarchie Françoise dans les Gaules, jusqu'à la fin du Regne de Louis le Grand, par le R.P. G. Daniel, de la Compagnie de Jesus, Auteur de l'Histoire de France*. Tome II (livres IX à XIV). Paris, Denis Mariette, Jean-Baptiste Delepine & Jean-Baptiste Coignard Fils, 1721.

Dainville, François de, « L'enseignement des mathématiques dans les Collèges Jésuites de France du XVIe au XVIIIe siècle », *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, Tome 7, 1954, p. 6-21 (partie I), p. 109-123 (partie II).

Daumas, Maurice (dir.), *Histoire générale des techniques, t. 2. Les premières étapes du machinisme : XVe- XVIIIe siècle*. Paris, Presses Universitaires de France, 1964 ; édition « Quadrige », 1996. Première partie (*Les XVe et XVIe siècles en Occident*), chap. VII : « Les techniques militaires » (Bertrand Gille), p. 88-102 ; deuxième partie (*Les grandes étapes de transition*), Livre V : « Techniques militaires » (Paul Gille), p. 473-501.

Daussy, Hugues, *Les Huguenots et le Roi. Le combat politique de Philippe Duplessis-Mornay (1572-1600)*. Genève, Librairie Droz, 2002.

Davies, E. Brian, *Archimede's calculation of square roots*, online publication, Department of Mathematics, King's college, London, 2011.

Debrabant, Bernard, *La fortification du Quesnoy au dix septième siècle*. Le Quesnoy, Cercle Historique Quercitain, 1981.

2e éd. : *Vauban & la fortification du Quesnoy au XVIIe siècle*. Le Quesnoy, éditions Invenit, 2007.

De Groote, H.L.V., notice « Coignet, Michiel, schoolmeester, wiskundige, instrumentmaker, ingenieur », *Nationaal Biografisch Woordenboek* III. Bruxelles, Koninklijke Vlaamse Academie van België, 1968, p. 184-191.

Delatour, Jérôme, *Une bibliothèque humaniste au temps des guerres de religion. Les livres de Claude Dupuy d'après l'inventaire dressé par le libraire Denis Duval (1595)*. Mémoires et documents de l'École des Chartes, n°53. Éditions de l'ENSSIB, juin 1998.

De Lucca, Denis, *Jesuits and Fortifications. The Contribution of the Jesuits to Military Architecture in the Baroque Age*. Leiden, Brill, 2012

Descartes, René, *Règles pour la direction de l'esprit. Traduction et notes par Jacques Brunschwig*. Paris, Librairie Générale Française, Le Livre de Poche, coll. « Classiques de la Philosophie», 2002.

Descartes, René, *La recherche de la Vérité par la lumière naturelle*. *Traduction et notes par Emmanuel Faye*. Paris, Librairie Générale Française, Le Livre de Poche, coll. « Classiques de la Philosophie », 2010.

Descotes, Dominique, « Notes sur le *Cursus mathematicus* de Pierre Hérigone », in Colbus, Jean-Claude, Hébert, Brigitte (dir.) *Les outils de la connaissance. Enseignement et formation intellectuelle en Europe entre 1453 et 1715*. Publications de l'université de Saint-Étienne, 2006, p. 239-254.

Desgraves, Louis, *Elie Vinet, humaniste de Bordeaux (1509 - 1587). Vie, bibliographie, correspondance, bibliothèque*. Genève, Librairie Droz, 1977.

Desgrave, Louis et al. (dir.), *Répertoire bibliographique des livres imprimés en France au XVII^e siècle (Bibliotheca bibliographica aureliana)*, 29 volumes parus. Baden-Baden, V. Kœrner, 1971-2010

Deswarte-Rosa, Sylvie & Régnier-Roux, Daniel, *Le Recueil de Lyon. Jacques I^er Androuet du Cerceau & son entourage.* Publications de l'université de Saint-Etienne, 2010.

De Waard, Cornelius, notice « Alleaume (Jacques) », *in* Molhuysen, Philipp Christiaan & Blok, Petrus Johannes (dir.), *Nieuw Nederlandsch biografisch woordenboek*. Volume 2. Leiden, Sijthoff, 1912.

Doti, Gerardo, « Lorini, Buonaiuto », notice biographique, *Dizionario Biografico degli Italiani*, vol. 66. Rome, Istituto della Enciclopedia Italiana, 2006 [en ligne].

Douchet, Louis, *Manuscrits de Pagès marchand d'Amiens, Ecrits à la fin du 17e et au commencement du 18e siècle sur Amiens et la Picardie. Mis en ordre et publiés par Louis Douchet, membre de la Société des Antiquaires de Picardie*. Tome IV. S .l. [Amiens], s.n. [Se trouve chez tous les libraires de la Picardie ; impr. Ve Herment], 1860.

Dubourg-Glatigny, Pascal, & Vérin, Hélène (dir.), *Réduire en art. La technologie de la Renaissance aux Lumières*. Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'homme, 2008.

Dudley, Underwood, *Mathematical cranks*, The Mathematical Association of America, série "Spectrum", 1992.

Dupré-Lasale, Émile, « Les amis et les protégés de L'Hospital », *Bulletin du Bibliophile et du bibliothécaire*. Paris, Librairie Techener, 1896, p. 462-472.

Dutray-Lecoin, Élise, & Muzerelle, Danielle (sous la dir.), *La Bastille ou « l'enfer des vivants », à travers les archives de la Bastille, catalogue de l'exposition présentée à la bibliothèque de l'Arsenal du 9 novembre 2010 au 11 février 2011*. Paris, Bibliothèque nationale de France, 2010.

Elkhadem, Hossam & Bracke, Wouter (dir.), *Simon Stevin, 1548-1620. L'émergence de la nouvelle science*. Turnhout, Brepols, 2004.

Endrei, Walter, « Jean Errard (1554-1610) and His Book of Machines: *Le Premier Livre des instruments mathématiques méchaniques* of 1584 », *History of Technology*, volume 17, 1995, p. 179-190.

Esnaut, G. (l'abbé), *Michel Chamillart, Contrôleur général des finances et secrétaire d'état à la guerre (1699-1709) : correspondance et papier inédits recueillis et publiés par l'Abbé G. Esnault, correspondant du Ministère de l'Instruction publique pour les travaux historiques, secrétaire de la société historique et archéologique du Maine*, t. II. Le Mans, Edmond Monnoyer, 1884.

Euclide, *Les Éléments, traduits du texte de Heiberg. Traduction et commentaire de Bernard Vitrac*. Paris, Presses Universitaires de France, coll. « Bibliothèque d'histoire des sciences », vol. 1, Livres I à IV, 1990 ; vol. 2, Livres V à IX, 1994 ; vol. 3, Livre X, 1998 ; vol. 4, Livres XI à XV, 2001.

Fara, Amelio, *Il sistema e la città. Architettura fortificata dell'Europa moderna dai trattati alle realizzazioni 1464-1794*. Genova, Sagep Editrice 1989.

Febvre, Lucien, *Le problème de l'incroyance au XVI^e siècle. La religion de Rabelais*. Paris, Albin Michel, 1947.

Febvre, Lucien, *Combats pour l'histoire*. Paris, Armand Colin, coll. « L'ancien et le nouveau », 1992.

Folkert, Menso, « Regiomontanus' role in the transmission and transformation of Greek mathematics» *in* Ragep, F. Jamil & Sally P. (dir.), *Tradition, transmission, transformation: proceedings on two conferences on pre-modern sciences held at the University of Oklahoma*. Leiden, Brill, 1996, p. 89-114.

France-Lanord, Albert, Introduction à la reproduction en fac-similé du *Premier livre des Instruments Mathematiques Mechaniques par J. Errard de Bar-le-Duc*. Nancy, Berger-Levrault, 1979.

[Faultrier, Joachim], *Catalogus librorum bibliothecæ Domini Joachimi Faultrier, abbatis Beatae Virginis Arduennensis, et Sancti Lupi Tricassini ; Praefecti Hannoniae, etc ; Digestus a Prospero Marchand, Bibliopola Parisiensi.* Paris, Prosper Marchand & Jacques Quillau, 1709.

Feingold, Mordechai, « Jesuits: Savants » *in* Feingold, Mordechai (dir.), *Jesuit Science and the Republic of Letters*, Cambridge (MA), The MIT Press, 2003, p. 1-45.

Gabbey, Alan, *Gilles Personne de Roberval (1602-1675). Un savant révélé par ses archives. Catalogue des manuscrits et des documents. Documents inédits*. Ouvrage non publié, Archives de l'Académie des Sciences, Paris, dossier *Roberval*.

Gaber, Stéphane, « Jean Errard de Bar-le-Duc, Ingénieur des fortifications du roi de France Henry IV », *Le Pays lorrain, Journal de la Société d'archéologie lorraine et du musée historique lorrain*, n°2, 1990. Nancy, Berger-Levrault, 1990.

Gady, Alexandre, « Du Collège Royal au Collège de France », *in* Hottin, Christian (dir.), *Universités et grandes écoles à Paris : les palais de la science*. Paris, Action artistique de la ville de Paris, 1999, p. 79-88.

Galindo Diàz, Jorge, « The Dissemination of Military Perspective through Fortification Treatises between the Sixteenth and Eighteenth Centuries », *Nexus Network Journal, Architecture and Mathematics*, vol. 16, n°3 (décembre 2014), p. 569-585.

Garvan, Anthony, « The Protestant Plain Style before 1630 », *Journal of the Society of Architectural Historians*, vol. 9, n°3 (octobre 1950), p. 4-13.

Gentillet, Innocent, *Discours sur les moyens de bien gouverner et maintenir en bonne paix un Royaume ou autre Principauté. Divisez en trois parties : asavoir, du Conseil, de la Religion & Police que doit tenir un Prince. Contre Nicolas Machiavel Florentin. A Treshaut & Tres-illustre Prince François Duc d'Alençon, fils & frere du Roy*. S.l. [Genève], s.n. [François Estienne], 1576. Reproduit avec des commentaire et notes par C. Edward Rathé, Librairie Droz, Genève, 1968.

Geymüller, Heinrich von, *Les Du Cerceau, leur vie et leur œuvre, d'après de nouvelles recherches…*, Librairie de l'art, Paris, Jules Rouam, 1887.

Gille, Bertrand, *Les ingénieurs de la Renaissance*. Paris, Hermann, 1964.

González de León, Fernando, *The Road to Rocroi. Class, Culture and Command in the Spanish Army of Flanders, 1567-1659*. Leiden, Brill, Collection "History of Warfare", volume 52, 2009.

Goujet, Jean, *Memoire historique & littéraire sur le College Royal de France. Seconde partie, contenant la notice historique des Lecteurs & Professeurs Royaux en Mathématiques, en Philosophie Grecque & Latine, & en Eloquence Latine, depuis la Fondation du Collège Royal jusqu'à aujourd'hui*. Paris, Lottin l'aîné, 1768.

Goulding, Robert, « Polemic in the margin: Henry Savile against Joseph Scaliger's quadrature in the circle», *in* Jacquart, Danielle & Burnett, Charles (dir.), *Scientia in margine. Études sur les* marginalia *dans les manuscrits scientifiques du Moyen Âge à la Renaissance*. Genève, Droz, 2005.

Gresset, Maurice, « Les Jésuites au collège de l'Arc à Dole, 1582-1828 », *in* Brelot, Claude-Isabelle, Mayaud, Jean-Luc (dir.), *Voyages en Histoire. Mélanges offerts à Paul Gerbod*. Annales littéraires de l'Université de Besançon, n°550. Paris, les Belles-Lettres, 1995, p. 51-60.

Guichard, Jean-Paul, « Viètre, un portrait en quatre facettes », *in* Barbin, Evelyne, & Boyé, Anne (dir.), *François Viète, un mathématicien sous la Renaissance*, Vuibert, 2005.

Guilleminot-Chrétien, Geneviève, « Le premier livre des instruments mathematiques mechaniques », *in* Chatelain, Jean-Marc (dir.), *Éloge de la rareté. Cent trésors de la Réserve des livres rares*. Paris, Bibliothèque nationale de France, 2014.

Guyot, Patrick, Métin, Frédéric, « Les cours de Jacques Rohault, entre mathématiques et physique », *in* Barbin, Evelyne, Moussard, Guillaume (dir.), *Les mathématiques et le réel : expériences, instruments, investigations*. *Actes du 21^{e} colloque inter-IREM d'épistémologie et d'histoire des mathématiques* (à paraître).

Günther, Hubertus, « Les ouvrages d'architecture publiés par Walther Hermann Ryff à Nuremberg en 1547 et 1548 » in Deswarte-Rosa, Sylvie (dir.), *Sebastiano Serlio à Lyon : architecture et imprimerie*, vol. 1. Lyon, Mémoire active, 2004, p. 501-503.

Haag, Eugène & Haag, Émile, *La France Protestante, deuxième édition publiée sous les auspices de la Société de l'histoire du protestantisme français et sous la direction de M. Henri Bordier*. Paris, Librairie Sandoz et Fischbacher, tomes 1 à 3 (1877-1879-1881), puis : Paris, Librairie Fischbacher, tomes 4 à 6 (188'-1886-1888). Article « Errard », dans le tome 6, colonnes 39 à 44.

Hara, Kokiti, notice « Roberval, Gilles Personne (or Personier) De », *Complete Dictionary of Scientific Biography* [e-book], New York, Charles Scribner's Son, 2007-2008.

Harris, Steven J., « Les chaires de mathématiques », *in* Giard, Luce (dir.), *Les Jésuites à la Renaissance. Système éducatif et production du savoir*. Paris, PUF, coll. « Bibliothèque d'Histoire des Sciences », 1995, p. 239-261.

Hartog, François, *Évidence de l'histoire. Ce que voient les historiens*. Paris, Éditions de l'EHESS, coll. « Cas de figure », 2005.

Hausmann, Franz-Jozef, *Louis Meigret, humaniste et linguiste*. Lingua et traditio, Beiträge zur Geschichte der Sprachwissenschaft, Band 6. Tübingen, Gunter Narr Verlag, 1980.

Heath, Thomas L., *The thirteen books of Euclid's Elements translated from the text of Heiberg, with introduction and commentary*. *Second edition, revised with additions*. New York, Dover, 1956.

Hébert, Élisabeth (dir.), *Instruments scientifiques à travers l'histoire*. Paris, Ellipses, collection, « IREM – Histoire des Mathématiques », 2004.

Heeffer, Albrecht, *"Wonder to those that are ignorant in the cause". A modern edition of* Récréation Mathématique *(1624) based on its English translation, with an introduction and notes, a glossary and commentaries*. Heidelberg, Springer, à paraître.

Hennet, Léon, *Les Compagnies de Cadets-Gentilshommes et les Écoles militaires, par Léon Hennet, sous-chef aux Archives de la guerre*. Paris, Librairie militaire de L. Baudoin, 1889.

Heinsius, Daniel, *Illustrissim. viri Josephi Scaligeri, Iulii Cæs. a Burden F. Epistolæ, omnes quæ reperiri potuerunt, nunc primum collectæ ac editæ. Cæteris præfixa est ea quæ est De Gente Scaligera; in qua de autoris vita; & sub finem Danielis Heinsii De morte eius altera*. Leyde, Bonaventure & Abraham Elzevier, 1627.

Heirwegh, Jean-Jacques & Métin, Frédéric, « Simon Stevin et les affaires financières », *in* Elkhadem, Hossam & Bracke, Wouter (dir.), *Simon Stevin, 1548-1620. L'émergence de la nouvelle science*. Turnhout, Brepols, 2004, p. 73-81.

Hillard, Denise, « Jacques Besson et son "Théâtre des instruments mathématiques" », *Revue française d'histoire du livre*, nouvelle série, n°22, janvier-février-mars 1979, p. 5-38.

Hillard, Denise, « Jacques Besson et son "Théâtre des instruments mathématiques". Recherches complémentaires », *Revue française d'histoire du livre*, nouvelle série, n°30, janvier-février-mars 1981, p. 47-77.

Hoefer, Ferdinand (dir.), *Nouvelle biographie générale : depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours*. 46 volumes. Paris, Firmin-Didot, 1851-1866.

Holt, Ian, « Die Solothurner Jesuitenbibliothek (1646-1773) und ihre Gönner. Die Bibliothek Franz Haffners und weitere Schenkungen und Vermächtnissein », *Jahrbuch für Solothurnische Geschichte*, 80. Band. Solothurn, Historischer Vereindes Kantons Solothurn, 2007, p. 247-276.

Huber, V., « Notice sur « La Guide des Fortifications et Conduitte militaire » par Claude Flamand ingenieux du Duc de Wirtemberg, imprimé par Jacques Foillet, à Montbéliard en 1597 », *Mémoires de la Société d'Émulation de Montbéliard*, vol. XXXIV, 1907.

Itard, Jean, notice « Henrion, Denis or Didier », *Complete Dictionary of Scientific Biography* [e-book], New York, Charles Scribner's Son, 2007-2008.

Jacob, Marie, *La quadrature du cercle. Un problème à la mesure des Lumières*, Paris, Fayard, 2006.

Jordan, Klaus, *Bibliographie zur Geschichte des Festungsbaues von den Anfängen bis 1914*. Marburg, Deutsche Gesellschaft für Festungsforschung e.V., 2003.

Jullien, Vincent, *Éléments de géométrie de G. P. de Roberval*. Pars, Vrin, coll. « Mathesis », 1996.

Jouffroy, Christian, « Jean Flamand, ingénieur du duc Louis-Frédéric de Wurtemberg, 1597-1634 » *Bulletin et Mémoires de la Société d'Émulation de Montbéliard*, vol.°LXXXVIII, fascicule n°115, 1992, p. 45-94.

Keller, Alex, « Review: Renaissance Theaters of Machines », *Technology & Culture*, vol. 19, n°3 (juillet 1978), p. 495-508.

Keller, Alex, « The Missing Years of Jacques Besson, Inventor of Machines, Teacher of Mathematics, Distiller of Oils, and Huguenot Pastor », *Technology & Culture*, vol. 14, n°1 (janvier 1973), p. 28-39.

Keller, Alex, « A manuscript version of Jacques Besson's book of machines, with his unpublished principles of mechanics », *in* Hall, Bert & West, Delno (dir.) *On Pre-Modern Technology and Science: A Volume of Studies in Honor of Lynn White Jr.* Malibu, Undena Publications, 1976, p. 75-104.

Korn, Richard, *Kriegsbaumeister Graf Rochus zu Linar, sein Leben und Wirken*. Dresden, Heinrich, s.d. [1905].

Labarre, Albert, *Le livre dans la vie amiénoise du seizième siècle. L'enseignement des inventaires après décès, 1503-1576*. Paris, Publications de la Faculté des Lettres et Sciences humaines de Paris-Sorbonne, série « Recherches », tome 66, Éditions Béatrice-Nauwelaerts, 1971.

Lacoarret, Marie, « Les traductions françaises des œuvres d'Euclide », *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, tome 10, n°1, 1957, p. 38-58.

Lallemend, Alfred & Boinette, Marcel, *Jean Errard de Bar-le-Duc, « premier ingénieur du très Chrétien Roy de France et de Navarre Henry IV », sa vie, ses œuvres, sa fortification (lettre inédites de Henry IV et de Sully)*, Paris, Thorin & Dumoulin ; Bar-le-Duc, Comte-Jacquet & Boinette, 1884.

Lamberini, Daniela, « De Marchi, Francesco », notice biographique, *Dizionario Biografico degli Italiani*, vol. 38. Rome, Istituto della Enciclopedia Italiana, 1990 [en ligne].

Lamberini, Daniela, *Il Sanmarino. Giovan Battista Belluzzi architetto militare e trattatista del Cinquecento*. Coll. « Arte e archeologia - Studi e documenti », vol. 30. Florence, Leo S. Olschki, 2007.

La Penna, Pierlorenzo, *La fortezza e la città. Buonaiuto Lorini, Giulio Savorgnan e Marcantonio Martinengo a Palma (1592-1600)*. Firenze, Accademia toscana di scienze e lettere «La Colombaria», Série « Studi », vol. 156, Leo S. Olschki editore, 1997.

Le Bœuf, Patrick, « La bibliothèque de Mathurin Jousse : une tentative de reconstitution », *In Situ* [En ligne], 1 | 2001, mis en ligne le 01 juin 2001, consulté le 29 décembre 2014. URL : http://insitu.revues.org/1111 ; DOI : 10.4000/insitu.1111

Le Dividich, Aude, *L'enseignement des mathématiques en France au XVII^e siècle (1600-1670)*. Thèse soutenue à l'Ecole nationale des Chartes, session de 1996. Centre historique des Archives nationales, n°1996THESE23.

Le Dividich, Aude, « L'enseignement des mathématiques en France au XVII^e siècle (1600-1670) », *in* Bercé, Yves-Marie (dir.) *La Science à l'époque moderne, Actes du colloque annuel de l'association des historiens modernistes, 3 et 4 février 1996*. Paris, Presses de l'Université de Paris-Sorbonne, 1998, p. 29-44.

Le Dividich, Aude, « Afficher, distribuer : usages éphémères de l'imprimé dans l'enseignement des sciences mathématiques en France au XVII^e siècle », *Revue de la bibliothèque nationale de France*, 14, 2003, p. 56-63.

Lefort, Xavier, « Les logarithmes servent aussi à calculer », *in* Commission inter-IREM d'Épistémologie et d'Histoire des Mathématiques, *Histoire de logarithmes*. Paris, Ellipses, 2006, p. 131-143.

Le Goff, Jean-Pierre, « Du nombre dans l'art de la guerre. Ou : De quelques usages des Mathématiques dans l'art militaire, du XVIème au XVIIIème siècle », *in* Barbin, Evelyne (dir.), *Si le nombre m'était conté...* Paris, Ellipses, Coll. « IREM-Épistémologie et Histoire des Mathématiques », 2000, p. 217-245.

Le Goff, Jean-Pierre, « L'algèbre de Viète selon James Hume », *in* Barbin, Evelyne, & Boyé, Anne (dir.), *François Viète, un mathématicien sous la Renaissance*. Paris, Vuibert, 2005, p. 87-101.

Lemerle, Frédérique, « La version française des *Medidas del Romano* », *in* Marías, F. & Pereda, F. (éd.), *Medidas del Romano, Diego de Sagredo, Toledo. 1526*. Tolède, Pareja, 2000, 2, p. 93-106.

Lennel, Fernand, *Calais par l'image. Nouvelle édition, tome 2 : de la reprise de Calais (1558) à la Révolution française (1789).* La Sentinelle, collection « Terres septentrionales de France », Le Téméraire, 1996.

Leroy, Gabriel, « Recherches sur l'introduction de l'imprimerie à Melun », *Bulletin de la Société d'archéologie, Sciences, Lettres et Arts du département de Seine-et-Marne*, vol. 8 (1875-1877), Meaux, Destouches, 1878, pp 51-69.

Linzeler, André & Adhémar, Jean, *Inventaire du fonds français, graveurs du seizième siècle*. Paris, Bibliothèque nationale, 1932 (tome 1) et 1938 (tome 2).

Long, Pamela, « Picturing the machines: Francesco di Giorgio and Leonardo da Vinci in the 1490s», *in* Lefèvre, Wolfgang (dir.), *Picturing Machines, 1400-1700*. Cambridge (MA), The MIT Press, 2004.

Machiavel, *L'Art de la guerre*, trad. Toussaint Guiraudet. Introduction, notes et bibliographie par Harvey C. Mansfield, Jr (trad. Monique Labrune). Paris, GF Flammarion, 1991.

Machiavel, *Le Prince de Nicolas Machiavel, Secretaire et Citoyen Florentin. Dédié au magnifique Laurent fils de Pierre de Medicis.* Traduit d'Italien en François avec la vie de l'auteur mesme, par Jacq. Gohory Parisien. Paris, Le Mangnier, 1571.

Machiavel, *Œuvres complètes de N. Machiavelli, avec notice biographique par J. A. C. Buchon*. Tome premier. Paris, Garnier frères, libraires-éditeurs, 1867.

MacLean, Ian, « L'économie du livre érudit : le cas Wechel (1572-1627) », *in* Aquilon, Pierre & Martin, Henri-Jean (éd.) *Le Livre dans l'Europe de la Renaissance. Actes du XXVIII^e^ Colloque international d'Etudes humanistes de Tours*. Paris, Promodis, 1998, p. 231.

Malcolm, Noel, *Aspects of Hobbes*. Oxford University Press, 2002.

Mallagh, Christopher, *Science, Warfare and Society in the Renaissance, with particular reference to fortification theory*, Thèse de doctorat, Departement of Philosophy, Division of History and Philosophy of Science, Leeds University, juillet 1981.

Manceau, Jean-Pierre, « La place des mathématiques dans les écrits de Jean Bullant et Philibert De l'Orme », *Journal de la Renaissance*, 6, 2008, p. 161-172.

Mandar, Charles François, *De l'Architecture des Forteresses, ou de l'art de fortifier les Places et de disposer les Établissements de tout genre, qui ont rapport à la guerre*. Paris, Magimel, An IX, 1801.

Marchand, Romain, « Conciliation et réconciliation : un exemple politique, l'affaire Biron-Bouillon 1602-1606 », in Collard, Franck & Cottret, Monique (dir.), *Conciliation, réconciliation aux temps médiévaux et modernes*. Paris, Presses universitaires de Paris Ouest, 2012, p. 141-160.

Margolin Jean-Luc, « Inventer et découvrir à la Renaissance », *in* Jones-Davies, Marie-Thérèse (dir.) *Inventions et découvertes au temps de la Renaissance, Actes des colloques, 19-20 novembre 1993 et 11-12 mars 1994*. Paris, Klincksieck, 1994, p. 123-145.

Mariategui, Eduardo, *Apología en excusación y favor de las fábricas del Reino de Nápoles por el Comendador Scribá; manuscrito del siglo XVI publicado ahora por prima vez de orden del Excmo. Sr. Director General del Cuerpo de Ingenieros del Ejército. Por el Coronel D. Eduardo Mariátegui, Commandante de Ingenieros*. Madrid, Imprenta de Memorial de Ingenieros, 1878.

Marin, Brigitte, « Le plan de Naples de Carlo Theti gravé par Sebastiano di Re en 1560. Un nouveau document pour l'étude de la cartographie et de la topographie napolitaines »,

Mélanges de l'École française de Rome. Italie et Méditerranée, t. 102, n°1, 1990, p. 163-189).

Marini, Luigi, *Architettura militare di Francesco de' Marchi illustrata da Luigi Marini* (5 volumes). Rome, Mariano de Romanis e figli, 1810.

Maroteaux, Vincent, D'Orgeix, Émilie (dir.), *Portefeuilles de plans : projets et dessins d'ingénieurs militaires en Europe du XVI^e^ au XIX^e^ siècle, actes du colloque international de Saint-Amand-Montrond, 2 et 3 mars 2001*. Bourges, Conseil général du Cher, 2001.

Marr, Alexander, « A Renaissance Library Rediscovered: The 'Repertorium librorum Mathematica' of Jean I du Temps », *The Library*, 7^e^ série, vol. 9, n°4 (décembre 2008), p. 428-470.

Marr, Alexander, « Copying, Commonplaces, and Technical Knowledge: The Architect-Engineer as Reader », *in* Damm, Heiko, Thimann Michael & Zittel, Claus, "The Artist as Reader: on Education and Non-Education of Early Modern Artists", *Intersections, Interdisciplinary studies in Early Modern Culture*, vol. 27. Leiden, Brill, 2013, p. 428-470.

Marrou, Henri-Irénée, *De la connaissance historique*. Paris, Éditions du Seuil, 1954 ; coll. « Points Histoire », 1975.

Marsat, Hugues, « Jean Errard, entre loyauté dynastique et engagement confessionnel », *Bulletin de la Société d'histoire du protestantisme français*, n°153/1, Janvier-février-mars 2007. Paris & Genève, Droz & Société de l'histoire du protestantisme français, 2007, p. 9-20.

Martens, Pieter, Van de Vijver, Dirk, « Engineers and the Circulation of Knowledge in the Spanish Netherlands », *in* Dupré, Sven, De Munck, Bert, Thomas, Werner, Van Paemel, Geert (dir.), *Embattled Territory. The Circulation of Knowledge in the Spanish Netherlands*. Gand, Academia Press, 2016, p. 73-106.

Martin, Henri-Jean, *Livres, pouvoirs et société à Paris au XVII^e^ siècle (1598-1701)*, 2 tomes. Genève, Librairie Droz, coll. « Histoire et civilisation du livre », 1969. Troisième édition, avec une préface de Roger Chartier, Genève, Droz, 1999.

Martinet, Monette, « Jacques Rohault (c. 1617-1672) », in Costabel, Pierre, Martinet, Monette, *Quelques savants et amateurs de Science au XVII^e^ siècle*. Paris, Société française d'histoire des sciences et des techniques (Cahiers d'Histoire et de Philosophie des Sciences, nouvelle série, n°14), 1986, p. 89-132.

Massa Esteve, Maria Rosa, « Symbolic language in early modern mathematics: The Algebra of Pierre Hérigone (1580-1643) », *Historia Mathematica*, n°35, 2008, p. 285-301.

Massa Esteve, Maria Rosa, « The role of symbolic language in the transformation of Mathematics », *Philosophica*, n°87, 2012, p. 153-193.

Mazauric, Roger, « Un ingénieur huguenot au XVI^e^ siècle et ses rapports avec l'Église réformée messine », *Bulletin de la Société d'Histoire du Protestantisme Français*, CVI^e^ année, 1960, p. 173-185.

Mc Claughlin, Trevor, Picolet, Guy, « Un exemple d'utilisation du Minutier central de Paris : la bibliothèque et les instruments scientifiques du physicien Jacques Rohault selon son inventaire après décès. », *Revue d'histoire des sciences*, 29, n°1 (1976), p. 3-20.

Meskens, Ad, *Practical Mathematics in a Commercial Metropolis. Mathematical Life in Late 16^th^ Century Antwerp*. Dordrecht, Heidelberg, New York, London, Springer, 2013.

Mesnard, Jean, « Sur le chemin de l'Académie des sciences : le cercle du mathématicien Claude Mylon (1654-1660) », *Revue d'histoire des sciences*, t. 44, n°2, 1991, p. 241-251.

Métin, Frédéric, « La géométrie d'Oronce, ou : Quel théorème de Thalès pour la mesure des objets inaccessibles ? », *Actes du colloque inter-IREM 1er Cycle de juin 1999 « Mathématiques au collège : les enjeux d'un enseignement pour tous »*, IREM de Lille, 2001.

Métin, Frédéric, *L'arithmétique entre ciel et terre*, mémoire de DEA « Imaginaire et Rationalité », préparé sous la direction de Gérard Chazal, université de Bourgogne, UFR Lettres et Philosophie, Dijon, 2003.

Métin, Frédéric, « Images de la nature, images de l'homme dans les ouvrages de géométrie pratique au 16e siècle », *in* Barbin, Evelyne (dir.) *Arts et sciences à la Renaissance*, Paris, Ellipses, 2007.

Métin, Frédéric, « Jean Errard, de Bar-le-Duc, (1554-1610) fortificateur d'Henri IV, roi de France », *in* Cazin, Noëlle, Jalabert, Laurent *Savoirs, pensées et cultures dans le Barrois, XVe-XXe siècles / XXXVIIIe Journées d'études meusiennes*. Bar-le-Duc, Société des lettres, sciences et arts de Bar-le-Duc, 2014.

Métin, Frédéric, « De Marseille à Jerusalem : géométrie des fortifications de Méditerranée », *in* Barbin, Evelyne, Maltret, Jean-Louis (dir.), *Mathematiques méditerranéennes, d'une rive et de l'autre*. Paris, Ellipses, 2015.

Michaud, Louis-Gabriel (dir.) *Biographie universelle ancienne et moderne : ou histoire, par ordre alphabétique, de la vie publique et privée de tous les hommes qui se sont fait remarquer par leurs écrits, leurs actions, leurs talents, leurs vertus ou leurs crimes*. 45 volumes. Paris, C Desplaces et L.G. Michaud, 1843-1865.

Michel, Francisque, *Les Écossais en France, les Français en Écosse*. *Deuxième volume*. Paris Librairie A. Franck, 1862.

Molhuysen, Philipp Christiaan & Blok, Petrus Johannes (dir.), *Nieuw Nederlandsch biografisch woordenboek*. Volume1. Leiden, Sijthoff, 1911.

Montucla, Jean-Étienne, *Histoire des recherches sur la quadrature du cercle, avec une addition concernant les problèmes de la duplication du cube et de la trisection de l'angle par Montucla. Nouvelle édition revue et corrigée*. Paris, Bachelier, 1831.

Mougenot, Léon, « Recherches sur le véritable auteur du plan des fortifications de la Ville-Neuve de Nancy », *Mémoires de la Société d'Archéologie lorraine, Seconde série, II Volume*. Nancy, Lepage, 1860, p. 181-254.

Nakam, Géralde, *Au lendemain de la Saint-Barthélemy : guerre civile et famine* [Suivi de] *Histoire mémorable du Siège de Sancerre : 1573*. Paris, Éditions Anthropos, 1975.

Naulet, Frédéric, « Diego Ufano et l'artillerie au début du XVIIe siècle », *Revue internationale d'histoire militaire*, n°83, Vincennes, 2003.

Ng, Morgan, « Collage, Architectural Inscription, and the Aesthetics of Iconoclasm in Jacques Perret's *Des fortifications et artifices* (1601) », *Journal of Medieval and Early Modern Studies* n°45/3, Duke University Press, Durham NC, septembre 2015.

Nicollier-De Weck, Béatrice, *Hubert Languet (1518-1581) : un réseau politique international de Mélanchthon à Guillaume d'Orange*. Genève, Librairie Droz, « Travaux d'Humanisme et Renaissance » n°293, 1995.

Nicomaque de Gérase, *Introduction arithmétique. Traduction et notes de Janine Bertier*. Paris, Vrin, 1978.

Nisard, Charles, *Le triumvirat littéraire au XVI^e^ siècle. Juste Lipse, Joseph Scaliger, Isaac Casaubon*. Paris, Amyot, 1852.

D'Orgeix, Émilie, « Alain Manesson Mallet (1630-1706). Portrait d'un ingénieur militaire dans le sillage de Vauban », *CFC* (Bulletin du Comité français de Cartographie) n°195 (mars 2008), p. 67-74.

Pannier, Jacques, *L'Église réformée de Paris sous Henri iv. Rapports de l'Église et de l'État. Vie publique et privée des Protestants. Leur part dans l'histoire de la capitale, le mouvement des idées, les arts, la société, le commerce*. Paris, Librairie Champion, 1911.

Parguez, Guy, « La bibliothèque de Camille de Neufville de Villeroy », *Revue française d'histoire du livre*, n°24, 1979.

Parker, Geoffrey, *The military revolution: military innovation and the rise of the West*, 1500-1800. Cambridge, Cambridge University Press, 1988.

Pastoureau, Mireille, *Les Atlas français, XVIe-XVIIe siècles. Répertoire bibliographique et étude. Par Mireille Pastoureau, avec la participation de Franck Lestringant*. Paris, BnF Éditions, 1984.

Pauwells, Yves, « La méthode de Serlio dans le "Quarto Libro" », *Revue de l'Art*, n°119, 1998-1, p. 33-42.

Peiffer, Jeanne, *Albrecht Dürer – Géometrie. Présentation, traduction de l'allemand et notes*. Paris, Seuil, « Sources du savoir », 1995.

Pelletier, Monique, *Cartographie de la France et du monde de la Renaissance au Siècle des lumières*. Paris, Éditions de la Bibliothèque nationale de France, 2002.

Pellicanò, Antonino, *Del periodo giovanile del Galileo Galilei. Il trattato di fortificazione alle radici del pensiero scientifico e dell'urbanistica moderni*. Roma, Gangemi, 2000.

Pernot, Jean-François, « La guerre et l'infrastructure de l'État moderne : Antoine de Ville, Ingénieur du Roi (1596 ?-1656 ?), la pensée d'un technicien au service de la mobilisation totale du royaume », *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, tome XXXIV, juillet-septembre 1987, p. 404-426.

Pernot, Jean-François, « Un aspect peu connu de l'œuvre d'Antoine de Ville, Ingénieur du Roi : (1596 ?-1656 ?). Approches d'un type de documents : les gravures des traités de fortification », *Revue historique des armées*, n°1, 1978, p. 29-59.

Pernot, Jean-François, « La "trace italienne", éléments d'approche », *in* Bérenger, Jean (dir.), *La révolution militaire en Europe : XV^e^-XVII^e^ siècles*. Paris, Institut de Stratégie Comparée / Economica, 1998, p. 31-50.

Peter, Rodolphe, « Daniel Specklin (1536-1589) et l'art des fortifications », *in Grandes figures de l'humanisme alsacien : courants, milieux, destins*, Société savante d'Alsace et des régions de l'Est, collection « Grandes publications » tome XIV. Strasbourg, Librairie Istra, 1978, p. 203-219.

Pfister, Christian, *Histoire de Nancy, tome II*. Paris & Nancy, Berger-Levraut, 1909.

Philippoteaux, A., *Recherches sur la vie et l'œuvre de M. Aurelio de Pasino (1533-1585). Architecte italien des La Marck*. Sedan, Imprimerie André Suzaine, 1930.

Piasenza, Paolo, « Juges, lieutenants de police et bourgeois à Paris aux XVIIe et XVIIIe siècles », *Annales Économies, Sociétés, Civilisations*, 45e année, n°5, 1990, p. 1189-1215.

Pisano, Raffaele & Bussotti, Paolo, « Galileo in Padoua : architecture, fortifications, mathematics and "practical" science », *Lettera Matematica*, International edition, vol. 3, n°2, juin 2015, p. 209-222.

Plutarque, *Vies parallèles, traduction d'Anne-Marie Ozanam. Édition publiée sous la direction de Françoise Hartog*. Gallimard, « Quarto », 2001. Pélopidas-Marcellus, p. 535-602.

Potié, Philippe, *Philibert De l'Orme. Figures de la pensée constructive*. Marseille, Parenthèses, 1996.

Pourtalès, Guy de, « Odet de la Noue », *Bulletin de la Société de l'histoire du protestantisme français*, LXVIIe année, janvier-mars 1918, p. 81-111 & 280-305.

Promis, Carlo, « Biografie di ingegneri militari italiani dal secolo XIV alla metà del XVII per Carlo Promis », *Miscellanea di Storia italiana*, vol. XIV, Turin, Fratelli Bocca, 1874.

Prouteau, Nicolas, Crouy-Chanel, Emmanuel de, Faucherre, Nicolas (dir.), *Artillerie et Fortification 1200-1600*, Presses Universitaires de Rennes, 2011.

Ratheau, A., *Instruction sur la fortification des villes, bourgs et châteaux, par Albert Dürer, traduit de l'allemand & précédé d'une introduction historique et critique*. Paris, Tanera, 1870.

Ravaisson-Mollien, François, *Archives de la Bastille, documents inédits recueillis et publiés par François Ravaisson, Conservateur-adjoint à la Bibliothèque de l'Arsenal*. *Règne de Louis XIV (1659-1661)*. Paris, A. Durand et Pedone-Lauriel, 1866.

Ravaux, Jean-Pierre, *Claude Chastillon (1560-1616) et sa Topographie française, à l'aide de renseignements inédits. Catalogue de l'exposition « Châteaux et fortifications dans l'œuvre de Claude Chastillon »*. Châlons en Champagne, Éditions de la société des Amis des Musées de Châlons en Champagne, 1998.

Ravier, Benjamin, *Voir et concevoir : les théâtres de machines (XVIe-XVIIIe siècle)*, thèse de Doctorat en histoire moderne, dirigée par Mme Anne-Françoise Garçon, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, soutenue le 12 septembre 2013.

Renouard, Philippe, *Imprimeurs parisiens, libraires, fondeurs de caractères et correcteurs d'imprimerie, depuis l'introduction de l'imprimerie à Paris (1470) jusqu'à la fin du XVIe siècle. Leurs adresses, marques, enseignes, dates d'exercice. Notes sur leurs familles, leurs alliances et leur descendance, d'après les renseignements biographiques et les documents inédits. Avec un plan des quartiers de l'Université et de la Cité*. Paris, A. Claudin, 1898.

Renouard, Philippe, *Documents sur les Imprimeurs, Libraires, Cartiers, Graveurs, Fondeurs de Lettres, Relieurs, Doreurs de Livres, Faiseurs de Fermoirs, Enlumineurs, Parcheminiers et Papetiers ayant exercé à Paris de 1430 à 1600. Recueillis aux Archives Nationales et au Département des Manuscrits de la Bibliothèque Nationale par Ph. Renouard*. Paris, H. Champion, 1901.

Renouard, Philippe, *Les marques typographiques parisiennes des XVe et XVIe siècle.* Paris, H. Champion, 1926-1928.

Renouard, Philippe et alii, *Imprimeurs et libraires parisiens du XVIe siècle, ouvrage publié d'après les manuscrits de Philippe Renouard par le Service des Travaux historiques de la Ville de Paris avec le concours de la Bibliothèque nationale*, 6 tomes parus. Paris, Service

des travaux historiques de la Ville de Paris, 1964 (t. 1) ; 1969 (t. 2) ; 1979 (t. 3) ; 1986 (t. 4) ; 1991 (t. 5) ; 1995 (t. 6).

Renouard, Philippe, *Répertoire des imprimeurs parisiens : libraires, fondeurs de caractères et correcteurs d'imprimerie : depuis l'introduction de l'imprimerie à Paris (1470) jusqu'à la fin du seizième siècle ; avec un plan de Paris sous Henri II par O. Truschet et G. Hoyau ; avertissement, table des enseignes et adresses, liste chronologique par Jeanne Veyrin-Forrer et Brigitte Moreau*. Paris, M.J. Minard, 1965.

Regnier-Roux, Daniel, « Le rôle de Jacques 1er Androuet du Cerceau dans la conception et la réalisation du *Livre premier des instruments mathématiques et mécaniques* de Jacques Besson », *Réforme Humanisme et Renaissance*, 2010, p.113-134.

Richer, Jean & Estienne (dir.), *Le Mercure françois ou la Suitte de l'histoire de la paix. Commençant l'an M.DC.V.* [1605] *pour suitte du septenaire du D. Cayer, finissant au sacre du Tres-Chrestien Roy de France & de Navarre Loys XIII.* Paris, Richer, 1612.

Rogers, Clifford J., *The military revolution debate: readings on the military transformation of early modern Europe*. Boulder, Westview Press, 1995.

Rocolle, Pierre, *2000 ans de fortification française* (Thèse d'État soutenue à Lille en 1970 sous le titre : *Les Visages successifs de la fortification en France*). Limoges et Paris, Charles-Lavauzelle, 1972 ; 2e éd. : Panazol, Lavauzelle, 1989 ; réédition en un tome, 2008.

Romano, Antonella, « A propos des mathématiques jésuites : notes et réflexions sur l'ouvrage d'Albert Krayer, *Mathematik im Studienplan der Jesuiten* », *Revue d'Histoire des Sciences*, tome 46, n°2-3, 1993, p. 281-292.

Romano, Antonella, *La contre-réforme mathématique. Constitution et diffusion d'une culture mathématique jésuite à la Renaissance*. Rome, École Française de Rome, 1999.

Rommevaux, Sabine, *Clavius, une clé pour Euclide au XVIe siècle*. Paris, Librairie philosophique J. Vrin, coll. Mathesis, 2005.

Ruellet, Aurélien, *La maison de Salomon : contribution à l'histoire du patronage scientifique et technique, France et Angleterre, ca.1600-ca.1660*, thèse de doctorat sous la direction de Pascal Brioist, soutenue en 2014 à l'université François-Rabelais de Tours.

Russo, François, « Deux ingénieurs de la Renaissance : Besson et Ramelli », *Thalès*, n°5, 1948, p. 108-112.

Saint-Genois, Jules de, *Catalogue méthodique et raisonné des manuscrits de la bibliothèque de la ville et de l'université de Gand*. Gand, Anoot-Braeckman, 1849-1852.

Salzmann, Jean-Pierre, « Une méthode de raisonnement tactique à l'aube du XVIIe siècle » [sur les travaux de du Praissac], *Stratégique* n°88, Paris, Institut de Stratégie des Conflits, avril 2007, p. 196-205.

Saxe, Maurice, Comte de, *Mes reveries. Ouvrage posthume de Maurice comte de Saxe, duc de Curlande et de Sémigalle, maréchal général des armées de sa Majesté très-Chrestienne. Augmenté d'une histoire abrégée de sa vie et de différentes pièces qui y ont rapport, par Monsieur l'Abbé Pérau.* Amsterdam / Leipzig, Arkstée et Merkus, 1757.

Schaaf, William, notice « Dechale, Claude François Millet », *Complete Dictionary of Scientific Biography* [e-book], New York, Charles Scribner's Son, 2007-2008.

Schukking, V. H., *The principal Works of Simon Stevin, vol IV: The Art of War*. Amsterdam, C. V. Swets & Zeitlinger, 1964.

Scoffier, Jean de, *Brief et veritable discours de la guerre & siege de la ville & chasteau de Jamets, le sieur de Schelandre y commandant*. S.l., s.n., 1590. Reproduit dans Goulart, Simon, *Les Mémoires de la Ligue sous Henri III et Henri IIII, rois de France comprenans, en six volumes ou recueils distincts, infinies particularités mémorables des affaires de la Ligue depuis l'an 1576 jusques à l'an 1598.* Second recueil, 1585-1589. S.l., 1602-1604. *Nouvelle édition revue, corrigée, & augmentée de Notes critiques & historiques. Tome troisieme*. Amsterdam [i.e. Paris], Arkstée & Merkus [i.e. Jean-Luc Nyon], 1758

Reproduction en fac-similé de l'édition prétendue d'Amsterdam. Nîmes, Lacourt-Ollé, 2012.

Servais, Victor, « Notice sur Jean Errard de Bar-le-Duc, Ingénieur du Roi Henri IV, Par M. Servais Ancien chef du cabinet du Préfet de la Meuse », *Mémoires de la Société des Lettres, Sciences et Arts de Bar-le-Duc*, deuxième série, tome III. Bar-le-Duc, Philipona, 1884.

Simoni, Anna E.C., *The Ostend story. Early tales of the great siege and the mediating role of Henrick van Haestens*. 'tGoy-Houten, Hes & de Graaf Publishers BV, coll. "Bibliotheca Bibliographica Neerlandica", vol. XXXVIII, 2003.

Silva Suárez, Manuel, « El lenguaje gráfico: inflexion y pervivencias », *in* Silva Suárez, Manuel (dir.), *Técnica e ingenieria en España I : El Renacimiento. De la técnica Imperial y la popular* (2.ª edición corregida y aumentada). Zaragoza, Real Academia de Ingeniería, Institución « Fernando el Católico », Prensas Universitarias de Zaragoza, 2008, p. 243-310.

Sommervogel, Carlos, *Bibliothèque de la Compagnie de Jésus. Nouvelle édition.* 11 volumes. Paris, Picard, 1890-1932.

Sortais, Gaston (S.J.), « Le cartésianisme chez les Jésuites français au XVIIe et au XVIIe siècle », *Archives de Philosophie*, vol. VI ; cahier III. Paris, Gabriel Beauchesne, 1929.

Stephenson, Charles, *"Servant to the king for his fortifications": Paul Ive and the practise of fortification*, The fortress Study Group, Doncaster (UK), D. P. & G Military Publishers, 2008.

Strømholm, Per, notice « Hérigone Pierre (d. Paris [?], ca 1643) », *Complete Dictionary of Scientific Biography* [e-book], New York, Charles Scribner's Son, 2007-2008.

Tannery, Paul, « Sur le mathématicien français Chauveau », *Bulletin des sciences mathématiques*, 2e série, t. XIX, 1895, p. 34-37.

Tannery, Paul, [notices sur Hérigone], *Mémoires scientifiques publiés par J.-L. Heiberg & H.-G. Zeuthen*, vol. X. Paris, Gauthier-Villars, 1930.

Tassin, Raphaël, *Ambrosio Precipiano et Antonio da Bergamo, les deux premiers fortificateurs italiens en Lorraine (1545-1569)*. Projet Empreinte militaire en Lorraine, Projet Empreinte militaire en Lorraine, Centre de recherche universitaire lorrain d'histoire (dir. Laurent Jalabert). Consulté en ligne le 31 août 2014 : http://ticri.inpl-nancy.fr/wicri-lor.fr/index.php?title=Empreinte_militaire_en_Lorraine_(05-2014)_Raphaël_Tassin

Teach Gnudi, Martha, « Agostino Ramelli and Ambroise Bachot », *Technology and Culture*, vol. 15, n°4 (octobre 1974), p. 614-625.

Teach Gnudi, Martha, *The Various and Ingenious Machines of Agostino Ramelli (1588). Translated from the Italian and French with a biographical study of the auhor by Martha Teach Gnudi. Technical annotations and a pictorial glossary by Eugene S. Ferguson*. Baltimore, The John Hopkins University Press ; London, The Scolar Press, 1976.

Thou, Jacques-Auguste de, *Histoire universelle de Jacques-Auguste de Thou. Depuis 1543 jusqu'en 1607.Traduite sur l'édition latine de Londres. Tome dixieme. 1587 — 1589*. Londres [i.e. Paris], s.n., 1734.

Thou, Jacques-Auguste de, *Memoires de la vie de Jacques-Auguste de Thou, Conseiller d'État, et Président à Mortier au Parlement de Paris. Ouvrage meslé de Prose et de Vers, avec la Traduction de la Preface qui est au-devant de sa grande Histoire. Premiere edition traduite du Latin en François*. Rotterdam, 1711.

Tournès, Dominique, « Mathematics of engineers: Elements for a new history of numerical analysis », *in Proceedings of the International Congress of Mathematicians*, (Seoul, August 13-21, 2014), vol. 4, p. 1255-1273.

Tournès, Dominique « Construire pour calculer », *in* Barbin, Evelyne (dir.) *Les constructions mathématiques avec des instruments et des gestes*. Paris, Ellipses, 2014, p. 265-296.

Truttmann, Philippe, *Fortification, architecture et urbanisme aux XVII^e^ et XVIII^e^ siècles. Essai sur l'œuvre artistique et technique des ingénieurs militaires sous Louis XIV et Louis XV*. Thionville, Service culturel de la ville, 1976.

Vallery-Radot, Jean, *Le recueil de plans d'édifices de la Compagnie de Jésus conservé à la Bibliothèque nationale de Paris*. Paris, Bibliothèque nationale. Cabinet des estampes, 1960.

Van Berkel, Klaas, « Simon Stevin et la fondation de l'école militaire de Leyde en 1600 », in Secretan, Catherine & *Simon Stevin. De la vie Civile, 1590*, ENS Éditions, coll. « La Croisée des chemins », Lyon, 2005, p. 93-108.

Van den Heuvel, Charles, « De Architectura (1599) van Charles de Beste. Het vitruvianisme in de Nederlanden in de zestiende eeuw », *Bulletin KNOB*, vol. 94, n°1 (1995), p. 11-23.

Van den Heuvel, Charles, « Le traité incomplet de l'art militaire et l'instruction pour une école des ingénieurs de Simon Stevin », *in* Elkhadem, Hossam & Bracke, Wouter (dir.), *Simon Stevin, 1548-1620. L'émergence de la nouvelle science*. Turnhout, Brepols, 2004, p. 103-113.

Van Maanen, Jan, *Facets of Seventeenth century Mathematics in the Netherlands*, Utrecht, Drukkerij Elinkvijk BV, 1987.

Ver Eecke, Paul, *Les Œuvres complètes d'Archimède, suivies des commentaires d'Eutocius d'Ascalon. Traduites du grec en français avec une introduction et des notes par Paul Ver Eecke, Ingénieur des Mines (A.I.LG.), Inspecteur général honoraire du travail, tome I.* Paris, Librairie scientifique et technique Albert Blanchard, 1960.

Vérin, Hélène, *La gloire des ingénieurs. L'intelligence technique du XVI^e^ au XVIII^e^ siècle*. Paris, Albin Michel, collection « L'évolution de l'humanité », 1993.

Vérin, Hélène, Dolza, Luisa, « Les théâtres de machines : une mise en scène de la technique », *Alliage*, n°50-51, décembre 2000, p. 8-20.

Vérin Hélène, Dolza Luisa, « Figurer la mécanique : l'énigme des théâtres de machines de la Renaissance », *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 2004/2 n°51-2, p. 7-37.

Vérin Hélène, « La pensée politique d'un ingénieur : l'exemple de la Vita politica », *in* Secretan, Catherine & den Boer, Pim, *Simon Stevin. De la vie Civile, 1590*, ENS Éditions, coll. « La Croisée des chemins », Lyon, 2005, p. 109-129.

Veyne, Paul, *Comment on écrit l'histoire*. Paris, Éditions du Seuil, col. « L'univers historique », 1971 ; coll. « Points Histoire », 1996.

Viénot, John, *Histoire de la Réforme française, de l'Édit de Nantes à la Révolution*. Paris, Fischbacher, 1934.

Villey, Pierre, *Les sources et l'évolution des "Essais" de Montaigne : thèse pour le doctorat présentée à la Faculté des lettres de l'Université de Paris*. Volume 1 : *Les sources et la chronologie des «Essais»*. Paris, Hachette, 1908.

Virol, Michèle, *Vauban, de la gloire du roi au service de l'État*. Seyssel, Champ Vallon, collection « Époques », 2003.

Virol, Michèle (dir.), *Les Oisivetés de Monsieur de Vauban, édition intégrale*. Seyssel, Champ Vallon, 2007.

D'Orgeix, Émilie, «"À la manière de" : la pensée de Vauban dans les traités de fortifications des XVII^e^ et XVIII^e^ siècles », *in* Virol, Michèle, d'Orgeix, Émilie, Sanger, Victoria, Warmoes, Isabelle (dir.), *Vauban, la pierre et la plume*. Montdorf les Bains (Luxembourg), Éditions Gérard Klopp, 2007, p. 107-121.

Virol, Michèle, « La circulation des savoirs des ingénieurs militaires (XVII^e^-XVIII^e^ siècles) » *in* González Bernaldo, Pilar et Hilaire-Peréz, Liliane (dir.), *Les savoirs-mondes*. Rennes, PUR, 2015, p. 251-259.

Vosterman van Oijen, G. A., « Quelques arpenteurs hollandais de la fin du XVI^e^ siècle et du commencement du XVII^e^ siècle et leurs instruments », *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze Matematiche e Fisiche*, tome III (janvier 1870), p. 323-376.

Weber, André-Paul, *Le maître de Vauban, Daniel Specklin, 1536-1589)*. Éditions Jérôme Do Bentzinger, 2011.

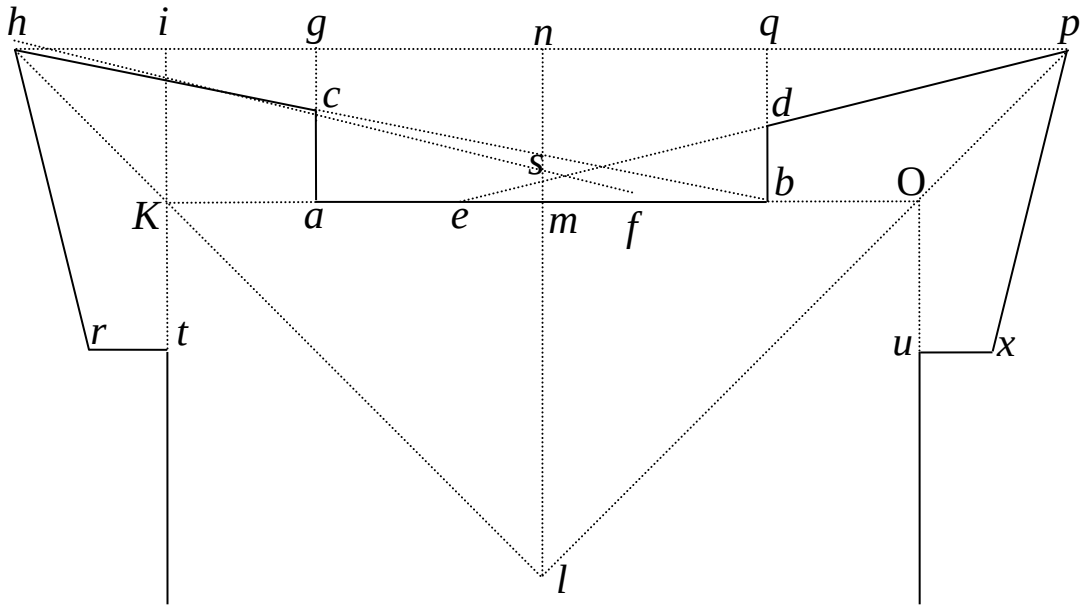
Weiss, Charles, *Histoire des réfugiés protestants de France, depuis la révocation de l'Édit de Nantes jusqu'à nos jours*. Tome second. Paris, Charpentier, libraire-éditeur, 1853.

Yenny, Julien, *Claude et Jean Flamand, deux ingénieurs militaires au service du prince de Montbéliard à travers l'Europe (vers 1570 – 1634)*. Mémoire de Master préparé sous la direction de Paul Delsalle, université de Franche-Comté, faculté des Lettres et sciences humaines de Besançon, juin 2008.

Zastrow, Heinrich Adolph von, *Histoire de la Fortification permanente ou manuel des meilleurs systèmes et manières de fortification. Par A. de Zastrow. Traduite de l'allemand sur la troisième édition, par Éd. de la Barre Duparcq. Nouvelle édition.* Paris, Tanera, 1866.

Glossaire des termes de fortification

D'après : Fritach, Adam, *L'architecture militaire ou la fortification nouvelle, Augmentée et enrichie de forteresses regulieres, irregulieres, et de dehors ; le tout a la practique moderne*. Leyde, les Elzeviers, 1635.



(Fritach, Adam, *L'architecture militaire…*, *op. cit.*, Planche G, Figure 9)

Lignes

AB. Courtine.
AC. Épaule ou Flanc
HC. Face.
AK. [Demi-] *Gorge*
HK. Ligne capitale.
AE. Second Flanc.
HB. Ligne de défense rasante.
HF. Ligne de défense fichante.
HP. Côté du Polygone extérieur.
KO. Côté du Polygone intérieur

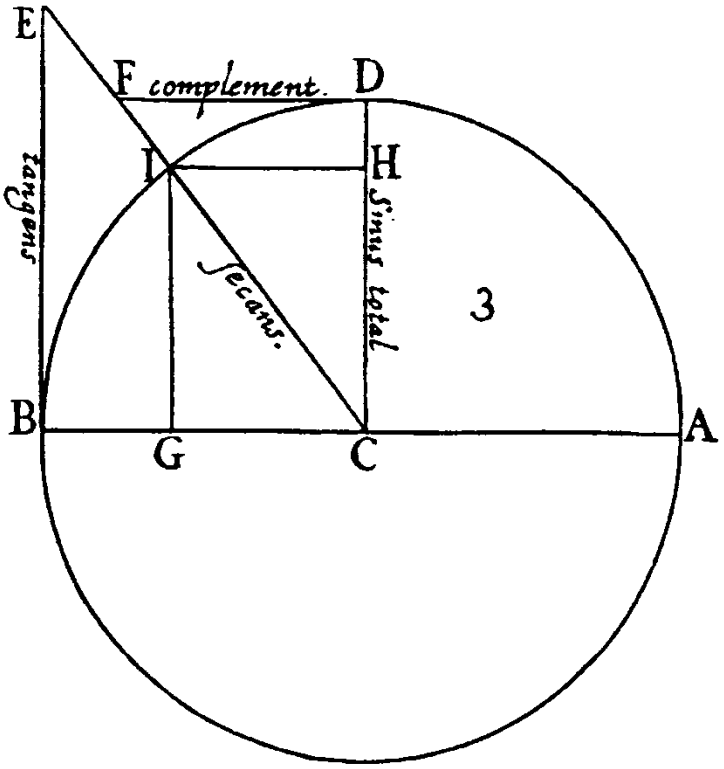
Angles.

KLO. Angle du Centre.
CHR. Angle flanqué.
BED. Angle flanqué intérieur.
HSP. Angle flanqué extérieur (ou de tenaille.
ACH. Angle de l'épaule.
CAE. Angles de gorge.
EPH. Angle diminué

(Fritach, Adam, *L'architecture militaire…*, *op. cit.*, p. 9-11.)

Glossaire des termes de trigonométrie utilisés

D'après : Marolois, Samuel, *Geometrie contenant la theorie et practique d'icelle necessaire a la fortification*. La haye, Hendrik Hondius & Arnhem, Joann Jansson, 1616.



(Marolois, Samuel, *Geometrie…*, *op. cit.*, Planche 23, Figure 3)

CA = *CB* = *CD* [= *sinus totus*] = rayon.

CH = *GI* [= *sinus rectus*] = sinus

CG = *HI* [= *sinus complement*] = cosinus

GB [= *sinus versus* = *sagitta*]= sinus verse.

EB = tangente.

CE = sécante

DF [= *complément de la tangente*] = cotangente

Définition 11 : Si, dans un triangle rectangle [*BCE*], la base [*BC*] est prise comme demi-diamètre, alors la perpendiculaire [*BE*] sera la tangente et l'hypoténuse [*CE*] sera la sécante de l'angle à la base.

(Marolois, Samuel, *Geometrie…*, *op. cit.*, fol. Mv et N)

INDEX DES PRINCIPAUX AUTEURS CITÉS

Alava, Diego de 85, 87

Alberti, Leon Battista 49, 51, 119, 146

Alghisi, Galasso (Galeazzo) 115-118, 121, 135, 156-159, 160, 171, 192, 284, 567 (n136)

Alleaume, Jacques 83, 212, 227, 309, 347, 376, 398, 464-468, 476, 499, 576

Androuet du Cerceau, Jacques I .. 46, 79, 187 (n121), 189, 193, 207, 312, 313, 314, 318, 350,

Androuet du Cerceau, Jacques II 47, 72, 408,

Ango, Pierre (S.J.) 559, 569-573

Archimède ..... 45, 52, 60, 76, 119, 120, 166, 188, 193, 197, 204-207, 209, 210, 213-215, 218-223, 226-229, 230, 238-240, 248-265, 287, 294, 357, 380, 440 (n180), 467-469, 489, Annexe 10, 11, 15-19

Aurignac, le Sieur d', ... 452, 453

Bachot, Ambroise 71, 92, 123, 124, 127- 137, 147, 160-161, 182, 195-198, 207, 235-236, 285, 391, 313, 338, 341, 342, 344, 547

Bellay, Guillaume du 49, 59

Belluzzi, Giovan Battista 303-305

Besson, Jacques ..... 166, 182-195 (& n121, n151), 198, 201-204, 207, 229, 236, 284, 313, 315, 317, 318, 356, 408, 411, 413, Annexe 60-61, 64-66

Beste, Charles de 148-151, 416

Billy, Jacques de 529

Bitainvieu, Silvère de (pseud. Du Breuil, Jean) 93, 558, 563-565, 574

Blondel, François 174, 294, 501, 502, 506 (n168)

Bodin, Jean 64-66

Boillot, Joseph 147 (n.238), 182

Bourdin, Pierre (S.J.) 489, 529, 533, 535-558, 568, 574

Bovelles, Charles de ..... 412, Annexe 53, 56-59

Brioys, Jean 452, 453

Bullant, Jean ..... 81, 82, 131, 145, 412, Annexe 56-58, 65

Buteon (Jean Borrel, dit) 214, 248

Cardano, Girolamo ..... 204, 366, 377, Annexe 1, 3

Candale, François de Foix de 144, 267, 269, 270, 274, 275

Castriotto, Jacomo (voir aussi Maggi) ..... 116, 134, 291, 305, 567 (n136), Annexe 63

Cataneo, Girolamo 84, 89 (n3), 102-107, 135, 147-148, 158, 160-161 174 (n56), 287, 291, 321, 366, 411, 415, 567 (n136)

Caus, Salomon de ..... 72, 182 (n93), 413, Annexe 54, 59, 60

Cellarius, Andreas 392

Ceulen, Ludolph van 213, 215, 218, 220, 258, 266, 274, 375, 376, 379, 469

Chastillon, Claude 178, 179, 212

Chauveau, Jean-Baptiste 488, 490-491, 505

Chauvet, Jacques 83, 234, 236 (n18), 490 (n108)

Choul, Guillaume du 49, 74 (n56)

Clavius, Christophorus ..... 69, 144, 213, 216, 218, 290, 466-469, 479, 530-532, 534, Annexe 19

Coehoorn, Menno, Baron van 19, 97, 98, 118 (n114), 560

Cœulre, Jacques, Pierre et Cornille de 151-158, 160

Coignet, Michel 149, 152 (n260), 156, 218, 364, 365, 369-375, 399, 402, 417, 418, 456, 511 (n191)

Collado, Luis 85, 87, 147 (n238)

Constantinoys, Allain 102 (n53), 142-148, 269

Corneweyle, Robert 98

Damant, Juste 442, 443

Danfrie, Philippe ..... 72-76 (& n142), 197, 235, 352, 413, 442, 510, 538, Annexe 60

Delorme, Philibert, voir L'Orme, Philibert de

Desprez de S^{t} Savin, Pierre-Samuel 397

Demangin, Clément Cyriaque, voir Hérigone, Pierre

Dögen, Matthias, ... 15, 17, 21, 22, 387 (n84), 393, 490, 491

Dou, Jan Pieterszoon 68, 274, 276

Dounot, Didier 274

Duchesne (Van der Eycke), Simon 214-215

Durand, Bernard 529

Dürer, Albrecht ..... 46, 49 (& n30), 58, 69, 76, 77, 78, 93-94, 96, 150, 151, 203, 238, 260, 404, 411, Annexe 4, 5, 6, 53, 54, 58, 59, 61, 63-65

Duret [Durret], Noël [Natalys] 446, 447

Errard, Jean ..... 43-48, 52, 62, 63, 65-67, 71, 76 82, 84, 85, 87, 89, 92, 93, 95115 (n99)117 118, 123, 133, 137, 140, 142, 145, 161, 162, 165-167, 167-181, 181-182, 199-210 222-227, 231-276, 277-284, 307-360, 364, 368, 370, 372-374, 379, 381-385, 387-390 393, 395-397, 401, 402, 405-407, 409, 411, 412, 413-416, 419-426, 431-432, 434-438 439-440, 440-442, 445, 447, 449, 452, 454, 455-458, 459-461, 462-475, 476-478 482-484, 487, 494-496, 510, 513, 515, 517-520, 522, 523-526, 529, 538-542 549-5554, 556, 562, 567, 568, 572, 573-576, 577-578, Annexe 23-46, 61, 63-66, 71,

Errard, Alexis ..... 128 (n158), 419-426, 476, 521, Annexe 33-41

Euclide (Les *Éléments*) 45, 68, 69 (n127), 70,71, 77, 79, 105, 117, 142-145, 153, 155, 161, 167, 187, 193, 196, 213, 224, 227, 237-241, 244, 245, 251-253, 261,

264, 267, 268-275, 287, 288, 290, 330, 331-334, 350, 356, 365, 371 (n33), 380, 412, 463, 466, 467, 472, 479, 480, 483, 484, 489, 492, 499, 502, 506, 530-532, 534, 538, 546, 547, 553, 559, 562, 570, 572-574, 564, Annexe 4, 9, 10, 19, 52

Fabre, Jean 427-432, 433, 442, 443, 447, 449, 457, 482, 534, 541, 554, 563, 577

Fine, Oronce ..... 46, 68, 69-73 (& n136, n137), 75, 83, 105, 131 (n169), 150, 156, 214, 215, 234, 235, 238, 271 (n126), 299, 412, 413, 510, Annexe 56, 59

Flamand, Claude ..... 45, 47, 71, 76, 79 (n163), 123, 124, 137-141, 159-160, 183, 235, 236, 281, 284, 329, 337, 408-413, 417, Annexe 54-56, 59, 60

Flavius Josèphe 48, 49, 54, 119, 169,

Focard, Jacques ..... 412, Annexe 55

Forcadel, Pierre ..... 70, 156, 234, 238, 244, 267-273, 412, 413, Annexe 57-60

Foullon, Abel ..... 1.30, 33, 81, 413, Annexe 61

Fournier, Georges (S.J.) 68, 558-563, 572, 574

Fritach (Freytag), Adam ..... 391-393, 399 (n24), 442, 460 (n9), 490, 491, 550, 551, 563, 572, Glossaire 653

Fronsberger, Leonhard ..... 46, 94, 95, Annexe 1, 2, 5

Galilei, Galileo 292, 293 (n90), 403, 404, 479

Gentillâtre, Jacques ..... 47, 49, 78 (n157), 79 (n163), 81, 82 (n180), 102 (n53), 115 (n99), 150, 183-184, 383, 407-417, 457, Annexe 47-66

Girard, Albert 59 (n77), 138 (n200), 363, 389 (n88), 390, 391, 440 (n179)

Goldman, Nikolaus 392, 460 (n9), 491, 550, 551

Gosselin, Guillaume 83, 156 (n266)

Guerini, Roch, Comte de Linar 170-172, 175, 272, 327, 356, 395,

Hanzelet, Jean Appier dit, ... 183 (& n100), Annexe 54, 62-64

Hardy, Claude 479

Henrion, Didier 68, 83, 129 (n163), 138, 143, 152 (n260), 236, 248, 250 (n62), 263, 383 (n71), 418, 421, 426, 441, 460 (n9), 461-481, 485-487, 510-512, 521, 523-525, 531, 574, 576

Hérigone, Pierre 68, 463, 476-488, 493, 499, 532, 542, 574

Hexham, Henry 391

Hogenberg, Franz 344, 355

Hondius, Hendrik 380, 381, 392, 402, 499

Hulsius, Levinus 417

Hume, James 444-446, 457, 577

Ive, Paul 99

Jacquinot, Dominique 45 (n8), 72

Jousse, Mathurin 45, 67, 76, 183, 309

Köbel, Jakob ..... 46, 71, 235, 510, Annexe 1, 4
Kyeser, Konrad 55, 58
La Fontaine, le S^{r} de 433, 452-455, 577
La Noue, François de 64-66, 271, 273, 423
La Treille, François de 98-100
Lechuga, Cristóbal 85
Léotaud, Vincent 532-535
Leu, Thomas de (graveur) 168-169
Leurechon, Jean 174, 466, 535
Le Vasseur, Guillaume 459
L'Hoste, Jean 441-443, 457, 535
Linar [Lynar], Roch, Comte de, voir Guerini
Lorini Buonaiuto 148, 292-297, 317, 321, 327, 329, 371, 375, 385, 395, 493, 522, 550, 551, 572
L'Orme, Philibert de 46, 49-51, 80-81, 105, 144 (n224)
Machiavel, Nicolas ..... 48, 49, 61-64 (& n91), 66, 93, 99 (n38), 174 (n56), 317
Maggi, Girolamo (voir aussi Castriotto) ..... 116, 134, 305, 567 (n136), Annexe 63
Malthe, François de [Malthus, Francis] 438-440
Manesson Mallet, Allain 40, 47 (n21), 396, 421, 427, 455-456
Marchi, Francesco de 96, 291, 303-307, 341-342, 344, 557
Marolois, Samuel ..... 138, 161, 274, 363, 375-390, 391-393, 396, 402, 411, 415423, 424, 426 436, 437, 447, 452, 454, 457, 463, 464, 469, 477, 478 482, 485, 487, 493-496, 510, 513, 528 (n8), 550, 551, 560, 563, 572, Glossaire 654, Annexe 62, 63
Medina Barba, Diego González de 290-291
Meigret, Louis 58-59
Merliers, Jean de 46, 156, 234
Metius, Adriaan 215 (n243), 376
Meynier, Honorat de ..... 83, 398, 440-441, 464, Annexe 31
Mennher, Valentin 152, 235
Milliet Dechales, Claude François, ... 565-569
Monantheuil, Henri de ..... 219-222, 226-227, Annexe 22
Montaigne, Michel de 49, 55
Mordente, Fabrizio 197, 365 (n11)
Nassau, Maurice Prince de 49, 83, 137, 179, 202, 231, 272-273, 283, 317, 347 364, 366, 368, 375-377, 379, 391, 418, 433, 463-464
Noue, François de la, voir La Noue, François de

Ozanam, Jacques 396, 460

Pagan, Blaise François de, Comte de Merveilles 433, 448-452, 454-456, 491, 493-496, 515, 522, 567-569

Pasino, [Marco-] Aurelio de ..... 50 (n34), 115-123, 152, 156, 158, 174, 176, 334, 352, 366, 375, 411, 415, Annexe 62, 63

Peletier du Mans, Jacques 59, 103, 234, 237, 242

Perez de Moya, Juan 156

Pitiscus, Bartholomæus 382, 384, 386, 460 (n9), 477, 481, 512 (n199)

Praissac, le Sieur du, ... 348, 383 (n71), 415, 416, 418, 460 (n9), Annexe 61, 63, 65

Ramelli, Agostino ..... 127, 128, 132 (& n174), 166, 182-183, 195-198, 207, 313, 401

Regiomontanus ..... 210, 287, 366, 369, 469, Annexe 13

Reinhold, Erasmus 46

Renty, Gaston Jean-Baptiste de 443

Rivan, Antoine de 443, 444, 567

Rivault de Flurance 348

Roberval, Gilles Personne de ..... 460, 497-521, 538, 572, Annexe 67-76

Rojas, Cristóbal de 286-390, 307, 329

Rohault, Jacques 379 (n58), 460, 488, 489, 491-497, 507, 512, 516, 522-525, 567

Roomen, Adriaan van ..... 213, 215, 218-221, 226, 227, 365, Annexe 11-12

Ryff, Walter Hermann 203

Sagredo, Diego de 77

Sardi, Pietro 396, 567 (n136)

Savorgnan, Giulio 292-297

Scala, Giovanni 298-303, 307, 373

Scaliger, Joseph Juste ..... 166-167, 211, 211-230, Annexe 7-22

Schickhardt, Heinrich 297 (n116), 408, 417

Schille, Hans van 95-97, 306, 344

Schooten, Franz van 375, 379, 390, 391

Serlio, Sebastiano ..... 51, 78-79, 119, 150, Annexe 57, 58, 64

Specklin, Daniel ..... 46, 84, 95-98, 108, 109, 111, 118 (n114), 160, 170, 172-173, 207, 305, 327, 338, 366, 368, 372, 374, 384, 399, 410, 411, 415, Annexe 56, 62, 63

Stevin, Simon 46, 59 (n77), 69, 83, 90, 118 (n114), 138, 143, 153 (n259), 156 179, 183 202-203, 218, 247, 268, 274, 275, 281-281, 283-284, 286, 294, 295, 317, 347, 363-369, 374-378, 384, 391, 392, 398, 416, 423, 425, 440 (n179), 464-465, 467-469, 479, 487, 491, 531, 538, 572

Stöffler, Johannes 46, 71, 199 (n182)

Suberville, Henry de 156

Taccola, Mariano di Jacopo, dit 57-58

Tartaglia, Niccolò 45, 69, 83-85, 100-102, 109, 120, 144, 145, 156, 159, 183, 203 248, 251, 269, 287, 291, 292, 297, 322, 338, 366, 368, 21, 45, 61

Tensini, Francesco 404, 433-434, 567 (n136)

Theti (ou Tetti), Carlo 46, 96, 108-115, 287, 297, 321, 334, 366, 374

Treille, François de la, voir La Treille, François de

Ufano, Diego 85-87

Valturio, Roberto ..... 57-61, 119, Annexe 63, 64

Van Ceulen, Ludolph, voir Ceulen, Ludolph van

Van Coehoorn, Menno, voir Coehoorn, Menno van

Van der Eycke, Simon, voir Duchesne, Simon

Van Roomen, Adriaan, voir Roomen, Adriaan van

Van Schille, Hans, voir Schille, Hans van

Van Schooten, Franz, voir Schooten, Franz van

Végèce 48, 49, 55-57, 60, 119, 146

Viète, François ..... 75 (n143), 167, 213, 216-218, 221, 226, 228, 259, 266, 267, 271, 309, 314, 444, 446, 464, 467, 468, 479, 489, Annexe 10, 14, 15

Vignola, Jacopo Barozzi da 46

Ville, Antoine de 396, 427 (n137), 432-438, 447, 448, 449, 452, 454, 489,493-496, 519, 522, 550, 551, 577

Vinci, Leonard de 76, 94, 399

Vinet, Elie 48, 234, 532 (n31)

Vitruve 49-52, 77, 80 (n172), 119, 122, 151, 204, 205, 222, 287, 380, 550

Whitehorne, Peter 98-99

Zanchi, Giovanni Battista de' 98-100, 134

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Les numéros précédés de la lettre B renvoient aux pages du volume d'annexes

INTRODUCTION

I.1 : Vauban, *Traité des Sieges, Premiere partie*, v. 1703, planche XV B79
I.2 : Dögen, Matthias, *L'architecture militaire moderne…*, 1648, 4e planche, p. 12 22
I.3 : *Découpage temporel de la période étudiée* 35

CHAPITRE 1

1.1 : Illustration de Jean Goujon pour l'*Architecture* de Vitruve, 1547, fol. 12v 53
1.2 : Manuscrit italien anonyme, fin du XVIe siècle, fol. 68v 53
1.3 : Végèce, *Du faict de guerre et fleur de chevalerie*, 1536, fol. LXXI 56
1.4 : *Les douze livres de Robert Valturin*, 1555, fol. 20v B81
1.5 : Fine, Oronce, *Protomathesis*, 1532, fol. 65 ..... B85
1.6 : Forcadel, Pierre, *La practique de la geometrie d'Oronce*, 1570, fol. 2v B85
1.7 : Stöffler, Johannes, *Elucidatio*, 1513, fol. LVXI B86
1.8 : Köbel, Jakob, *Von Feldmessung*, 1550, fol; 31 ..... B86
1.9 : Foullon, Abel, *Usaige et description de l'holomètre*, 1555, fol. C B87
1.10 : Fine, Oronce, *Protomathesis*, 1532, fol. 68 73
1.11 : *Ibid*., fol. 77 73
1.12 : *Ibid*., fol. 69 73
1.13 : *Ibid*., fol. 73 73
1.14 : *Ibid*., fol. 74v 73
1.15 : Danfrie, Philippe, *Declaration de l'usage du Trigomètre…*, 1597, p. 25 74
1.16 : Danfrie, Philippe, *Declaration de l'usage du Graphomètre…*, 1597, p. 67 74
1.17 : *Ibid*., p. 42 75
1.18 : *Ibid*., p. 9 ..... B94
1.19 : Graphomètre signé Danfrie, London Science Museum B94
1.20 : *Idem*, Greenwich National Maritime Museum B94
1.21 : Philibert De l'Orme, *Le premier livre de l'Architecture*, 1567, fol. 41v B95
1.22 : *Ibid*., fol. 43v B95
1.23 : Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstree…*, 1604, p. 4 ..... B96
1.24 : Alava, Diego de, *El perfeto Capitan,…*, 1590, fol. 153 ..... B96

1.25 : Collado, Luis, *Platica manual de artilleria…*, 1592, fol. 118 ..... B96
1.26 : Ufano, Diego, *Tratado dela artilleria…*, 1613, planche p. 40 ..... B97
1.27 : Anon., *Arquitectura y maquinas militares …*, ms, vers 1610, fol. 47v B98
1.28 : Ufano, Diego, *Artillerie…*, 1613, planche 4, p. 122 88
1.29 : Errard, Jean, *La Fortification demonstree et reduicte en art …*, 1620, p. 2 88

CHAPITRE 2

2.1 : Van Schille, Jan, *Form und Weis zu bauwen…*, 1580, fol. 2 95
2.2 : *Ibid*., fol. 5 95
2.3 : Specklin, Daniel, *Architectur…*, ms, 1575, fol. 199r B102
2.4 : Specklin, Daniel, *Architectura von Vestungen…*, 1599, fol. 58v 97
2.5 : Cattaneo, Girolamo, *Le Capitaine…*, 1593, p. 21 105
2.6 : *Ibid*., p. 28 106
2.7 : *Ibid*., p. 32 106
2.8 : *Ibid*., p. 34-35 106
2.9 : *Ibid*., p. 42-43 107
2.10 : *Ibid*., p. 46-47 107
2.11 : *Ibid*., p. 50-51 107
2.12 : *Ibid*., p. 56-57 107
2.13 : *Ibid*., p. 62-63 107
2.14 : Theti, Carlo, *Discours sur le faict des fortifications…*, 1589, p. 13 111
2.15 : *Ibid.*, p. 44 112
2.16 : *Ibid*., p. 65 112
2.17 : Theti, Carlo, *Discorsi di fortificationi…*, 1569, fol. 24 114
2.18 : *Ibid*., fol. 24v 114
2.19 : Theti, Carlo, *Discours sur le faict des fortifications…*, 1589, planche B115
2.20 : *Ibid.*, p. 112 ..... B116
2.21 : *Ibid.*, p. 122 ..... B117
2.22 : Alghisi, Galasso, *Delle fortificationi…*, 1570, frontispice B118
2.23 : *Ibid.*, p. 130-131 ..... B119
2.24 : *Ibid.*, p. 173 ..... B120
2.25 : *Ibid.*, p. 72-73 ..... B121
2.26 : Pasino, Aurelio de, *Discours…*, ms, v. 1578, p. 173 ..... B122
2.27 : *Ibid.*, fol. 1 ..... B122
2.28 : *Ibid.*, p. 12 ..... B123

2.29 : Pasino, Aurelio de, *Discours…*, 1579, p. 27 ..... B123
2.30 : Pasino, Aurelio de, *Discours…*, ms, v. 1578, p. 12 ..... B124
2.31 : Pasino, Aurelio de, *Discours…*, 1579, p. 30 ..... B124
2.32 : Pasino, Aurelio de, *Discours…*, ms, v. 1578, fol. 16v B125
2.33 : Tartaglia, Niccolo, *Quesiti et inventioni diverse…*, 1546, fol. 7v B125
2.34 : Pasino, Aurelio de, *Discours…*, 1579, planche 122
2.35 : Perret, Jacques, *Des fortifications et artifices...*, 1601, frontispice (extrait) B127
2.36 : *Ibid*., frontispice complet B127
2.37 : *Ibid*., fol. 14v B128
2.38 : *Ibid*., fol. 15 126
2.39 : Bachot, Ambroise, *Le Timon...*, 1587, fol. 8v 130
2.40 : Bachot, Ambroise, *Le Gouvernail...*, 1598, p. 4 ..... B130
2.41, 2.42 : *Ibid*., p. 5 133
2.43 : *Ibid*., p. 5-6 133
2.44, 2.45 : *Ibid*., p. 8 133
2.46 : *Ibid*., p. 9 133
2.47 : *Idem* 134
2.48, 2.49, 2.50 : *Ibid*., p. 10 134
2.51 : *Ibid*., p. 11 135
2.52 : *Ibid*., p. 12 135
2.53 : *Ibid*., p. 21 135
2.54 : *Ibid*., p. 23 135
2.55 : *Ibid*., p. 24 135
2.56 : Flamand, Claude, *La Guide des Fortifications...*, frontispice B138
2.57 : Constantinoys, Allain, *Recueil de géométrie et architecture militaire*, ms, fol. 1v B139
2.58 : *Ibid*., fol. 13v B139
2.59 : *Ibid*., fol. 189 ..... B140
2.60 : *Ibid*., fol. 195 ..... B141
2.61 : *Ibid*., fol. 234 ..... B142
2.62 : *Ibid*., fol. 282 147
2.63 : Beste, Charles de, *Architectura…*, ms, page de titre, fol. 4 ..... B144
2.64 : *Ibid*., fol. 37v B145
2.65 : *Ibid*., fol. 50v B146
2.66 : *Ibid*., fol. 14v B147
2.67 : *Ibid*., fol. 452 ..... B148

2.68 : *Ibid*., fol. 497 ..... B149
2.69 : *Ibid*., fol. 515 ..... B150
2.70 : *Ibid*., fol. 534 ..... B151
2.71 : *Ibid*., fol. 526 ..... B152
2.72 : *Ibid*., fol. 543 ..... B153
2.73 : Cœulre, Cornille de, *La Pratique Generalle…*, ms, frontispice B154
2.74 : *Ibid*., p. 1 ..... B155
2.75 : Mennher, Valentin, *L'arithmétique seconde…*, 1556, frontispice B156
2.76 : Cœulre, Cornille de, *La Pratique Generalle…*, ms, p. 247 ..... B157
2.77 : *Ibid*., p. 365 ..... B158
2.78 : *Ibid*., p. 1155 157
2.79 : *Ibid*., p. 1265 ..... B160
2.80 : *Ibid*., p. 1297 158
2.81 : *Ibid*., p. 1347 158

CHAPITRE 3

3.1 : Anon. Portrait de Jean Errard, XIX^e^ siècle B163
3.2 : Leu, Thomas de, Portrait gravé de Jen Errard, 1600 ..... B164
3.3 : Chastillon, Claude, *Topographie Françoise…*, 1655, fol. 23v-24 ..... B165
3.4 : Besson, Jacques, *Théâtre des Instruments…*, 1578, planche 1 191
3.5 : *Ibid*., planche 2 192
3.6 : *Ibid*., planche 3 ..... B168
3.7 : *Ibid*., planche 4 ..... B169
3.8 : *Ibid*., planche 5 ..... B170
3.9 : *Ibid*., planche 6 ..... B171
3.10 : *Ibid*., planche 31 ..... B172
3.11 : *Ibid*., planche 52 ..... B172
3.12 : *Ibid*., planches 54 et 55 ..... B173
3.13 : *Ibid*., frontispice B174
3.14 : Ramelli, Agostino, *Le diverse et artificiose machine…*, 1588, portrait B175
3.15 : *Ibid*., planche 123 ..... B176
3.16 : *Ibid*., planche 46 ..... B177
3.17 : *Ibid*., planche 117 ..... B178
3.18 : *Ibid*., planche 132 ..... B179
3.19 : *Ibid*., planche 188 ..... B180

3.20 : Errard, Jean, *Le Premier Livre des Instruments…*, 1584, planche 30v B181
3.21 : Vésalius, Andréa, *De humani corporis fabrica…*, 1543, p. 164 ..... B182
3.22 : Ryff, W.H., *Architectur…*, 1547, page de titre, verso B183
3.23 : Errard, Jean, *Le Premier Livre des Instruments…*, 1584, planche 1 205
3.24 : *Idem*, vignette 2 205
3.25 : *Ibid.*, planche 3 ..... B185
3.26 : *Ibid.*, planche 5 ..... B186
3.27 : *Ibid.*, planche 7 ..... B186
3.28 : *Ibid.*, planche 8 206
3.29 : *Ibid.*, personnages de diverses planches B188
3.30 : *Ibid.*, décors de diverses planches B189
3.31 : *Ibid.*, planche 33 208
3.31 *bis* : *Ibid.*, planche 33 209
3.32 : *Ibid.*, planche 34 ..... B190
3.33 : *Ibid.*, planche 27 210
3.34 : *Ibid.*, planche 37 ..... B192
3.35 : *Ibid.*, planche 38 ..... B192
3.36 : *Ibid.*, planche 39 ..... B193
3.37 : *Ibid.*, planche 40 ..... B193
3.38 : Errard, Jean, *Refutation de quelques propositions…*, 1594, fol. Aijv 223
3.39 : *Ibid.*, fol Aiij 225
3.40 : Scaliger, Joseph Juste, *Elenchus Primæ Propositionis Archimedis*, ms, 1594 230

CHAPITRE 4

4.1 : Errard, Jean, *Plan de Calais*, ms, v. 1600 ..... B196
4.2 : Errard, Jean, *Plan d'Amiens*, ms, 1596 ..... B197
4.3 : Errard, Jean, *La Geometrie et practique generalle d'icelle…*, 1594, p. 2 ..... B198
4.4 : Peletier, Jacques *De l'usage de Geometrie...*, 1573, p. 50 ..... B198
4.5 : Errard, Jean, *La Geometrie et practique generalle d'icelle…*, 1594, p. 4 243
4.6 : *Ibid.*, p. 5 243
4.7 : *Ibid.*, p. 17 245
4.8 : *Ibid.*, p. 18 245
4.9 : *Ibid.*, p. 19 245
4.10 : *Ibid.*, p. 20 247
4.11 : Errard, Jean, *La Geometrie…*, *Seconde edition*, 1602, p. 35 ..... B200

4.12 : Errard, Jean, *La Geometrie…*, *Troisiesme edition*, 1619, p. 124 ..... B200
4.13 : Errard, Jean, *La Geometrie et practique generalle d'icelle…*, 1594, p. 33 251
4.14 : *Ibid*., p. 34 254
4.15 : Croquis explicatif 255
4.16 : *Idem* 255
4.17 : Errard, Jean, *La Geometrie et practique generalle d'icelle…*, 1594, p. 35 256
4.18 : *Idem* 256
4.19 : *Ibid*., p. 36 257
4.20 : *Ibid*., p. 37 258
4.21 : *Ibid*., p. 39 260
4.22 : Ver Eecke, Paul, *Les Œuvres complètes d'Archimède*, 1960, p. 152 261
4.23 : Errard, Jean, *La Geometrie …*, 1594, p. 41 262
4.24 : *Idem* 263
4.25 : *Ibid*., p. 67 264
4.26 : *Ibid*., p. 80 ..... B204

CHAPITRE 5

5.1 : Places dont le plan a été levé par Jean Errard 279
5.2 : Rojas, Cristóbal de, *Teorica y practica de fortificacion…*, 1598, fol. 40 289
5.3 : Lorini, Buonaiuto, *Delle fortificationi…*, 1597, p. 10-11 295
5.4 : Pommodoro, Giovanni, *Geometria prattica …*, 1599, fol. M4v 299
5.5 : Scala, Giovanni, *Dell'uso del quadranto…*, ms; fol. non paginé B208
5.6 : *Ibid*., fol. non paginé B209
5.7 : Scala, Giovanni, *Fortificazione…*, 1594, fol. 35 300
5.8 : *Ibid*., fol. 37 301
5.9 : *Ibid*., fol. 105 301
5.10 : *Ibid*., *fol.* 121 301
5.11 : *Ibid*., fol. 129 302
5.12 : *Ibid*., fol. 153 302
5.13 : Scala, Giovanni, *Delle fortificationi…*, 1596, frontispice B216
5.14 : *Ibid.*, planche 9 303
5.15 : Marchi, Francesco de, *Della Architettura militare…*, 1599, pl. CXXXXVI B218
5.16 : *Ibid.*, pl. CXXII, p. 200 ..... B219
5.17 : *Ibid.*, planche CLI, p. 258 ..... B220
5.18 : *Ibid.*, planche non numéroté B221

5.19 : Errard, Jean, *La fortification reducte en art et demonstrée*, 1600, frontispice B222
5.20 : Tableau des exemplaires connus de la *Fortification* de 1600 309
5.21 : Corrections manuelles dans la *Fortification* de 1600 310
5.22 : Principaux bandeaux de la *Fortification* de 1600 ..... B223
5.23 : Principaux culs-de-lampe de la *Fortification* de 1600 ..... B224
5.24 : Principales lettrines de la *Fortification* de 1600 ..... B225
5.25 : Errard, Jean, *La fortification reducte en art et demonstrée*, 1600, p. 16 324
5.26 : Termes de fortification utilisés 326
5.27 : Justification de l'angle droit par l'artillerie 327
5.28 : Errard, Jean, *La fortification reducte en art et demonstrée*, 1600, p. 25 329
5.29 : Figures géométriques sous-tendant la construction 331
5.30 : Errard, Jean, *La fortification reducte en art et demonstrée*, 1600, p. 67 ..... B227
5.31 : *Ibid.*, p. 72 336
5.32 : *Ibid*., p. 74 ..... B228
5.33 : *Ibid*., p. 80 ..... B228
5.34 : *Ibid*., p. 26 340
5.35 : *Ibid*., p. 30 340
5.36 : *Ibid*., p. 26 341
5.37 : *Ibid*., p. 53..... B230
5.38 : *Ibid*., p. 52..... B231
5.39 : *Ibid*., p. 54 ..... B231
5.40 : *Ibid*., p. 83 343
5.41 : Hogenberg Franz, gravure du XVI^e^ siècle B233
5.42 : Hogenberg Franz, gravure du XVI^e^ siècle B233
5.43 : Errard, Jean, *La fortification reducte en art et demonstrée*, 1600, p. 87 ..... B234
5.44 : *Ibid*., p. 98 ..... B234
5.45 : Représentations de navires (Errard 1600, Bachot 1598) B235
5.46 : Représentations de navires (Errard 1600, Marchi 1599) B235
5.47 : Anonyme, *Plan de la ville d'Ostende pendant le siège de 1604* B236
5.48 : Errard, Jean, *La fortification…*, Francfort, 1604, Frontispice B237
5.49 : Errard, Jean, *La fortification…*, Paris, 1604, Frontispice B238
5.50 : *Ibid*., Principaux bandeaux et culs-de-lampe utilisés B239
5.51 : *Ibid*., Principales lettrines utilisées B240
5.52 : *Ibid*., p. 4 ..... B241
5.53 : *Ibid*., p. 7 ..... B242

5.54 : *Ibid*., p. 25 ..... B242
5.55 : *Ibid*., p. 104 354
5.56 : *Ibid*., p. 106 ..... B244

CHAPITRE 6

6.1 : Stevin, Simon, *Œuvres mathématiques…*, 1634, p. 650 367
6.2 : Coignet, Michel, *Recueil de traités mathématiques*, 1612, fol. 1 ..... B246
6.3 : *Ibid*., fol. 29v 370
6.4 : *Ibid*., *fol.* . 30v-31 ..... B248
6.5 : *Ibid*., fol. 32 372
6.6 : *Ibid*., fol. 33 373
6.7 : Portrait d'Hendrik Hondius B251
6.8 : Marolois, Samuel, *Œuvres mathematiques*, 1614, frontispice B252
6.9 : *Ibid*., partie *Geometrie*, frontispice B252
6.10 : *Ibid*., planche 11 ..... B253
6.11 : *Ibid*., planche 13 ..... B253
6.12 : *Ibid*., planche 24 ..... B254
6.13 : *Ibid*., planche 25 ..... B254
6.14 : *Ibid*., planche 34 ..... B255
6.15 : *Ibid*., [*Stereometrie*] planche 5 ..... B255
6.16 : *Ibid*., partie *Fortifications*, frontispice B256
6.17 : *Ibid*., planche 33 ..... B256
6.18 : *Ibid*., planche 34 ..... B257
6.19 : *Ibid*., planche 31 ..... B257
6.20 : *Ibid*., planche 32 ..... B258
6.21 : *Ibid*., planche 15 ..... B258
6.22 : *Ibid*., planche 1 384
6.23 : *Ibid*., fol. Av, colonne B 386
6.24 : *Ibid*., planche 10 ..... B259
6.25-*a* : *Ibid*., fol. Lv B260
6.25-*b* : *Ibid*., édition d'Albert Girard, Amsterdam 1627, p. 46 ..... B261
6.26 : Fritach, Adam, *L'architecture militaire…*, 1635, frontispice B262
6.27 : *Ibid*., p. 31 ..... B263

CHAPITRE 7

7.1 : Meynier, Honorat de, *Nouvelle invention*…, 1626, p. 3 ..... B264
7.2 : Anonyme (*Herar*), Ms français 663, vers 1630, BnF fol. 1 ..... B265
7.3 : *Ibid*., fol. 118 ..... B266
7.4 : Coignet, Michel, *Architectura Militare*, vers 1620, page de titre B267
7.5 : *Ibid*., p. 2 ..... B268
7.6 : *Ibid*., p. 51 ..... B269
7.7 : Anon., *Arquitectura y Maquinas Militares*, vers 1610, fol. 2 ..... B270
7.8 : *Ibid.*, fol. 1 ..... B271
7.9 : *Ibid.*, fol. 317v B272
7.10 : *Ibid.*, fol. 18v B273
7.11 : *Ibid.*, fol. 19 ..... B274
7.12 : *Ibid.*, fol. 125v B275
7.13 : *Ibid.*, fol. 126 ..... B275
7.14 : Anon., *Sketchbook on military art*, vers 1625, fol. 1 ..... B276
7.15 : *Ibid.*, fol. 4 ..... B276
7.16 : *Ibid.*, fol. 240 ..... B277
7.17 : *Ibid.*, fol. 245 ..... B277
7.18 : *Ibid.*, fol. 6 ..... B278
7.19 : *Ibid.*, fol. 10 ..... B278
7.20 : *Ibid.*, fol. 16 ..... B279
7.21 : *Ibid.*, fol. 17 ..... B279
7.22 : *Ibid.*, fol. 22 ..... B280
7.23 : *Ibid.*, fol. 27 ..... B280
7.24 : *Ibid.*, fol. 55 405
7.25 : *Ibid.*, fol. 54 406
7.26 : [Jacques Gentillâtre] *Manuel d'un ingénieur-architecte*, vers 1625, fol. 6 ..... B282
7.27 : *Ibid*., vue d'ensemble B283
7.28 : *Ibid*., premier feuillet et fol. 64 (r. et v.) B283
7.29 : *Ibid*., fol. 65 ..... B284
7.30 : *Ibid*., fol. 490v B284
7.31 : *Ibid*., fol. 222v-223 ..... B285
7.32 : *Ibid*., fol. 122v-123 ..... B285
7.33 : *Ibid*., fol. 175v, 184, 188v, 192v-193 ..... B286
7.34 : *Ibid*., fol. 245v-246 414

7.35 : *Ibid*., fol. 249 415
7.36 : Errard, Jean, *La Fortification…*, 1620, frontispice B289
7.37 : *Ibid*., principaux bandeaux (1) B290
7.38 : *Ibid*., principaux bandeaux (2) B291
7.39 : *Ibid*., p. 36 ..... B292
7.40 : *Ibid*., p. 37 ..... B293
7.41 : *Ibid*., p. 40 ..... B294
7.42 : *Ibid*., p. 41 ..... B295
7.43 : Fabre, Jean, *Les Practiques du Sieur Fabre*…, 1629, p. 22 429
7.44 : *Ibid*., p. 25 430
7.45 : *Ibid*., p. 118 432
7.46 : *Ibid*., p. 124 ..... B297
7.47 : Ville, Antoine de, *Les Fortifications*…, 1628, planche VII, p. 63 435
7.48 : *Ibid*., planche I, p. 21 437
7.49 : Malthe, François de, *Traité des feux artificiels*…, 1629, p. 187 439
7.50 : *Ibid*., p. 190 439
7.51 : L'Hoste, Jean, *Le Sommaire*…, 1629, frontispice B301
7.52 : Pagan, Blaise François, *Les Fortifications*…, 1645, p. 17 451

CHAPITRE 8

8.1 : Clugny, Anthoine de, *Leçons de géométrie…*, 1626, fol. 289v B303
8.2 : Le Vasseur, Guillaume, *Traicté des Fortifications…*, vers 1630, p. 22 ..... B303
8.3 : *Ibid*., p. 31 ..... B304
8.4 : *Ibid*., p. 42 ..... B304
8.5 : Henrion, Didier, *Memoires mathematiques...*, 1613, p. 313 ..... B305
8.6 : *Ibid*., p. 347 471
8.6 *bis*: *Idem* 475
8.7 : *Ibid*., p. 352 ..... B307
8.8 : *Ibid*., p. 353 474
8.9 : *Ibid*., p. 354 476
8.10 : Henrion, Didier, *Briefve instruction pour construire les fortifications pratiquees aux Pays Bas...*, 1621, p. 46 481
8.11 : Hérigone, Pierre, *Cours de Mathematiques… Tome troisiesme*, 1634, p. 191 482
8.12 : *Ibid*., p. 192 483
8.13 : *Ibid*., p. 212 ..... B311
8.14 : Chauveau, Jean-Baptiste, *Petit traitté…*, vers 1650, frontispice B312

8.15 : *Ibid*., planche XVII, p. 19 ..... B313
8.16 : Rohault, Jacques, *Traité des Fortifications…*, vers 1645, fol. 11 ..... B314
8.17 : *Ibid*., fol. 17v B314
8.18 : *Ibid*., fol. 19v B315
8.19 : *Ibid*., fol. 23 ..... B315
8.20 : Roberval, *19 cahiers de géométrie pour les fortifications* B316
8.21 (Tableau) : Sommaire du *Traicté des fortifications regulières et irregulières de Gilles Personne de Roberval* (BSG, Ms 1060), vers 1645 804
8.22 : Roberval, *Traicté des fortifications…*, planche imprimée B317
8.23 : *Ibid.*, fol. 63 516
8.24 : *Ibid.*, fol. 63 518
8.24 : [Extrait de la précédente] 520

CHAPITRE 9

9.1 : Anon., *Traité de fortifications*, début du XVII^e^ siècle [?], fol. 23 ..... B318
9.2 : Billy, Jacques de, *Des fortifications et art militaire*, 1670, fol. 75 ..... B319
9.3 : Durand, Bernard, *Traité d'architecture et de perspective*, 1700, fol. 25 ..... B320
9.4 : Zeltner, Benedikt, *Recueil de textes latins de physique, d'arithmétique et de géométrie…*, 1626-1627, fol. 1v B321
9.5 : *Ibid*., fol. 63 ..... B322
9.6 : *Ibid*., fol. 79 ..... B323
9.7 : *Ibid*., fol. 103 ..... B324
9.8 : Haffner, Franz [Léotaud, Vincent], *Tractatus geometricus*, 1627, fol. 4v B325
9.9 : *Ibid*., fol. 17 ..... B326
9.10 : *Ibid*., fol.. 18-v B327
9.11 : *Ibid*., fol.. 38-v B327
9.12 : Bourdin, Pierre, *Cours de mathématiques, précédé d'un cours de théologie* [rédigé par Le Mercier, Paul], 1636-1639, p. 9 ..... B328
9.13 : *Ibid*., p. 85 ..... B329
9.14 : *Ibid*., p. 89 ..... B330
9.15 : *Ibid*., p. 109, 112, 118, 120, 123 et 128 ..... B331
9.16 : *Ibid*., p. 210 et 214 ..... B332
9.17 : *Ibid*., p. 219 ..... B333
9.18 : *Ibid*., p. 273, 276 ..... B334
9.19 : *Ibid*., p. 281 539
9.20 : *Ibid*., p. 287 540

9.21 : *Ibid*., p. 288 540
9.22 : *Ibid*., fol. 319 bis 540
9.23 : *Ibid*., fol. 325 bis B336
9.24 : *Ibid*., p. 323 540
9.25 : *Ibid*., p. 1005 544
9.26 : Bourdin, Pierre, *Introduction a la mathematique*, 1643, p. 59 ..... B338
9.27 : Bourdin, Pierre, *Cours de mathématiques, précédé d'un cours de théologie* [rédigé par Le Mercier, Paul], 1636-1639, p. 1189 [extrait texte] 555
9.28 : *Ibid*., p. 1188 556
9.29 : Fournier, Georges, *Traité des fortifications…*, 1648, planche 48 ..... B340
9.30 : Ango, Pierre, *Pratique generale des fortifications…*, 1679, p. 27 571
9.31 : *Ibid.*, p. 29 571
9.32 : *Ibid*., p. 96 572
9.33 : *Ibid*., p. 106 573

UNIVERSITE BRETAGNE LOIRE

UNIVERSITÉ DE NANTES

Thèse de Doctorat

Frédéric MÉTIN

Mémoire présenté en vue de l'obtention du
grade de Docteur de l'Université Nantes Angers Le Mans
sous le sceau de l'Université Bretagne Loire

École doctorale : *STIM*

Discipline : *Histoire des mathématiques, section 72*

Unité de recherche : *Laboratoire de Mathématiques Jean Leray, UMR 6629*

Soutenue le *6 décembre 2016*
Thèse N° :

La fortification géométrique de Jean Errard et l'école française de fortification (1550-1650)

ANNEXES

Dans la première partie (**Annexes A**) se trouvent les textes des études particulières auxquelles nous faisons référence dans le corps de la thèse.

Dans la seconde partie (**Annexes B**) sont reprises toutes les figures du texte principal, excepté les schémas et tableaux que nous avons créés. Lorsque nous ne présentons qu'un extrait dans le texte principal de la thèse, nous fournissons dans l'Annexe correspondante l'image de la page entière du document original. Les indexations sont identiques dans le corps de la thèse et dans les Annexes.

NB : Lorsque les images ne proviennent pas de bibliothèques en ligne, les clichés sont de l'auteur.

- Pour la plupart des ouvrages disponibles en ligne, la réutilisation non commerciale des contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et nécessite la mention de la source (voir sur chaque site référencé).

- Nos clichés ne sont pas diffusables et leurs contenus restent la propriété des bibliothèques qui conservent les ouvrages.

SOMMAIRE DE CE VOLUME D'ANNEXES

Annexe A1 : Ouvrages remarquables de la Bibliothèque Palatine 1

Annexe A2.1 : Transcriptions de lettres de (ou à) Joseph Juste Scaliger ayant trait à la querelle de la Cyclometrie 7

Annexe A2.2 : Éditions/impressions/émissions de la *Fortification* de Jean Errard 23

Annexe A3.1 : Descriptif des *Carnets* de Jacques Gentillâtre (BnF, Ms 14727) 47

Annexe A3.2 : Comparaison des différents manuscrits du *Traicté de Fortification* de Roberval. Comparaison de la partie de géométrie avec le manuscrit AcS 25 67

Abréviations utilisées pour les bibliothèques en ligne 77

Annexe BI : Figures de l'Introduction 79

Annexe B1 : Figures de la première partie 81

Annexe B2 : Figures de la deuxième partie 163

Annexe B3 : Figures de la troisième partie 245

UNIVERSITE BRETAGNE LOIRE

UNIVERSITÉ DE NANTES

Thèse de Doctorat

Frédéric MÉTIN

La fortification géométrique de Jean Errard et l'école française de fortification, 1550-1650

Jean Errard's geometric fortification and the French School of fortification, 1550-1650

Résumé

Au début du XVI^e^ siècle, une nouvelle manière de fortifier est inventée en Italie, afin de protéger les villes de la puissance des canons. Le protestant lorrain Jean Errard (1554-1610), formé à cette manière italienne, devient le principal ingénieur militaire d'Henri IV, qui le charge de rédiger un ouvrage de synthèse sur ce sujet. Errard a déjà publié une *Géométrie pratique*, ainsi qu'une édition des *Éléments* d'Euclide, et son intervention en 1594 dans la controverse sur la quadrature du cercle proposée Scaliger met en lumière sa qualité de mathématicien reconnu par ses pairs. Sa *Fortification reduicte en art et demonstrée*, qui paraît en 1600, est le premier ouvrage français qui présente l'architecture militaire bastionnée en établissant ses principes sur une analyse des forces en présence et en s'appuyant sur la géométrie euclidienne pour justifier l'adéquation des tracés aux contraintes. Nous présentons le contexte de la formation d'Errard dans la seconde moitié du XVI^e^ siècle, et nous décrivons son parcours d'ingénieur militaire et d'auteur d'ouvrages, en nous efforçant de préciser sa biographie. Notre analyse de sa *Fortification* met en évidence une méthode que nous qualifions de *fortification géométrique*. Nous cherchons ensuite à estimer la réception de l'ouvrage dans le milieu des ingénieurs et dans l'enseignement en France, d'une part par les maîtres privés, et d'autre part, par les professeurs des collèges jésuites. Nous dressons un état des écrits de la première moitié du XVII^e^ siècle, pour montrer comment s'édifie, à partir de l'œuvre d'Errard, ce que nous pouvons nommer une école française de fortification

Mots clés
Histoire des mathématiques
Fortification
Géométrie
Trigonométrie
Géométrie pratique
Instruments de mathématiques
Jean Errard
Simon Stevin

Abstract

In the beginning of the 17th century, Italians engineers created a new manner of fortifying cities in order to make them able to resist the power of guns. Jean Errard (1554-1610), a protestant from Lorraine, was trained in this new manner, and he became the principal engineer of French King Henri IV, who commissioned him to write a book on that subject. Errard had already published a *Practical Geometry* and an edition of Euclid's *Elements*. His involvement in the controversy about Scaliger's quadrature of the circle sheds light on his high abilities in mathematics, as recognized by his peers. His *Fortification reduicte en art et demonstrée* ("Fortification reduced into art and demonstrated") published in 1600, is the first French book which explains the principles of military architecture by analyzing the forces involved and using Euclidean geometry to justify the reliability of the fortresses, according to the constraints. We study the context of the second half of the 16^th^ century, when Errard was trained. We describe his career as a military engineer and as a writer, trying to clarify several points of his biography. Our analysis of his book on fortification reveals a special method that we call *geometric fortification*. We trace the reception of this geometric fortification amongst the engineers as well as the teachers in France. We consider both cases of private teachers and Jesuit colleges professors. We finally paint a picture of the writings in the first half of the 17^th^ century, in order to show how what we call a French School of Fortification was edified upon Errard's works

Key Words
History of Mathematics
17th century fortification
Geometry
Trigonometry
Pratical geometry
Instruments of mathematics
Jean Errard
Simon Stevin

L'Université Bretagne Loire

ANNEXE A1 : OUVRAGES REMARQUABLES DE LA BIBLIOTHÈQUE PALATINE

(Les cotes sont toutes précédées du préfixe 89 MA 246)

Arithmétique / Algèbre

Anonyme, *Algorismus novus de integris compendiose sine figurarum (more Italorum)*… S.l. [Köln], s.n. [Cornelius von Zierickzee], s. d. [circa 1501]. E3 (3,1)

Cardano, Geronimo, *Ars magna sive de regulis algebraicis*… Norimbergae, Petreius, 1545. M127/M128 (127,1)

Koebel, Jacob, *Rechenbüchlein uf den Linien mit Rechenpfenigen*… Oppe[n]heim, s.n. [Jakob Köbel], 1514. E2 (2,3)

Koebel, Jacob, *Eynn Newe geordent Reche[n]büchlein*… Oppe[n]heim, s.n. [Jakob Köbel], 1514. E2 (2,3)

Gemma Frisius, Rainer, *Arithmeticae practicae methodus facilis…* Antwerpiae, Bontius, 1540. H1505 (1505,1)

Lacher, Ambrosius, *Algorithmus Mercatorum…* S.l. [Frankfurt an der Oder], s.n. [Nikolaus Lamparter & Balthasar Murrer], s. d. [circa 1508]. E1281/E1281A (1281,3)

Martínez Silíceo, Juan, *Ars arithmetica*… P[a]rihisius, Faber, 1514. E3 (3,3)

Architecture

Androuet Du Cerceau, Jacques, *De architectura…*Parisiis, Wechelus, 1561. A111/A112 (111,1)

Androuet Du Cerceau, Jacques, *Livre d'architecture, auquel sont contenus diverses ordonnances de plants et élévations de bastiments*… Paris, Androuet Du Cerceau**,** 1582. A112/A113 (112,1)

Fronsberger, Leonhardt, *Vonn erbawung, erhaltung, besatzung vnd profantierung der wehrlichen Beuestungen*. Franckfurt am Main, Zephelius, 1557. C1824/C1825 (1824,1)

Fronsberger, Leonhardt, *BauwOrdnung. Von Burger vnd Nachbarlichen Gebeuwen, in Stetten, Merckten, Flecken, Dörffern, vnd auff dem Land...* Frankfurt am Mayn, Rab & Han, 1564. C919/C921 (919,1)

L'Orme, Philibert de, *Le premier tome de l'Architecture de Philibert De L'Orme Conseillier et Aumosnier ordinaire du Roy*… Paris, Morel, 1568. B2163/B2168

Ryff, Walther Hermann, *Der furnembsten, notwendigsten, der gantzen Architectur angehörigen Mathematischen und Mechanischen künst...* Nürnberg, Petreius, 1547

Sagredo, Diego, *Raison D'Architecture antique, extraitcte de Victruue, & aultres ancie[n]s Architecteurs*… Paris, Colines, 1542. I227 (227,2)

Serlio, Sebastiano, *Nel Qval Si Tratta Di Molti Accidenti, che possono occorrer' al Architetto*... Francofvrti Ad Moenvm, Wechelus, 1575. H1512/H1514 (1512,1)

Vignola (Giacomo Barozzi, da), *Regola Delli cinque Ordini Di' architettura*… S.l., s.n., s.d. [ca 1563] A83/A84 (83,2)

Vitruve, *Zehen Bücher von der Architectur und künstlichem Bauen. Ein Schlüssel vnd einleytung aller Mathematischen vnnd Mechanischen Künst... Erstmals verteutscht, vnnd in Truck verordnet, Durch, D. Gualtherum H. Riuium Medic. & Mathem*... Basel, Sebastian Henricpetri, 1575. C1724/C1731 (1724,1)

Art de la guerre

Belleforest, François de, *Harengues militaires, et concions de princes, capitaines, embassadeurs, et autres*… Paris, Chesneau, 1573. H765/H777

Du Bellay, Guillaume, *Instructions sur le faict de la guerre*... Paris, Vascosan, 1548.

H1455/H1457

Du Bellay, Guillaume, *Instructions sur le faict de la guerre*... Paris, Vascosan, 1553.

H1527/H1528

Du Choul, Guillaume, *Discours sur la castrametation et discipline militaire des Romains*… Lyon, Rouille, 1557. C2897/C2898

Josephus, Flavius, *Jüdische Chronic, De bello Judaico*. Franckfort am Meyn, Egenolff, 1552. C387/C390 (387,1)

Flavius Josèphe (Gelenius, Sigismundus, trad.), *Decem posteriores Antiquitatem Iudaicarum libros, vnà cum Iosephi vita per ipsum co[n]scripta, co[m]plecte[n]s*… Lvgdvni, Vincentius, 1557. R47/R50 (47,1)

Flavius Josèphe, [Gelenius, Sigismundus, trad.], *De Bello Iudaico*… Lvgdvni, Vincentius, 1577. R50/R54 (50,1)

Fronsberger, Leonhardt, *Von Kriegs-Regiment und Ordnung*… Franckfurt am Mayn, Schöffel, 1555. D721/D722 (721,1)

Vegetius Renatus, Flavius, *De re militari*. Parisiis, Wechelum, 1532. H743/H744

Vegetius Renatus, Flavius, *De re militari, libri quatuor*. Parisiis: Wechelum**,** 1553.

C625/C628

Cosmographie / Astronomie / Gnomonique

Apian, Petrus, *Cosmographicus liber*… Antwerpiae, Grapheus, 1533 E402 (402,1)

Dryander, Johann, *Annulorum trium diversi generis instrumentorum astronomicorum*… Marpurgi, Ceruicornus, 1537. H1530 (1530,1)

Finé, Oronce, *De duodecim caeli domiciliis et horis inaequalibus…* Lvtetiae, Vascosanus, 1553. E1319 (1319,1)

Gemma Frisius, Rainer, Spangenberg, Johann & Münster, Sebastian, *De radio astronomico & geometrico liber…* Lvtetiae, Cavellat, 1558. F485/F486 (485,1)

Peuerbach, Georg von, *Theoricae novae planetarum…* Parisiis, Wechel, 1543.

F28/F29 (28,2)

Santbech, Daniel, *Problematvm Astronomicorvm Et Geometricorvm Sectiones Septem...* Basileae, Petri & Perna, 1561. C1317/C1320 (1317,1)

Stöffler, Johannes, *Cosmographicae aliquot descriptiones…* Marpurgi, Ceruicornus, 1537.

E1095 (1095,3)

Theodosius ; Dasypodius, Conradus, *Propositiones Latinae [De Sphaera]*. Argentorati, s.n., 1572. R345/R346 (345,4)

Mathématiques (traités généraux)

Cardano, Geronimo, *Opera quaedam lectu digna*. Basileae, Petri, 1562. E71/E72 (71,1)

Cardano, Geronimo, *Opera…* Basileae, Petri, 1562. E1156/E1157 (1156,2)

Cardano, Geronimo, *Opus novum de proportionibus numerorum, motuum, ponderum, sonorum, aliarumque rerum mensurandarum*, Basileae, Henricpetri, 1570.

C1262/C1268 (1262,1)

Capella, Martianus, *De nuptiis philologiae et Mercurii libri II*. Basileae, Petrus, 1532.

D502/D503

Dasypodius, Conradus, *Prima, Et Simplicissima Mathematicarum disciplinarum principia complectens: Geometriae. Logisticae. Astronomicae. Geographicae*. Argntorati, Rihelius, 1567. F3515 (3515,1)

Dasypodius, Conradus, *Complectens Praecepta Mathematica, Astronomica, Logistica…* S.l. [Argntorati], Rihelius, 1570. F3515/F3516 (3515,2)

Fine, Oronce, *Protomathesis*. Parisiis, Morrhius & Petrus, 1532. H1508/H1511 (1508,1)

Finé (sic), Oronce, *De rebus mathematicis, hactenus desideratis libri IIII…* Lvtetiae Parisiorvm, Vascosanus, 1556. C4317/C4318 (4317,1)

Münster, Sebastian, *Rudimenta mathematica*. Basileae, Petri, 1551. C2336/C2339

<Psellus> Michael & Xylander, Wilhelm, *Perspicuus liber de quatuor mathematicis scientiis*. Basileae, Oporinus, 1556. F2556 (2556,1)

Xylander, Wilhelm, *Opuscula mathematica*. Heidelbergae, Harnisch, 1577. E1219 (1219,4)

Géométrie théorique et/ou pratique

Apian, Petrus, *Ein kunstlich Instrument oder Sonnenuhr*… Landßhut, Weyssenburger, 1524. E1277/E1278 (1277,3)

Dasypodius, Conradus, *Euclidis omnes omnium librorum propositiones*… Argentinae, Mylius, 1571. R347/R348 (347,1)

Dürer, Albrecht, *Quatuor his suaru[m] Institutionum Geometricarum libris*... Parisiis, Wechelus, 1534 C4337/C4338 (4337,1)

Dürer, Albrecht, *Underweysung der Messung*…. Nürenberg, Hieronymum Formschneyder, 1538. C2200/C2202 (2200,1)

Dürer, Albrecht, *De symmetria partium humanorum corporum*…Parisiis, Perier, 1557.

C4339/C4340 (4339,1)

Euclide, *Eukleidu Tōn Pente Kai Deka Stoicheiōn Elementa ek tōn tu Theōnos synusiōn to prōton*… Argentorati, Rihel, 1538. E1756 (1756,3)

Euclide (Xylander, Wilhelm), *Die Sechs Erste Bücher Euclidis... Durch Wilhelm Holtzman, genant Xylander*. Bâle, Oporinus, 1562. C391/C392 (391,1)

Euclides (Xylander, Wilhelm trad.) *Die Sechs Erste Bücher Euclidis, Vom anfang oder grund der Geometrj*… Basel, Oporinus, 1562. C2458/C2459 (2458,1)

Euclides [Dasypodius, trad.], *Tōn pente kai deka stoicheiōn*… Argentorati, Mylius, 1564.

F4575/F4576

Euclides & Dasypodius, Conradus, *Propositiones reliquorum librorum geometriae*… Argentorati, Mylius, 1564. F4576 (4576,1)

Euclides, Heron [Dasypodius, Conradus, trad.], *Evclidis Elementorvm Liber primus. Item, Heronis Alexandrini vocabula quaedam geometrica*… Argentinae [Strasbourg], Christianus Mylius, 1571. R346/R347 (346,2)

Fine, Oronce, *De re et praxi geometrica*... Lvtetiae, Gourbinus, 1556

E1319/E1320 (1319,2)

Fuchs, Leonhart, *Compendiaria in artem medendi introductio*… Argentorati, Albertus, 1535. F72 (72,1)

Hirschvogel, Augustin, *Das Pvch Geometria ist mein Namen […] Ich Pring Architectvra vndt Perspectiva zvsamen*. S.l., s.n., 1543. E482 (482,2)

Hirschvogel, Augustin, *Ein aigentliche und gründtliche anweysung, in die Geometria*… S.l. [Nürnberg], s.n. [Johann VomBerg & Ulrich Neuber], 1543. E483 (483,2)

Koebel, Jacob, *Astrolabii Declaratio eiusdemq[ue] usus*… Moguntiae [Mayence], Iordan, 1535. E604 (604,2) & E865 (865,1)

Koebel, Jacob, *Von Ursprung der Teilung, Maß und Messung*… Oppenheym, s.n. [Jakob Köbel], 1522. E3 (3,2)

Koebel, Jacob, *Astrolabii Declaratio eiusdemq[ue] usus*… Moguntiae, Iordan, 1535. E604

Koebel, Jacob, Geometrei. *Von künstlichem Messen vnd absehen, allerhand höhe, fleche, ebene...* S.l. [Frankfurt am Main], s.n. [Christian Egenolff], 1535 E2020 (2020,6)

Koebel, Jacob & Dryander, Johann, *Geometrei. Von künstlichem Feld messen…* Franckfurt am Meyn, Egenolff, 1563. E483 (483,3)

Koebel, Jacob ; Dryander, Johann, Geometrei, *Von künstlichem Feldmessen, vnd absehen, Allerhandt Höhe, Fleche, Ebne, Weitte vnnd Breite*… Franckfort am Meyn, Egenolff, 1570.

E544 (544,1)

Koebel, Jacob, *Geometrei. Von künstlichem Feldmessen, vnd absehen*… Franckfort am Meyn, Egenolff, 1570. E1679 (1679,1)

Merliers, Jean de, *De linearum rectarum per quadratum geometricum dimensionibus*. Parisiis, Richardus, 1563. D461

Regiomontanus, Johannes, *De triangulis planis et sphaericis*… Basileae, [Petri & Perna], 1561. C1315/C1317 (1315,1)

Reinhold, Erasmus, *Canon secundus ad singula scrupula quadrantis propagatus...* Tvbingae, Morhardus, 1554. E626/E627 (626,1)

Reinhold, Erasmus, *Gründlicher vnd Warer Bericht. Vom Feldmessen…* Erffurdt, Bawman, 1574. E544 (544, 2 & 3) & E545 (545,1)

Rensberger, Nicolaus, *Geometria, Das ist, wie man recht vn[d] behend, eines jeden dings höhe, lenge vnd breyte […] abmessen soll*… Augspurg, Willer, 1568. E482/E483 (482,4)

Schmid, Wolfgang, *Das erst buch der Geometria*… Nürnberg, Petreius, 1539. E483 (483,1)

Stör, Lorenz, *Geometria Et Perspectiva*… Augspurg, Rogel, 1567. C396 (396,1)

Voegelin, Johannes, *Elementale geometricum, Ex Evclidis Geometria*… S.l. [Wien], Singrenius, 1528. E2020 (2020,3)

Voegelin, Johannes, *Elementale geometricum, Ex Evclidis Geometria*… Argentorati, Egenolphus, 1529. F4396 (4396,1)

Architecture militaire

Dürer, Albrecht, *Etliche Underricht zur Befestigung der Stett, Schloß und Flecken*. Nürenberg, s.n. [Hieronymus Andreae], 1527. C2202/C2203 (2202,1)

Dürer, Albrecht, *De urbibus, arcibus, castellisque condendis, ac muniendis rationes*… Parisiis, Wechelus, 1535. C628/C629

Fronsberger, Leonhardt, *Vonn erbawung, erhaltung, besatzung vnd profantierung der wehrlichen Beuestungen*… Franckfurt am Main, Zephelius, 1557. C1824/C1825 (1824,1)

Fronsberger, Leonhardt, *Von Schantzen vnnd Befestunngen*… Franckfurt am Mayn, Feyerabendt, 1573. C4187/C4193 (4187,1)

[Van Schille, Hans], *Form und Weis zu bauwen, zimmern, machen und auffzurichten, mitt Blochheusern, Graben und Wällen*... [Édition avec sous-titre français, 1580 : *Maniere de bien bastir, edifier, fortifier & munir Chasteaux, Forteresses, Villes & autres Places*…] S.l. [Antwerpiæ], s.n. imprimeur [De Jode], s. d. [1573 ?]. A84 (84,1)

Autres

Vesalius, Andreas, *Anatomia Deudsch*… Nürnberg, Fabricius, 1551. A86/A88 (86,1)

Vesalius, Andreas, *Anatomia, Deudsch. De humani corporis fabrica*… Nürnberg, Fabricius, 1551. A86/A88 (86,1)

Dürer, Albrecht, *De symmetria partium in rectis formis humanorum corporum*… Norimberga, [Hieronymus Andreae], 1532. C2199/C2200 (2199,1)

ANNEXE A2.1 : LETTRES DE (OU À) JOSEPH JUSTE SCALIGER AYANT TRAIT À LA QUERELLE DE LA *CYCLOMETRIE*

Sources

Botley, Paul & van Miert, Dirk, *The Correspondence of Joseph Justus Scaliger. Supervisory editors Anthony Grafton, Henk Jan de Jonge and Jill Kraye. Volume II. January 1587 to December 1596*. Genève, Librairie Droz, « Travaux d'Humanisme et Renaissance » n° 507, 2012 [abrégé : *The Correspondence*…]

Heinsius, Daniel, *Illustrissim. viri Josephi Scaligeri, Iulii Cæs. a Burden F. Epistolæ, omnes quæ reperiri potuerunt, nunc primum collectæ ac editæ. Cæteris præfixa est ea quæ est De Gente Scaligera; in qua de autoris vita; & sub finem Danielis Heinsii De morte eius altera*. Leyde, Bonaventure & Abraham Elzevier, 1627. [abrégé : Heinsius]

Reves, Jacques de, *Epistres françoises des Personnages Illustres & Doctes, à Mons^r. Joseph Juste de la Scala. Mises en lumiere par Jacques de Reves*. Harderwyck, chez la Vesve de Thomas Henry, pour Henry Laurens libraire à Amsterdam, 1624 [abrégé : Reves]

Scaliger, Joseph Juste, *Recueil de lettres françaises, la plupart autographes, de Joseph della Scala (1575-1607)*. Bibliothèque nationale de France, Ms Dupuy 496.

Scaliger, Joseph Juste, *Recueil de lettres et d'opuscules latins de Joseph SCALIGER*. Bibliothèque nationale de France, Ms Dupuy 395, II.

Tamizey de Laroque, *Lettres françaises inédites de Joseph Scaliger, publiées et annotées par Philippe Tamizey de Larroque, correspondant de l'Institut*. Agen, Michel et Médan ; Paris, Picard, 1879/1881.

En bleu, les passages omis par Tamizey de Laroque dans son édition.
Les traductions des textes latins et grecs ont été effectuées par **Jean Boyé**
que nous remercions vivement.

[Ms BnF Dupuy 395, p. 13] 17 novembre 1592. A Monsieur, Monsieur d'Emery Co[n]seiller du Roi en son Conseil priué [Jacques-Auguste de Thou, Sieur d'Emery]. A Tours.

[…] J'ai ueu le magnifique epigramme du außi bon Geometre que poete. Est-il poßible de faire un plus brutal et asinin epigramme que ces deux ? Je vei[1] une fois ce glorieux ignorant ches son cousin, qui a esté pendu a Paris[2], ou ie le mesprisè[3] fort car en deux parolles il descouurist son ignorance. Or ie suis tresaise, qu'il n'y a que les Ases[4], qui s'attaquent a moi

[1] « Je vis ». Botley & van Miert transcrivent « voi », ce qui paraît incorrect pour la concordance des temps (*The Correspondence*, p. 271).
[2] Barnabé Brisson, premier Président du Parlement de Paris, pendu le 15 novembre 1591 suite à une intrigue politico-religieuse, était cousin germain de la mère de François Viète. Scaliger témoigne à Claude Dupuy de sa gratitude envers « le President Brisson » dans ses lettres du 11 septembre 1586 et du 6 janvier 1587.
[3] « méprise » (*The Correspondence*, p. 271).
[4] « asnes » (*The Correspondence*, p. 271). Scaliger n'écrit ni le *n* ni le *s* final de *Asnes* [ânes].

[…] Mais il n'est pas quitte[5] pour cela. Quelque iour monstrant τετραγωνισμὸν et μεσολάβιον adigam hominem ad suspendium[6]. Il fault que je face publier ses epigrammes pour publier sa barbarie. Il lui est aduis qu'il lui est auβi facile de iuger de la Geometrie, co[m]me il lui a esté facile res agere illius quæ illi asello sustulit cornua[7] […]
Du Chasteau de Pruilli ce XVII novembre 1592.

[Ms BnF Dupuy 496, p. 121] 6 septembre 1593. A Monsieur, Monsieur du Pui Co[n]seiller du Roi n[ot]re Sire en sa Court de Parlement [Claude Dupuy, érudit et magistrat au Parlement de Paris]. A Tours.

Monsieur, ie suis arriué ici il y a quinze iours, ou i'ai receu / pareil accueil a celui qu'on me promettoit. Et n'ai de quoi iusques au / iourdhui me plaindre ni du pais, ni des hommes. L'université commence / a estre plus frequentee. Mesmes sur mon aduenement il y est arriué de France plus de 20 escoliers […] On a auβi imprimé a Francfort mon de Emendatione, auec beaucoup de faultes, ainsi qu'on m'a escrit dudit lieu. Mais i'ai deliberé auec laide de Dieu d'en faire une segonde edition apres que mon κυκλομετρικόν sera imprimé […]

[Ms BnF Dupuy 496, p. 196] 6 septembre 1593. A Monsieur, Monsieur Pithou A Paris [Pierre Pithou, juriste et historien, co-auteur de la *Satire Menippée*, pamphlet pro-Henri IV paru en 1594]

[…] Nous uous envoierons nostre Κυκλομετρικόν et Μεσολάβιον sitost qu'ils seront imprimés […]

[Ms BnF Dupuy 496, p. 122] 5 mai 1594. A Monsieur, Monsieur du Pui conseiller du Roi en sa Court de Parlement. A Paris

[…] Vous aurez bien tost / mon liure, lequel sera acheué d'imprimer uers le commencement de Juing. Ma longue maladie, et aultres empechemens, qui me sont suruenus, ont retardé l'edition de mon liure. Casaubon fait imprimer le Suetone a Geneue, l'Athenius à Heidelberg, corrigés et illustres par lui. Il ne peut rien sortir de lui qui ne soit excellent […]

[Ms BnF Dupuy 496, p. 197] 5 mai 1594. A Monsieur, Monsieur Pithou. A Paris

Monsieur, i'espere que les affaires du Roy continuans, comme elles ont / commencé, nous aurons plus grande commodité, de sauoir de uos nouuelles. / [il raconte principalement ses soucis de santé : maladie, langueur, quarantaine]. De quoi estant delivre / par la grace de Dieu, i'ai donné mon liure a imprimer a Rafelingius / et le tout sera acheué ~~le~~ enuiron le commencement de Iuing[8]. [Puis commentaire de tout ce qui est en cours d'impression à Heidelberg et Genève comme pour Dupuy]

[*The correspondence…*, p. 396] 22 juin 1594. Nobilissimo amplissimoque viro Domino Ioanni ab Oldenbarnevelt…

[5] « quitté » (*The Correspondence*, p. 372).
[6] « Je conduirai notre homme à la potence ».
[7] « Faire les choses de celle qui a fait porter des cornes à cet âne ».
[8] Tamizey de Laroque (p. 299) suppose qu'il s'agit de *l'Hippolyti episcopi Canon*, mais celui-ci ne sera imprimé qu'après l'été. Les lettres du mois de juillet confirment notre hypothèse : il s'agit bien de la *Cyclometrie*.

Cette lettre latine à Johan van Oldenbarnevelt, grand pensionnaire des États de Hollande, accompagne sans doute le premier envoi que fit Scaliger de sa *Cyclometrie*.

[Heinsius, Epist. XXXVI, p. 146] 6 juillet 1594. À Isaac Casaubon.

[…] Mitto ad te Cyclometricum nostrum, cum Mesolabio. Mittam & alia quaedam propediem […]

Traduction : *je t'envoie ma Cyclometrique, avec le Mesolabe. Et je t'enverrai d'autres choses bientôt.*

[Ms BnF Dupuy 496, p. 123] 20 juillet 1594. A Monsieur. Monsieur du Pui conseiller du Roi en sa Court de Parlement. A Paris

Monsieur, ie uous enuoie un de mes Cyclometrica. Pardonnes moi s'il n'est relié. Il m'en a fallu presenter aux deputes des estats six douzaines de reliés […]

[Ms BnF Dupuy 496, p. 198] 20 juillet 1594. A Monsieur, Monsieur Pithou A Paris

Monsieur, ie uous enuoie de mes liures pour uous et pour nos amis, comme uous / pourres uoir le nom d'un chascun escrit en la premiere page. Il uous plaira uous mesmes de leur faire tenir, et m'excuser si ie ne les enuoie relies. Car des / 82 que i'avoi bien faict relier ie n'en ay pas aßes pour en distribuer a tous les deputez des estats. Ie suis marri des faultes de ma main lesquelles / toutes fois sont corrigees in erratis. I'estois encores bien malade lors que ie / transcriuois mon liure. Ie ne doute point que beaucoup de marroufles ἀγεωμέτρητος[9] / n'y veuillent escrire contre : comme sont les Algebristes, qui ne sauent rien / en Geometrie. Au contraire ie suis tout certain qu'un mediocre geometre admirera / plustost mon liure, qu'il ne le reprendra. Et Monsŕ de Monanteuil, qui entend bien le mestier, en sera le iuge, si lui plaist. I'en croirai totalement ce qu'il en dira […]

[Ms BnF Dupuy 496, p. 222] 20 juillet 1594. A Monsieur, Monsieur de Monantueil, Professeur du roi es Mathematiq[ue]s. A Paris.

Monsieur, Dieu m'a faict la grâce de voir tous mes amis auant mon / partement de France : comme sils s'estoi[e]nt donnes rendes uous pour / me dire à Dieu, sauff uous et Monsŕ Goulu[10], combien que je demãdasse / de vos nouuelles à Monsŕ Pithou, et desiraße grandement de vous / uoir, estant amateur ~~grandement~~ de v[ost]re erudition, et surtout de / uostre candeur : qui me faict croire, que i'ai encores quelq[ue] place en v[ost]re / amitié : pour memoire et tesmoignage de laquelle ie uous envoie ~~mon~~ un / exemplaire de mon cyclometricon, et Mesolabion : lesquels ie uous supplie / prendre à gré comme de celui, qui s'arrestera à u[ost]re jugement en tout ce qu'il vous plaira de m'en escrire librement. Ce que je vous / supplie faire. Si i'ai failli, que ie n'aie non plus de blasme que / les anciens, qui en uain ont touché ceste corde. Si i'ai touché au but / (et certes c'est merueilles, si ie ne l'ai faict) qu'il vous plaise de / me défendre enuers une certaine maniere dAlgebristes, qui ne / sachants rien en Euclide, estiment pouuoir tout confuter par l'Algebre. / Endurer cela, cest faire tort a la

[9] *Ageometritos* : ignorants en géométrie.
[10] Professeur de grec au College Royal.

diuine Geometrie. I'estime tant / u[ost]re suffisance en ce mestier, que ie vous croirai du tout. car uous mesmes / pourres iuger, qu'en uain s'estudieront d'entendre mon / liure ceux, qui n'auront leu pour le moins soixante fois l'Euclides / d'un bout iusques a l'aultre, com[m]e a plus pres ie pense auoir faict. / Item sils ne sont accoustumes es demonstrations Grecques[11] des / aultres anciens, Archimedes, Theodosius, Apollonius, Pappus, ils (sic) / leur sera aduis, que i'aurai introduit une nouuelle Geometrie / et ie m'asseure, que vous dires, que ma methode, n'est que la / pure methode des Grecs. Aussi[12] n'en ai ie estudié iamais / d'aultres. Excuses, s'ils (sic)[13] uous plaist les faultes de l'impression, et / du sculpteur, qui m'a faict grand tort. car i'estois lors malade dans le list[14]. Ma main en a faict aussi estant encores faible de la maladie. Vous prendres le tout en bonne part, sil uous plaist, ie uous baiserai les mains, etc.

[Ms BnF Dupuy 496, p. 199] ?? août 1594 [date inconnue, ms en partie déchiré. On lit : « ~~Juill~~ Aoust 1594 »]. A Monsieur, Monsieur Pithou A Paris [avec envoi d'exemplaires du *Cyclometricon* à distribuer]

[…] Monsieur, ie uien tout presentement receuoir la uostre du […]

I'euße uoulu auoir le moien / de pouuoir enuoier tant d'exemplaires que ~~d'am~~ i'ay d'amis. Mais cela / est impoßible. I'en enuoie a Viete, qui m'a faict autant de mauuais / tours, qu'il a peu. Mais i'ay oublié tout cela. Ie baillerai à Mons. / Vulcanius excerpta de Vita Mauricij, que m'aues enuoiés. Mon Cyclometricon faict parler beaucoup d'ignorans, uoire des plus ineptes. / Mais i'atten le iugement des doctes. Vous m'escrires, sil vous plaist, ce quils en iugent. Ie reffais tout mon liure de Emendatione. Et esperons auec l'aide de Dieu, que l'edition en sera bonne […]

[*The correspondence…*, pp. 426-428] 13 septembre 1594. A Monsieur, Monsieur de Nansel, Docteur en medecine, medecin ordinaire de madam de Font-Everaut. A Font-Everaut.

[…] De libris mathematicis Rami quod scribis, utinam ad illos quis illis bene uterentur, quam ad eos qui supprimunt, pervenissent. Habeo tamen, πάππου, ‘Αριστοξένου, Κυντιλιανοῦ, et aliorum quaedam ἀνέκδοτα. Non a supellectile Rami, sed inde unde ille curaverat sua exemplaria describenda.

Expecto libros eorum qui in me agmine facto scribunt quotidie. Nam Τετραγωνισμὸν κύκλου paratum habemus, adeo plane demonstratum ut putem ἀλγηδόνας, ὀφταλμών fore obtrectatoribus meis. Multa praeclara eruimus quae aliud quaerentibus, ut fit in mathematicis, sponte se obiecerunt. Poenitebit aliquos iudicii sui. Scio nobis quaedam imprudentibus et aliud agentibus excidisse, sed ita tamen ut longe plura commiserit Archimedes, qui multa παραλογιστικως demonstravit ignoratione pulcherrima rei.

Traduction : *Quant à ce que tu m'écris des ouvrages mathématiques de Ramus, plût au ciel qu'ils fussent chez ceux qui en auraient fait bon usage que chez ceux qui les (ou le) suppriment. Je posséde cependant des anecdota de Pappus, d'Aristoxène, de Quintilien et*

[11] « greques » (*The correspondence*, p. 410)
[12] « Ainsi » (*Idem*).
[13] Erreur non relevée par *The correspondence.*
[14] « j'estoit encore foible de la maladie » (*The correspondence*, *loc. cit.*)

d'autres. provenant non du mobilier de Ramus, mais de là où il avait eu soin de rédiger ses propres exemplaires.

J'attends les livres de ceux qui, formant un régiment écrivent chaque jour contre moi. Car je tiens prêt ma Quadrature du cercle, si parfaitement démontrée que je pense que mes détracteurs en auront mal aux yeux. Nous mettons au jour nombres de trouvailles brillantes qui, comme il arrive souvent en mathématique, se sont offertes d'elles-mêmes à qui cherchait autre chose. Oui, ils auront à se repentir de leur jugement. Je sais qu'il nous est arrivé des trouvailles alors que nous sommes sans expérience et que nous traitons d'autre chose, mais de la même façon cependant qu'Archimède en a commis de bien plus nombreuses, lui qui a fait bien des démonstrations en marge de la logique dans son ignorance d'une si belle chose.

[Reves, pp. 344-345] 25 septembre 1594. De François Vertunien [sieur de Lavau, médecin poitevin protestant, compilateur des *Scaligerana prima*]

[…] vos tant disertes lettres m'ont esté apportées, auec vos deux liures, & un particulierement pour Monsieur Faliriseau[15] : dont ie vous remercie tres-humblement. Et pouuez croire si i'ay receu un grand contentement & de l'un & de l'autre, de celuy, di-ie, de vestutate & splendore gentis Scaliger, qu'il y a XII. ans que ie vous priois mettre en lumiere, & l'autre Cyclometricon, pour lequel i'ay estè tant de fois dementy lors que j'affermois que vous n'estiez ny venteur ny menteur, & partant qu'il ne falloit point doubter que n'eussiez faict ce que vo[us] m'escriuiez. Or Dieu soit loué dont j'ay defendu & porté tesmoignage à la verité […]

[*The correspondence…*, pp. 444-446] 4 octobre 1594. D'Adriaan van Roomen, depuis la foire d'automne du livre de Francfort [seule lettre conservée de van Roomen à Scaliger].

Clarissime vir,

Finitis iam Francofurtanis nundinis Francofurtum veni, ubi inter nundinarum reliquias inveni librum ab excellentia vestra conscriptum de quadratura circuli, quem sane longo iam tempore desideravimus. Nihil autem de eo hoc tempore scribo; ubi ocium nactus fuero, totum perlegam atque quid de quadratura inventa sentiam, breviter perscribam. Quod dominus Raphalengius mihi scribat, me ab excellentia vestra diligi, est quod mihi gratuler; non quod in me tale quid esse sentiam ob quod me amore dignum iudicem, sed quod humanitatem vestram quam sepissime praedicari intellexi, iam ipse sentiam.

Unum porro superest quod ab excellentia vestra petam. Retulit mihi hodie dominus Nicolaus Bassaeus meditari excellentiam vestram novam librorum *De temporum emendatione* editionem, qua in re non dubium quin Basseo (qui omni adhibita diligentia magnisque impensis libros eos ante annum edidit) insigne inferretur damnum. Precipue cum eorundem librorum non exiguam habeat quantitatem. Rogat ergo excellentiam vestram ut Christianae pietatis intuitu novam eam editionem ad tempus aliquod differre dignetur. Quod speramus excellentiam vestram ideo facturam libentius, quod eam variorum aliorum librorum (quos iam conscripsit, quotidieque scribit) editione occupatam intelligamus. Si qua autem in re tum ego, tum Bassaeus, servire excellentiae vestrae poterimus, semper praesto erimus. Si quos libros

[15] Charles Falaiseau, sieur du Plessis, médecin ordinaire du roi (*The Correspondence*, p. 429).

habeat in sua officina Basseus, eos muneris loco excellentiae vestrae mittere cupit, modo eorum ad eum mittatur catalogus. Quod operi *De temporum emendatione* prefix sit praefatio id non ipsi, sed typographo imputandum est, uti mihi retulit ipse. Vale, vir clarissimi.

Traduction : *Homme très illustre. Je suis arrivé à Francfort, quand la foire de Francfort était terminée. Dans ce qui restait de la foire, j'ai trouvé un livre rédigé par votre excellence sur la quadrature du cercle, que nous attendions depuis un long moment déjà ; pour l'instant je n'en écris rien ; lorsque j'en aurai le loisir, je lirai le tout avec soin et j'écrirai de façon ramassée ce que je penserai de la quadrature que vous avez découverte. Ce que m'écrit maître Raphalengius, que je suis apprécié de votre excellence, est une chose dont je me félicite, non que je pense qu'il y ait en moi quelque chose de tel en raison de quoi je me jugerais digne de votre amitié, mais parce que j'ai moi-même le sentiment d'avoir compris pourquoi votre humanité est portée aux nues aussi souvent que possible.*

Il me reste cependant une chose à demander à votre excellence. Nicolas Bassa m'a rapporté ce jour être en train de méditer votre nouvelle et excellente édition des livres De temporum emendatione. En cela, il ne fait pas de doute qu'un grand dommage ait été causé à Bassa qui a édité ces livres un an plutôt après y avoir consacré tout son soin et de grands frais, surtout qu'il lui reste une quantité non négligeable de ces mêmes livres. Il demande donc à votre excellence de trouver bon en considération de la charité chrétienne de différer pour quelque temps une nouvelle édition de votre livre. Nous espérons que votre excellence le fera volontiers, parce que nous la savons occupée par l'édition d'autres livres bien différents qu'elle a écrits et qu'elle écrit chaque jour. Du reste, si nous pouvons être utiles en quelque affaire à votre excellence, nous serons toujours prêts à vous servir, tant Bassa que moi. Si Bassa détient quelques livres dans son bureau, il a le désir de les faire parvenir à votre excellence à titre de cadeau, pourvu qu'un catalogue d'eux soit envoyé chez lui. Qu'une préface ait été ajoutée à cette edition du De temporum emendatione doit être imputé non à lui-même, mais à l'imprimeur, ainsi qu'il me l'a rapporté.

[Reves, Epist. LXXX, p. 148-151] 5 octobre 1594. De Pierre Pithou

Monsieur, Si j'eusse esté aduerty plustot du partement de ce porteur, ie l'eusse faict sçauoir à vos amis, ausquels j'ay distribué les exemplaires de vos liures qu'il vous a pleu m'envoyer, & eussiez peu recevoir leurs remerciemens par eulx-mesmes. Ce que ie puis pour le temps est de vous les presenter avec leurs bien humbles recommandations en vos bonnes graces, & vous asseurer qu'il ne s'est encor trouué qu'un enfant perdu & mal armé qui semble avoir voulu attacher l'escarmouche de son particulier mouuement, ou employé soubs main et sans adueu apparent d'autre. On menace bien de plus grand effort, mais nous n'auo[n]s encor rien veu à descouuert. Mons[r] Monanthueil y employe tousiours quelques heures de ce qui lui reste de sa vacation ordinaire. Et m'a promis sitost qu'il aura acheué de vous en escrire au long, à quoi je tiendray la main & au surplus de ce que penseray vous concerner […]

[Reves, Epist. XXXVIII, p. 184-185] 27 octobre 1594. De Jacques-Auguste de Thou.

Monsieur, I'ay attendu plus tard à vous faire responce, attendant de sçauoir plus certainement quel iugement l'on feroit de vostre œuure, car encores que je ne doubtasse

nullement que ne fussiez parvenu au bout de vostre dessein, toutefois en un te[m]ps si plein de détractio[n]s, et ou la verité certaine est reuoquée en controverse, je preuoyoy qu'il y en auroit qui ou par enuie, ou par ignorance blasmeroyent ce qu'ils deuroye[n]t louer. En quoy je n'ay esté trompé. Mais laissant à part κακοζήλους[16] sans m'en fascher ni donner peine, je vous diray que Monsieur Monanthueil, personage candide & intelligent en ces sciences, a examiné le tout fort diligemment, en un mot estime l'œuure digne non d'une mais de plusieurs statues. Ie ne scay s'il aura loisir de vous en escrire amplement comme il se propose, car il estime que la quadrature du cercle est bien demonstrée, & desire 1'esclaircir dauantage pour les plus jeunes & moins promeus, afin qu'il n'y ait plus de doubte. Pour les autres poincts, encore qu'en aucuns il requiere quelque chose, co[m]me en ce qui regarde les triangles isosceles, toutes fois il estime le tout si excellent et ingenieux qu'il dict par tout qu'il n'a encores rien veu de pareil. Dequoy je me co[n]iouis [réjouis] avec vous, qui estime avoir part à vostre honneur & à vostre gloire. Courage donc, & poursuiuez, sans vous arrester aux enuieux et calomniateurs. Ils ne scauroyent rien diminuer de vostre merite, ains y pourront plustost adjouster, non de leur chef, mais d'autant que la vertu & science plus elle est exercee & agitée, plus elle paroist & s'accroist. Et d'autant que vous estes du tout adonné à ces vrayes sciences, & que parauanture ne voudriez ailleurs pour ceste heure divertir vostre esprit, vos amys desireroye[n]t que vo[us] volussiez illustrer les plus beaux lieux mathematiques de Plato & Aristote & aultres anciens, comme ceux de la mutation des Republiques & du mariage; et y adjouster un syntagme de l'origine de ces sciences, premiers aucteurs d'icelles, inue[n]tions de chascuns, avec le jugement aussy sur chacun, sans oublier des Arabes, jusques à Regiomontan, Copernic, Rinhold, Peucer, et les nostres […]

[Ms BnF Dupuy 496, p. 199] 9 novembre 1594. A Monsieur, Monsieur Pithou Aduocat en la court de Parlement. A Paris.

Monsieur, i'ai estre (sic) tresaise de la uostre, que i'ai receu il y a deux iours / auec la censure du Sŕ ~~d~~Herart. en quoi il a raison. Car ie confesse ~~au~~ m'estre / eschappe en deux propositions, des erreurs qui sont plustost hallucinatio, quam / inscitia[17], et ne fault poinct d'aultre censeur pour les chastier que moi mesme. / Mais le dit Sŕ Herart se trompe bien fort, quand il pense que cest faict de / ma quadrature, et qu'il la fault p~~r~~endre au croc. en quoi oultre l'indiscretion / de la quelle il use, il s'abuse, comme i'ai dit, grandement en ce qu'il pense que / ne pouuant prouuer ce que je prétens en ces deux propositions, [toute] mon oeuvre est inutile. / Car la quadrature du cercle ~~de~~ ne depend ~~de~~ en rien du premier Element. / Mais il est mieux uersé es fortifications, qu'es liures des anciens mathématiciens. / Ie suis marri qu'en la cinquiesme et sixiesme du premier, i'aie resué [rêvé]. Mais / pour cela tout ce que i'ai uoulu faire du cercle, est tres bien demonstré et / le demonstrerons encore mieux, sil plaist a Dieu. Mais i'atten que ce / qu'on escrit contre moi, soit mis en lumiere. Nous ferons rougir ceux qui disent / que n'avons poinct ~~poinct~~ trouué τόν τετραγωυισμόυ[18]. Certes, ils monstrent / qu'ils sauent mieux reprendre qu'apprendre Quant aux lois des Atheniens […] Ie vous

[16] kakozèlous : les malveillants.
[17] Plutôt illusion qu'ignorance.
[18] Tón Tetragonismón : la quadrature.

enuoie des exemplaires du Canon Hippolyti[19] pour uous, messírs ; D'Emeri, Viette, Du Pui, Seruin, Monantueil, Gosselin garde de la librairie […]

De Leyden en Hollande, ce IX Nouemb. 1594

[Ms BnF Dupuy 496, p. 223] 9 novembre 1594. A Monsieur, Monsieur de Monantueil, Professeur du roi es Mathematiques. A Paris.

Monsieur, ie suis tresmarri, que ie me sois mescompte en la cinquiesme / et sixiesme de mon premier liure. Ce que ie n'ai si tost apperceu que ie n'en ai / tesmogné un grand mescontentem[en]t. Et n'y a hõme qui blasme plus cela, que / ie fai. Mais i'espere, que cela n'interessera de rien au principal, la / proposition du Decagone[20] ne faisant rien pour le subiect, l'aultre estant asses / prouuee par le ALITER, qui suit apres. Item en la demonstration du / Tetragonisme ie condamne tous les ALITER, sauf le dernier, et second. Encores nous passerions nous bien dicellui. Car ce sont plustost Corollaria, que demonstrations expresses. Mais quand au dernier ALITER / il est ἐπιστημονικόν[21], et le maintiendrons tousiours sauf touttesfois u[ost]re / iugement : lequel i'atten en bonne deuotion[22], sil vous plaist me faire / cest un (sic)[23] hon[n]eur, que de m'en escrire ce qu'il vous en semble. Affin / que tant aux Apologies que ie serai[24] contrainct faire, qu'en une seconde / edition, nous puissions mieux nous asseurer de n[ost]re faict. Et uous / supplie bien fort de conceuoir mon dessein pour[25] mes Prolegomena, d'autant / que le sieur Herart en me reprenant, se rend plus reprehensible qu'il pense que ma ~~seconde~~ sixiesme proposition renuersee, il fault pendre ma / quadrature au croc : en laquelle indiscretion il declaire le peu d'intellige[n]ce / qu'il a de mon dessein. Car quand tout mon premier liure ne vauldroit / rien, pour cela le Τετραγωνισμός ne resteroit d'estre, ne dependent [dépendant] en rien qui soit de choses qui concern[en]t la quadrature. Ainsi on voit / ce qui est de mal, et on ne voit poinct ce qui est bon. Ie vous supplie / doncques, monsieur, d'excuser ces hallucinations, plustost qu'ignorances / et prendre garde au principal et m'obligerez de beaucoup. Ie / vous enuoie Canonem Hippolytis Episcopis. Ie vous baise humblement les mains etc.

[*The Correspondence…*, p. 473] 20 décembre 1594
Richardo Thomsoni [A Richard Thomson, philologue et érudit anglais, l'un des traducteurs de la King James Bible]

Cette lettre accompagne le premier envoi par Scaliger de son *Appendix ad Cyclometria*, à l'intention de Richard Thomson et d'Henry Savile.

[Ms BnF Dupuy 496, p. 224] 4 mars 1595

[19] *Hippolyti Episcopi Canon Paschalis cum Iosephi Scaligeri Commentario*…Leyde, Christophe Plantin / Frans van Raphelingen, 1595. Epître du 9 septembre 1594.
[20] « daiagone » (*The correspondence*, p. 467).
[21] Epistemonikon : scientifique, rigoureux.
[22] « On dit *Attendre quelqu'un en bonne devotion*, pour dire, Attendre quelqu'un avec impatience & estre preparé à le bien recevoir », Dictionnaire de l'Académie française 1694.
[23] Non relevé dans *The correspondence* (p. 467).
[24] « ferai » (*The correspondence*, p. 467).
[25] « par » (*The correspondence*, p. 467).

A Monsieur, Monsieur de Monantueil, Professeur du roi es Mathematiques. A Paris [Selon *The Correspondence*, cette lettre était accompagnée de l'écrit autographe, *Elenchus primae propositionis Archimedis*, qui est dans le recueil BnF Dupuy 395 II, que l'on retrouve dans les papiers de Savile à la Bodleian Library d'Oxford ; au moins trois autres copies de l'*Elenchus* ont été envoyées : le 31 mars 1595 à van Roomen et à Koteritius, le 5 avril 1595 à Savile.]

Monsieur, ie suistres marri de m'estre si hasté en l'edition de mes Cyclometrica / car si i'euße un peu temporisé, ie n'euße donné de prise sur moi aux quereleurs / qui sont plus disposes à reprehendre qu'a apprehendre. I'ai trouvé la Quadrature. / Mais ie ne l'ai sceu si bien demonstrer, qu'il n'y eust rien a redire. Je vous / ai envoiè l'Appendix in Cyclometrica. Maintenant, ie uous enuoie un escrit, lequel / a mon aduis rompra le col aux medisans. Ie vous prie de le lire sogneusement, / et prendre bien garde aux Theoremata[26], que i'ai mis en la dicte Appendix. / Vous ne doubteres plus de la verité. Par cela ie mets mon honneur entre vos / mains. Il n'y fault qu'une grenouille pour faire crier les aultres. mais außi / il ne fault qu'une petite pierre pour les faire taire. Cest a vous / doncques que ie m'adresse, pour les faire taire. Car vous cognoißant[27] la / vérité (comme je m'aßeure que feres) la prescherés par tout, et monstrerés / uiuement com[m]ent ~~il~~ en ce siècle il a esté trouué ce qu'en dixhuict siecles, ou / plus on a cherché en vain. Le paralogisme d'Archimedes est manifeste. L'abus qu'il a imprimé / en la teste de la postérité est trop descouuert que circulus / est æqualis ~~diam~~ Triangulo rectangulo, cuius altitudo æqualis semidiametro / basis peripheriæ[28][29]. J'estime tant de v[ost]re savoir, et, qui plus est, de v[ost]re candeur, / que vous defendres la verité. Tu eris patronus non meus, sed veritatis. / Faictes cela, sil vous plaist, et pour v[os]tre honneur et pour le mien. Car / vous l'aiant[30] demonstré le premier, il y aura plus de gloire de vos[tre] / costé que du mien. Viete a escrit quelq[ue] chose, com[m]e lui mesme par sa / lettre m'e[n] ~~faict~~ donne aduis, pretendant que je l'ai picqué. Ce n'est pas / la premiere mensonge qu'il a dicte, ni la premiere desloyaulté ~~dont~~ qu'il a practiquée. Ie n'ai encores veu son livre. Ie vous baise les mains etc.
De Leyden en Hollande, le 4 mars 1595.

[Ms BnF Dupuy 496, p. 201] 26 mars 1595. A Monsieur, Monsieur Pithou Aduocat en la court de Parlement. A Paris

Monsieur, il n'y a que quinze iours, que ie uous ai escrit. I'ai / receu le magnifique liure de Viete. Ie n'en di rien pour le present. / Ie uous supplie bailler a Monsŕ Petit Sŕ du Claux Hardy [cf. Reves p. 56] les lettres / que i'enuoie a Monsŕ et madame d'Abain si uous n'aues aultre moien / de les faire tenir uous mesmes. Außi,[31] il uous plaira incontinent rendre [transférer] celles que i'escris a Monsŕ de Monanteuil. Lequel, sil veult, / fera bien penaus nos crieurs et aboyeurs. I'ai bien attize le feu comme ie vois. Mais sil plaist a Dieu, ils s'y brusleront eux / mesmes. […]

[26] « theorematia » (*The correspondence*, p. 487, il semble effectivement que ce soit bien écrit ainsi par Scaliger.)
[27] « Car vous, cognoissant » (*The correspondence*, p. 487).
[28] « peripheris » (*The correspondence*, p. 488).
[29] Le cercle est égal au triangle rectangle dont la hauteur est égale au demidiamètre et la base à la circonférence.
[30] « Car vous, l'aiant » (*The correspondence*, p. 488).
[31] « Ainsi » (*The correspondence*, p. 493).

De Leyden ce iour de Pasques 1595

[Ms BnF Dupuy 496, p. 225] 26 mars 1595. A Monsieur, Monsieur de Monantueil, Professeur du roi es Mathematiques. A Paris.

Monsieur, ie ne sai si les miennes uous auront esté rendues auec / un aduis touchant n[ost]re quadrature, et l'erreur d'Archimedes. Craignant que / uous ne ~~l'aie~~ l'eußies receu, ie uous en enuoie un aultre, et plus ample. Vous / y uerres l'erreur manifeste d'Archimedes, la neceßité, que nos quatre / magnitudes sont esgales. ~~et q~~ Il ne reste rien, sinon qu'un tel homme, com[m]e / uous y donne autorité le publiant accomodé selon uostre iugement, et com[m]e / cognoistres mieux estre expedient. Certes le τετραγωυισμός est trouué. / Et toutesfois les μεμψίμοιροι[32] ne le ueulent croire. Ie me rapporte du tout / a v[ost]re erudition, grand iugement et candeur que i'estime sur tout. Ie ~~m~~ / m'aßeure que uous les pouues [pouvez] faire repentir des liures qu'ils escriuent co[n]tre / moi en leur monstrant de quoi. La plus part d'eux n'ont iamais ueu / Archimedes. Ils n'en parlent que par ouir dire. Tesmoing le glorieux / qui a faict l'Elenchus[33], et me reprend de ce que i'ai use du mot / πέλεκυς[34] II est si asne, qu'il se mocque de ce que les anciens / ont dit deuant moi. Car ils n'ont appellé ceste figure aultrement que / πέλεκυς. Et toutesfois il pense que ie l'ai inuenté. Ie ne di rien / encores. Il le sentira quelq[ue] iour. Il faict le mathematicien, et / n'est qu'un ignorant, comme son liure le tesmoigne. I'ai receu ce / qu'il vous a pleu esbaucher sur la quadrature. A mon aduis uous / iugerez, que maintenant nous auons touché au uif. Ie uous / remercie außi des censures in Cyclometrica. Nous auons esperence / qu'une bonne partie se pourra corriger. Quant au Mesolabion / il est tresueritable. Mais il le fault mieux demonstrer. I'estime / beaucoup v[ost]re sauoir, et l'amitié, laquelle il uous plaist me / porter. Außi ne me suis ie pas trompé en la recherchant. Ie vous / supplie treshu[m]bleme[n]t de m'escrire au plustost ce qu'il vous semble / de l'aduis , que ie vous enuoie. Et si uous en publieres quelq[ue] chose. / Ce que si vous faictes, uous y aures plus d'honneur que moi. Cependent, Monsieur, je vous baise treshu[m]bleme[n]t les mains etc.

De Leyden ce iour de Pasques 1595

[*The correspondence…*, pp. 502-505] 31 mars 1595 [l'année est rendue certaine par une lettre du même jour à Kroterius qui évoque celle-ci]. À Adriaan van Roomen.

Iosephus Scaliger Iul. Caes. f. Adriano Romano suo s.

Puto meas literas tibi redditas esse una cum appendicibus ad *Cyclometrica* mea, ex quibus potuisti animadvertere quam iniquus sim meis erroribus, neque opus esse alio castigatore quam me ipso. Sed sane opus mihi erat aliis lectoribus quam quos hactenus nactus sum ubique, sed praesertim apud vos, ubi passim *Cyclometrica* nostra ita accipiuntur ut non humanitus errasse, sed lege maiestatis commisisse videar ; et nihil mitius mihi expectandum sit quam ut sine provocatione poenas dem, ut homini libero ne ad respondendum quidem sit receptus. Tu scis de quibus loquor et qui sint ii qui literis suis vulgo quotidie de nobis ea

[32] Mempsimoiroi : les mauvais coucheurs.
[33] La réfutation.
[34] Pelekus : hache (ici en forme de francisque).

disserunt, quibus ipsi potius digni sunt. Non agam cum ipsis praecise, ut ipsi faciunt. Nondum enim dies cessit.

Accipe interea hanc *Diatribam*[35] quam tibi mitto, in qua non solum videbis quam falsi sint qui, Archimede magistro, circulum aequalem faciunt rectangulo sub semidiametro et semiperipheria contento, sed etiam quam male existimationi suae consuluisse videntur qui non capere potuerint quod et puero planum fecimus. Rem utilissimam proposuimus. Ipsi eam obtrectationibus suis eludere conantur. Volsellis pugnant, non gladiis. Lecta mea *Diatriba*, teipsum iudicem fero, ni inhumane mecum experiuntur qui ea vellicant quae aut non intelligunt, aut si intelligant, nolunt probare, me cogantur quae pueri didicere, senes perdenda fateri. Inter ea, oro te, mi Romane, si quis locus est humanitati, literarum vinculo, sacris Matheseos, ut diligenter perpendas ea qua in diatribam hanc coniecimus, & ut non solum tibi, sed & aliis scriptam esse scias. Propterea eam illis communica, quos quamuis nobis iniquiores esse sciueris (ut sane inhumani sunt qui de homine non ita merito, prauè & sentiunt & argutantur) tamen ab his studiis alienos non esse sciueris, imo potiùs quos tibi constabit solide de his rebus iudicare posse. De paralogism Archimedis dubitare non potes, & hoc & alia quae ad quadratione[m] circuli spectare έπιστημονικως à nobis demonstrata sunt. Ubi ab hominibus prauè tenacibus expresserero [?] nos circulum quadraβe (velint nolint hoc fateantur necesse tandem est) posteà ad reliqua pergemus. Errores nostros tollemus, eos qui videntur & non sunt expoliemus. Tu intereà, mi Romane, clementius de nobis iudica, quam hactenus fecisti. Ego libertatem amo sed intra modum, & eam quidem quae homine ingenuo digna est. Si me amas rescribas, ad ea qua tibi mitto. Non enim tanti sunt neque tot errores nostri, quanti & quot vobis summis criticis videntur. Vale. Lugduni Batauorum Prid. Kal. April. Stilo novo. Misi tibi Hippolitii canonem cum appendicibus. Meliorem in partem illud opusculum accipe quàm Cyclometrica nostra. Si bene assecutus fueris diatribam quam tibi mitto, habes quod poenitentiam exprimat iudicii, quod de me fecisti. Sane omnes boni & docti sciunt me humanius accipiendum fuisse. Iterum vale.

Traduction : *Joseph Scaliger à son adrien Romain. Je pense que ma lettre t'est parvenue avec les appendices à mes Cyclométriques dans lesquels tu as pu remarquer combien je suis sévère avec mes propres erreurs et que je n'ai pas besoin d'un autre censeur que moi-même. Mais j'avais vraiment besoin d'autres lecteurs que ceux que j'ai croisés jusqu'ici un peu partout, mais surtout chez vous où de tout côté mes Cyclométriques sont reçues de telle façon que j'ai l'air non pas de m'être trompé en homme, mais d'avoir commis un crime de lèse-majesté. Et rien ne me serait plus doux à attendre que de subir mon châtiment sans provocation (?), quand la possibilité de répondre n'est même pas accordée à un homme libre. Tu sais de qui je parle et qui sont ceux qui développent chaque jour ces accusations à mon sujet dans leurs lettres. Je ne m'engagerais pas dans des escarmouches avec eux, comme eux le font. Le jour n'est pas encore venu.*

Accueille donc cette Diatribe que je t'envoie et dans laquelle tu verras non seulement sont dans l'erreur ceux qui sous la férule d'Archimède font le cercle égal au rectangle délimité par le demidiamètre et la demie circonférence, mais aussi à quel point ils semblent avoir mal

[35] C'est sous ce nom que Scaliger désigne son *Elenchus* dans sa correspondance.

réfléchi à leur jugement, eux qui n'ont pas pu saisir une chose que nous avons rendue évidente pour un enfant. J'ai proposé une chose fort utile, mais eux ils font tous leurs efforts pour l'escamoter sous leurs critiques. Ils combattent avec des pincettes, mais pas avec l'épée. Une fois que tu auras lu ma Diatribe, je te fais juge si ne me traitent pas de façon barbare ceux qui critiquent ce qu'ils ne comprennent pas, ou qui, s'ils le comprennent, ne veulent pas l'admettre, eux dont je suis forcé de dire que, vieux,il leur faut oublier vieux ce qu'ils ont appris enfants. Cependant, je te prie, mon cher Romain, s'il y a quelque place pour l'humanité, par le lien des arts et des sciences, par la caractère sacré de la Mathématique, de peser avec soin les idées que j'ai avancées dans cette Diatribe et de mesurer qu'elle n'est pas rédigée que pour toi, mais aussi pour d'autres. par conséquent communique-la à d'autres que tu sais être quoique assez injustes à mon égard (de même que sont inhumains ceux qui à propos d'un homme jugent et critiquent non pas avec justesse, mais malhonnêtement) mais dont tu sais qu'ils ne sont pas étrangers à ces recherches et plus encore des gens dont il est assuré à tes yeux qu'ils peuvent juger de ces choses avec fermeté.

Tu ne peux avoir de doute à propos du paralogisme d'Archimède, ni sur cette chose et d'autres que j'ai démontrées scientifiquement tendre vers la quadrature du cercle. Lorsque par des gens à la mauvaise foi tenace [il aura été dit] que j'ai carré le cercle (qu'ils le veuille ou non, il est fatal qu'ils le disent enfin), alors nous passerons au reste. Eliminons nos erreurs, paufinons celles qui en ont l'air mais qui ne le sont pas. Quant à toi, mon cher Romain, juge moi avec plus de clémence que tu ne l'as fait jusqu'ici. J'aime la liberté, mais avec mesure, particulièrement celle qui sied à un homme de bonne naissance. Si tu m'aimes, réponds à ce que je t'envoie. Mes erreurs ne sont pas aussi grandes et aussi nombreuses qu'elles vous paraissent à vous éminents critiques. Porte toi bien.

A Leyde, la veille des Kalendes d'avril, nouveau style.

Je t'envoie le Canon d'Hippolite avec ses appendices. Reçois cet opuscule en meilleure part que mes Cyclometriques. Si tu viens à accueillir favorablement la Diatribe que je t'envoie, tu as de quoi exprimer ton repentir/faire pénitence pour le jugement que tu as porté sur moi. Tous les gens de bien et tous les gens instruits savent que je dois être traité avec plus d'humanité. Une fois encore porte-toi bien.

[Reves, Epist. x, p. 13-15] 18 mai 1595. De Robert Balfour [professeur de grec et de mathématiques au collège de Guyenne à Bordeaux].

Monsieur. Vous sçauiez fort bien que les choses le plus singulierement elabourees estoie[n]t quelquefois pour un temps plus subjectes à l'enuieuse malice de malueillants & calumniateurs que celles que sont lourdement façonnees & grossierement esbauchees. Et pource vous avez coupé chemin a toutes les petites subtilitez & legeres surprinses de telles gens au supplement de vostre Cyclometrie, lequel de vostre grace, vous auez enuoyé a Monsieur de Gourgues pour me le faire tenir, sans que i'aye iamais eu la commodité de vous auoir occasionné a me departir de telles faueurs. Mais aussy plus grande en sera l'obligation que vous gaignez sur moy, & vous, s'il vous plaist selon vostre bonne coustume, continueréz en mon endroict de faire paroistre a un chacun que la candide naïfveté de vostre courtoisie esgale la grandeur, de vostre esprit. I'ay esté infiniment aise que vous mesme ayez fermé la bouche aux ignorants ou enuieux sur vostre grand sçauoir, & rembarré tout ce qu'ils eussent

peu, a leur advis, calumnier en vous. le me fuis trouué auecques quelques uns qui se vouloyent mesler de parler contre vos elements cyclometriques, mais comme ie voulois sonder leurs raisons, je decouvrois aussi tost que que la seule ignorance les faisoit ainsi gazouiller. Le iugement des gens doctes est tout co[n]traire, s'ils sont sans envie. Car je n'ay jamais parlé auecques ho[m]me entendu aux Mathematiques que nous n'ayons admiré vos hautes & inimitables inventions, non seulement en ce qui concerne la dimension du cercle, & la proportion perimetri ad diametru[m], mais encore toucha[n]t l'insriptio[n] des polygones en quoy vous auez entiereme[n]t obscurci la loüange des devanciers & retranché a toute la posterité l'espera[n]ce d'y pouvoir atteindre. I'ay cognu, Mons^{r}. Clavius (que j'estime apres vous le premier de ceste profession) un peu alteré contre vous, par une lettre qu'il m'a escrite de Rome depuis naguieres. **Il voudroit faire bouclier de la defense d'Archimede**, mais je croy plustot que *τετραγωυισμόν Dinostrati* [la quadrature de Dinostrate] en soit la cause, pource que vous maniez plus dextrement que luy & descouurez l'erreur co[m]mune en laquelle il semble estre sur la fin du sixiesme d'Euclide. Ou autrement je me doutte qu'il soit atteint de la maladie de plusieurs autres a qui le cœur fait mal de ce que chacu[n] recognoist en vous ce que leur conscience iuge defailler en eux. Car je m'asseure qu'il n'y a celuy d'eux qui ne desirast pouuoir, comme vous faictes, rehausser le lustre de sa doctrine par l'enrichissement & embellissement des lettres humaines. Mais quoy ? telle faveur n'est pas vulgaire a tout le monde & ceux a qui elle esl desniée doibvent fans passion l'admirer de ceux qui en sont participants. De ma part je vous asseure que je recognois en vous cette perfection & beaucoup d'autres, auecques autant de ca[n]deur, qu'apres vous avoir baisé bien humblement les mains, je desire demeurer etc.

[Ms BnF Dupuy 496, p. 202] 28 mai 1595. A Monsieur, Monsieur Pithou. A Paris.

[…] I'ai escrit par ci deuant a Monsr de Monantueil. Ie uous supplie me faire ce bien que de lui dire que i'ai trouué parfaictement mon τετραγωυισμός, et qu'il y en a asses pour faire enrager ceux qui me courent sus. Vous lui pouues asseurer comme de la parte de celui qui ne vouldroit mentir pour chose du monde […]

[*The Correspondence…*, p. 522] 14 juin 1595. À Richard Thomson.

Non licet mihi per occupationes meas tecum pluribus agere: alias scribam prolixius. Nondum legi quae ad me Henricus Savillius misit. Scio mihi multa aliud agenti in *Cyclometricis* excidisse, et sane dolet, piget taedetque. Sed post omnium latratus aliquando respirandi dabitur locus, et habemus quod correctores nostros doceamus.

Per amicitiam nostram te oro, ut si copia tibi detur, Vitruvium cum veteri exemplari conferre. Illum laborem ne graveris mea gratia. Maximo me devinxeris beneficio. Quod te iterum atque iterum rogo. Vale.

Traduction : *Mes occupations ne me permettent pas de te consacrer plus de temps, je t'écrirais d'autres lettres plus abondantes. Je n'ai pas encore lu ce que Henri Savill m'a envoyé. Je sais […] et il en souffre, il s'en repent et il se blâme. Mais après les aboiements de tous il me sera donné un temps pour respirer un peu et nous avons de quoi instruire nos correcteurs. Au nom de notre amitié je te prie, si la possibilité t'en est donnée, de comparer*

Vitruve avec un vieil exemplaire. Ne te charge pas de ce travail pour me faire plaisir ; tu m'as déjà attaché à toi par un très grand service que je te réclame encore et encore. Porte-toi bien.

[Heinsius, Epist. XXXVII, p. 147] 31 août 1595[36]. À Isaac Casaubon.

Nullae feriae Francofurdienses praeteribunt sine aliquo horribili & sacro in me libello. atque ita *άεί Λιβύη τί καινόν*. Cyclometrica mea fuerunt *σφηχίας έρεθισμός*. Omne έριστικὸν forum excalfecimus. Omnium fucorum & crabronum examina in me coëunt. Sed eluctandum est, ούτε ἐκκακητέον. Certum est nos τετραγωυισμόν nostrum έπιστημονικως demonstrare : quem malevoli nostri agnoscent tandem cum flagitio.

Traduction : *Il ne se passera pas une foire de Francfort sans quelque pamphlet terrible et effrayant contre moi et ainsi il est toujours quelque chose d'étrange en άεί Λιβύη τί καινόν. Mes Cyclométries ont été un coup de pied dans un nid de guêpes. J'ai échauffé là toute la place à la querelle. Guêpes et frelons se ruent sur moi par essaims entiers. Mais il faut sortir de là et ne pas perdre courage. Il est sûr que je démontre scientifiquement ma quadrature. Mes critiques malveillants finiront par le reconnaître et ils pourront battre leur coulpe*.

[Ms BnF Dupuy 496, p. 226] 17 décembre 1595. A Monsieur, Monsieur de Monantueil, Profeßeur du roi es Mathematiques. A Paris.

Monsieur, i'ai receu la uostre il n'y a que deux iours, co[m]bien qu'elle soit / de uieille date. Ie vous remercie treshumblement de uos bons aduertissemens, / et croies, que de iour en iour non seulement ie m'esbahis de la precipita[n]ce / dont i'ai usé en l'edition de mon liure, mais encores ie m'en ueux moi mesmes un / grand mal : et en conçois un grand regret pour auoir ouuert la fenestre, / non seulement aux habiles, mais aussi aux asnes de parler de moi. II y a une / chose qui me console, la iustice de ma cause. Car ie sai bien que i'ai dit / verité laquele est tenue pour mensonge, si elle n'est demonstree. Et le / mathematicien n'est mathematicien qu'en tant qu'il peust demonstrer. Tout / cela me uient au deuant des yeux, et de ma mémoire. Mais puisque iacta est alea, si ne fault il ietter le manche après la cognée. par quoi ie / uous enuoie une aultre demonstration, laquelle ie uous supplie treshumblement, / pour l'honneur, respet, et amour que ie uous porte, la lire attentiuement. Il n'y / uous fault donner qu'une demie heure. Et uous le feres sil uous plaist, / pour charité, aiant compaßion d'un, contre lequel tout le monde aboie. I'ai / trouué beaucoup de bonnes choses despuis : et vous ioincs[37] l'inuention du dodecagone / egale au quarré du Trigone isopleure inscript a mesme cercle. / Si mes aduersaires, voire le plus huppé d'iceux eust trouué cela, il en eust faict / un grand triumphe. Pour cela ie n'en fai pas plus grande gloire. Il y a bien d'aultres / choses außi belles, et meilleures, que celles la. Il uous plaira de m'escrire / uostre aduis de ceci que ie uous enuoie, et si uous l'approuues, uous ne / sauries faire plus grand plaisir a Monsr le President de Tou, et Monsr Pithou, / que de les en aduertir, qui sont außi marris de mon malheur (ie l'appelle / ainsi) qu'ils seroint ioyeux du contraire. Il me semble que i'ai touché au / poinct. Sinon il uous plaira m'aduertir de ma faulte, et ou elle gist. Vous m'obligeres beaucoup et ie prierai Dieu etc.

[36] Datée par erreur de 1594 (année absente de l'original) par Heinsius (cf. *The Correspondence*…, p. 542).
[37] « voies » (*The correspondence*, p. 589)

[Heinsius, Epist. XL, p. 153] 19 mars 1596. À Isaac Casaubon

[…] Cyclometrica omnia recudemus. Sed non est properandum. Properantiae enim meae poenas luo, propter quam tot nebulonum obtrectationibus me objeci. Sed ingenue fateor, Deum hanc ἀναισθησίαν et quasi νάρκην immisisse castigandae securitati meae. Utinam his candor esset reprehensoribus meorum laborum qui est mihi ! Modestius mecum agerent quam faciunt. Hoc unum me consolatur, validissime nos demonstraturos id quod proposuimus, circulum esse sex quintis hexagoni in ipsum inscripti. Non potest dici, quanta invidia laboremus. Sed de his alias.

Traduction : *Je reprends toutes mes Cyclométries, mais je n'ai point à me hâter. Je paie le prix de ma précipitation avec laquelle je me suis offert aux critiques de tant de canailles. Et je dis naïvement (ou en toute bonne conscience) que Dieu m'a envoyé cette anesthésie ou cette quasi léthargie pour punir mon assurance. Plût au ciel que ceux qui blâment mes travaux aient eu l'innocence qui est la mienne ! Ils me traiteraient avec plus de mesure qu'ils ne le font. La seule chose qui me console, c'est que je vais démontrer de manière très positive ce que j'ai avancé, que le cercle est le 6/5 (si je ne me trompe pas) de l'hexagone inscrit dans ce cercle*.

[Reves, Epist. LXXIV, p. 137-138] 2 avril 1597 (« 23 mars selon le vieil style 1597 », [Esprinchard utilise le calendrier grégorien]). De Jacques Esprinchard, jurisconsulte et érudit, depuis la foire de de printemps de Francfort.

[…] je suis par la grace de Dieu arriué sain & sauf en ceste ville de Francfort, ou ayant desia passé quelques jours & visité à mon aise les boutiques des libraires, je n'ay veu qu'un seul liure co[n]tre vous, qui est d'*Adrianus Romanus*, lequel il dedie a l'Empereur. Il est imprimé a Geneue, encore qu'au bas l'imprimeur ait mis : a Uirtzburg. I'ay parlé a quelques honnestes gens de Geneue, qui m'ont bien au long conté comme le tout s'estoit passé l'impression dudict liure, & comme monsieur de Beze & tous vous (sic) autres amys allerent par deux fois a la maison de ville pour s'opposer à cela & empescher que ledict liure ne s'imprimast, a quoy resista[n]t Candole imprimeur & presentant requeste a Messieurs par laquelle il leur remonstroit qu'il auoit desia despendu plus de trois cens escus à faire les figures, & que cela seroit luy faire un grand tort s'il ne s'imprimoit, on luy accorda à sa demande, a condition qu'il n'y eust point d'inuectiues contre vous. Les marchandises de ceux de Geneue ont demeuré derriere, qui est pourquoy ce liure n'a poinct esté veu d'aucun. Vignon beaufrere de Candole m'en a monstré deux exemplaires, dont l'un est pour l'autheur, a ce qu'il m'a dict, & l'autre pour l'Euesque de Virtzburg. I'ay tasché par tous moyens d'en auoir une copie à quelque pris que ce fust, afin de la vous enuoyer, mais il m'a esté impossible. On m'a dict que l'autheur mesme vous l'enuoyera bien tost. Il a esté en ceste ville, mais ie ne l'ay peu veoir […]

[Reves, Epist. XXXV, pp. 402-407-138] 11 mai 1597 (« ce 1 may 1597 selon le vieil style »)
De Jacques Esprinchard, jurisconsulte et érudit, depuis la foire de de printemps de Francfort.

[…] Passant par Wirtzburg, j'allay voir *Adrianus Romanus*, que j'entretins enuiron une heure, pendant la moitié de laquelle, l'interroguant de plusieurs choses que je desiray scauoir

touchanyt l'estat de ce pays, & de l'Academie dudict lieu, il me sembla fort doux & paisible : mais changeant de propos, & venant à parler du liure qu'il auoit faict contre vous, je veis qu'il estoit aucunement battu du mal commun de tous vos aduersaires, & qu'il y auoit un peu d'animosité en son faict […]

[Reves, Epist. LXXIV, p. 137-138] 29 novembre 1599
D'Henri de Monantheuil, professeur de mathématiques au Collège Royal [seule lettre connue de Monantheuil à Scaliger].

Monsieur. I'ay receu le liure que m'auez enuoyé des castigations & notes qu'auez escript sur l'*Astronomicon* de *Manilius*[38], par les mains de Monsieur Gillot, conseiller du Roy, un de nos tres-bo[n]s Seigneurs & amis. Ie vous remercy tres-affectueusement d'auoir eu memoire de moy & de m'auoir honoré de ce vostre present, par lequel pour peu que j'y ay encore jetté les yeux, i'y recognois ceste heureuse memoire de vos grandes & diuerses leçons, ce beau jugement à les disposer & approprier, & cette diuine intelligence dont Dieu vous a doué ne se diminuer aulcuneme[n]t pour vostre aage, ains plustot s'augmenter & s'embellir. Ie prie Dieu que cela vous soit perpetuel, affin que la posterité aye long temps des nouueaux fruicts d'un arbre si sauoureux & estimable. mais ie n'en dis dauantage, *ne id assentandi potius causâ quàm quod ita scientiam dicere me existimes*[39]. Ie vous baise affectueusement les mains, etc.

[38] La seconde édition du *Manilius*, imprimée par Raphelengius est datée de 1600. Le privilège de Henri IV a été accordé le 21 mai 1599.
[39] *pour que tu ne juges pas que je dise cela pour approuver cette chose plutôt que*… [texte original probablement incomplet]

ANNEXE A2.2 : ÉDITIONS/IMPRESSIONS/ÉMISSIONS DE LA *FORTIFICATION* DE JEAN ERRARD

I. Première édition

Édition de Paris (1600)

La fortification reduicte en art et demonstree par I. Errard de Bar-le-Duc, Ingénieur du trèschrestien Roy de France et de Navarre. Dediee à sa Maiesté. A Paris, 1600. Avec Privilege de sa Maiesté. [s.n. d'imprimeur ; pas de privilège imprimé]

In-folio de 102 pages, avec planches dans le texte, non numérotées et sans cartouche ; bois gravés pour les figures géométriques dans le texte.
Pagination continue recto et verso, de 1 à 102 à partir de la première feuille du cahier A [signatures $\tilde{a}^{ij}$, A-Z^{ij}, Aa-Cc^{ij}, Cc^{ij} blanche] ; les pages gauches de transition entre les livres ne sont pas paginées (22, 56, 84).
Titre-frontispice gravé à deux canons portant les armoiries de Henry IV (1 : trois fleurs de lys ; 2 : chaînes d'or en croix, sautoir et orle ; croix de l'ordre du saint esprit) avec bannières au nom de « M[aximilien] DE BETUNE » et portant la date 1600. Cartouche inférieur portant le blason de Jean Errard entouré de sa devise.
Dédicace « Au Roy », datée « A Paris au mois de Janvier en l'an 1600 » [fol. $\tilde{a}^{ij}$, verso blanc]
Préface « A la noblesse francoise » [p. 1-2]
Les livres 2, 3 et 4 n'ont pas de page de titre propre.
Le livre 2 est dédicacé à « Monseigneur Maximilian de Bethune, Chevalier, Baron de Rosny, Grand Maistre de l'artillerie, et Surintendant des fortifications de France » (Sully)
Fin « & leur donner la perfection qu'elles doivent avoir », suivi d'un erratum et « Fin de la fortification reduite en art. »

Sommaire

	Frontispice (verso : page blanche)	n
-	Dédicace « Au Roy » (verso : page blanche)	n
	Préface « A la noblesse francoise » (en fin : « fautes a corriger »)	1
Le premier Livre		
-	[L'entrée donc en ce livre se fera par les axiomes, qui sont sentences communes n'ayans besoin d'aucune demonstration]	3
I	Du canon, de sa longueur, du calibre, de la poudre & des proportions necessaires	4
II	De la façon des batteries & des effects d'icelles	5
III	De la proportion d'une armee conquerante & ses munitions & artilleries	7
Sous partie : Des choses indifferentes qui ne sont point de l'essence de l'art de fortification		
IIII	De l'aßiettes des places	9
V	De la muraille et de sa matiere	10
VI	Des Terraces	11
VII	Des retranchements	12
VIII	Du fossé	13

IX	De la contrescarpe et chemin couvert appellé couridor	15
X	De l'art d'assaillir	17
XI	Des qualitez requises a un ingenieur, qui veut fortifier & deffendre une place	20
	Le second Livre	
-	Dédicace « A Monseigneur Maximilian de Bethune… » (au verso : page blanche)	21
I	[Sans titre : maximes ou principes de la fortification]	23
II	De l'hexagone	24
III	De l'heptagone	32
IV	De l'octogone	35
V	De l'enneagone	37
VI	Du decagone	39
VII	De l'endecagone	41
VIII	Du diodecagone	43
IX	Des autres figures regulieres depuis douze angles iusques à 24	45
X	Des contregardes et pieces detachees es places regulieres	50
II	De la forme des retranchements (Erreur numérotation chapitre)	51
	Page blanche	56
	Le troisieme Livre. *Des places irregulieres.*	
I	[Sans titre : maximes ou communes sentences de la fortification irrégulière]	57
II	Du triangle	58
III	Du quarré	60
IIII	Du pentagone	63
V	Des ravelins et pieces detachees	65
VI	Des flancs fichants	68
VII	Comment les places irregulieres sont fortifiees & renduës regulieres	71
VIII	Demonstration d'une place irreguliere fortifiée, qui sert de recapitulation à ce troisiéme livre.	73
IX	Des ponts, chaussees et autres passaiges de rivieres	75
X	Des citadelles	77
XI	Des places maritimes	79
XII	De l'ordre pour soustenir assauts	82
	Page blanche	84
	Le quatrieme Livre. *Des places commandees.*	
I	[Sans titre : Maximes]	85
II	Comment il se faut fortifier contre un commandement simple qui ne se peut enclorre dans la place.	86
III	Comment il faut faire contre un commandement simple qui commence à la contrescarpe.	88
IIII	Comment il faut faire contre un commandement continu.	90
V	Comment il faut fortifier au long du declin d'une montaigne.	92
VI	Des flancs couverts es places commandees.	94
VII	Comment il faut fortifier au dessoubs d'un precipice de rocher de commandement simple.	97
VIII	Comment il faut fortifier sur le declin d'une montaigne de commandement continu, à couvert d'un fort chasteau.	99
IX	Comment il faut accommoder une place commandee d'un commandement meurtrier.	101

Exemplaires localisés

A. Bibliothèque nationale de France, Paris (F), Res-V-412, relié aux armes de Henri IV (recto avec armoiries et verso avec devise « H IIII PATRIS PATRIÆ VIRTUTUM RESTITUTORIS ». Cadres de pages à l'encre rouge, titres encadrés. Cuivres très peu abimés (p. 16, p. 36), les planches sont très bien imprimées.

B. Médiathèque Jean Jeukens, Bar-le-Duc (F), Fonds ancien général, FA 17233 Q

C. Médiathèque Louis Aragon, Le Mans (F), SA F* 3789

D. Bibliothèque nationale de France, Paris (F), V-2285 (MF M67142) [exemplaire de référence 1]

E. Biblioteca nazionale centrale, Florence (I), MAGL.1._.141 & CF005803769 (Cinq pages digitalisées).

F. Bibliothèque Louis Aragon, Amiens (F), SA 2947 F

G. Bibliothèque de l'Université de Berne (CH), ZB Bong IV 986, fonds Bongars (qui contient aussi la *Geometrie* et la *Refutation* de 1594), reliure à la fanfare aux armes de Henry IV. Correction supplémentaire page 4 en marge : « et demy ».

H. Universitäts Bibliothek, Wien (AT), A III-118952 [exemplaire de référence 2]

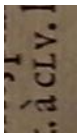
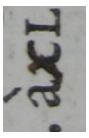
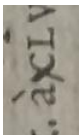
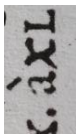
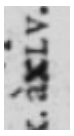
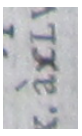
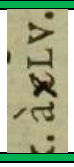
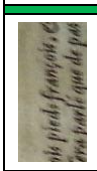
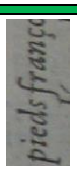
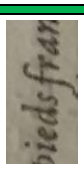
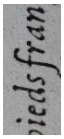
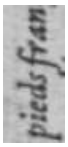
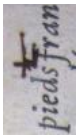
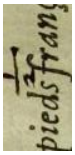
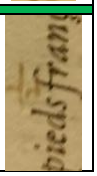
I. Harvard Library, Cambridge (MA), Houghton f Typ 615.00.368

Caractéristiques des exemplaires

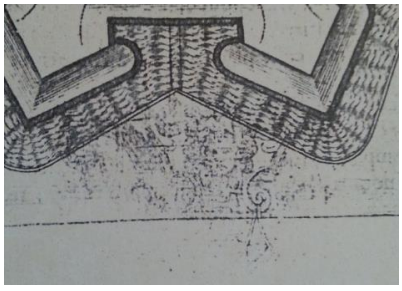
1° Corrections manuscrites

p. 3, axiome 6, « xxx à clv livres » : le clv est corrigé à l'encre en xlv.

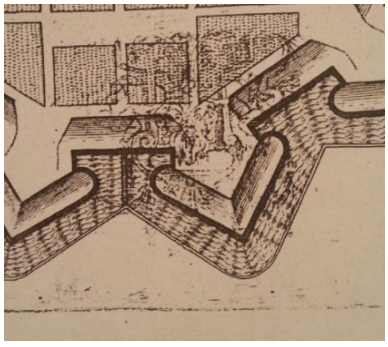
p. 4, idem pour la phrase *Faut notter que le pas commun est de trois pieds françois*… : au-dessus de la ligne entre 'pieds' et 'françoys', insertion à l'encre de la fraction ½. Dans l'exemplaire G seulement, reprise en marge : « et demy »

A	B	C	D	E	F	G	H	I
								
								

2° Défauts d'encrage : le cul de lampe du bas de page a taché la page d'en face.



Page 38



page 42

3° Planches : sur certains exemplaires, les cuvettes sont importantes au point de marquer les pages opposées. À partir de la page 46, les cuivres sont assez rayés.

F. Les planches des pages 16, 53, 59, 61, 89 présentent signes d'usure (lignes verticales)

G. Les planches des pages 34, 36 & 74 présentent des signes d'usure horizontaux.

H. Certains feuillets qui portent les planches présentent des boursouflures en arc de cercle sur leurs côtés verticaux (visibles sur le verso de la feuille)

4° Coquilles ; p. 66, ligne 5 : « comme l'xemple » ; p. 74, ligne 1 : « 800 babitants » ; p. 73 au titre : « place irregulire » ; p 85, 7^{e} maxime « la deffeuce du lieu ».

Édition de Francfort sur le Main, en français (1604)

La fortification reduicte en art et demonstree par J. Errard de Bar-le-Duc, *Ingenieur du Treschrestien Roy de France et de Nauarre. Premierement imprimee à Paris. Maintenant mise en lumiere par la Vesue, & les deux fils de* THEODORE DE BRY. De l'impression de Wolf. Richter à Francfort sur le Mein, 1604.

Malgré la date de publication, cette version appartient à la première édition, car le texte est celui de l'édition parisienne de 1600 ; par exemple, la préface est entièrement reproduite, y compris le « A Paris au mois de Janvier en l'an 1600 » ; dans la partie sur les canons (1er livre, chapitre 1er), l'expérience de « Roch de Linar » est située en 1572. Ces deux particularités disparaissent dans la seconde édition française de 1604, mais sont toujours présentes ici. En outre, le titre conserve l'ordre réduction en art/démonstration contrairement à la deuxième édition.

Remarque : dans ce même chapitre « Il s'est vu, soubs le Roy Henry deuxiesme à Paris » est remplacé par « Charles IX » comme dans l'édition de Paris-1604, mais c'est parce qu'il avait été signalé dans les errata ; ce qui prouve que l'édition des Bry est faite sérieusement. Autres errata signalés : remplacer « eviter » de la page 5 ligne 2 par « éviter aucunement », ce qui est fait à Francfort (mais c'est en page 3) ; finalement, Errard demande d'ajouter aux pages 46, 47 et 48 (du 13-gone au 21-gone) la mention « les costez sont incommensurables aux diametres », mais ce n'est pas fait à Francfort. Il faut dire qu'ils ont fort à faire puisque les planches ne sont pas dans le texte mais sur feuilles séparées, donc qu'il y a de nombreux renvois dans le texte (très bien rédigés « comme il appert en la 2. figure », et autres, avec variantes systématiques). La dernière correction demandée en 1600 concerne la seconde maxime des places irrégulières p. 58 ligne 2, à laquelle il faut ajouter « ce que ne font les autres au dessoubs », et c'est ce que font les autres éditeurs, de Bry, en 1604, exactement.

Autres corrections : la correction manuscrite de la p. 3 (xlv) est reprise en imprimé. Cela fait penser qu'il ne s'agit pas d'une contrefaçon, mais que c'est en partenariat (cf. le privilège impérial). En revanche, la correction de la page 4 (et demy) n'est pas faite.

Erreur dans la planche Lib. 2, Cap. 9, fig. 14, '28' au lieu de '23' pour le 23-angle.

Le frontispice est bancal (penché dans le sens anti-horaire) gravé, à deux canons non datés sans le nom de Maximilien de Béthune, sans le blason ni la devise d'Errard. Le titre est gravé droit. Le canon de gauche présente une aigle bicéphale.

Préface « A la noblesse françoise »

Dédicace « Au Roy », datée « A Paris au mois de Janvier en l'an 1600 »

Adresse « Au lecteur » par l'éditeur allemand.

Pagination continue recto et verso, de 1 à 77 à partir de la première feuille du cahier A. Erreur de pagination 50-51 pour 52-53

[Signatures ***^{3}, A, K^{3} non signée]

Pas de transition entre les livres ; les livres 2, 3 et 4 n'ont pas de page de titre propre.
Planches hors texte avec légendes (« Lib. *l* Cap. *c.* » à gauche et « fig. *f* » à droite), imprimées au format paysage et reliées par leur milieu en une ligne verticale. Regroupées en fin d'ouvrage dans l'exemplaire de Gand (et celui de Chicago).
Figures géométriques (bois, sans cuvette) dans le texte.
Fin « & leur donner la perfection qu'elles doivent avoir », suivi de « Fin de la fortification reduite en art. »

Variante *a* (Gand) : Le défaut du frontispice est très accentué [Texte très haut dans l'encadré, le F est à la hauteur de la première échancrure gauche, le N au niveau du premier bourrelet du merlon droit ; un blanc important en bas]

Variante *b* (Nancy) : Le défaut est légèrement corrigé [Texte mieux centré en hauteur, cadre légèrement redressé]. Bar le Duc idem, avec les planches regroupées par chapitres et à leur place. La planche 1 est au tout début, avant la page 1.

Exemplaires localisés

Bibliothèque d'agglomération, Saint Omer (F), Fonds ancien 1471 27-7
Bibliothèque universitaire Droit-Lettres, Caen, sans cote (relié avec Perret 1602)
Bibliothèque municipale de Sélestat (F), G396 Fonds ancien
Bibliothèque Stanislas, Nancy, 154 038 (a), « Ex-libris ms 17e siècle Philippe de [...] Hohenl., puis GGG [?] de Hohenl, Fonds Thiery-Solet.
Médiathèque Verlaine, Metz (F), ATR 5052
Médiathèque Jan Jeukens, Bar-le-Duc, FA 17237 Q
Bibliothèque Jacques-Lacarrière, Auxerre (F), D 1215 2°
Médiathèque du Grand Troyes (F), Patrimoine fonds ancien r.4.1458 (catalogué au nom : Bry)
Bibliothèque d'Étude et du Patrimoine, Grenoble (F), A.3025
Universiteitsbibliotheek, Gent (B), exemplaire du collège de la S.J. de Bruxelles, ex-dono « Dono Illustriss' D. Doctoris francisci de Paz », 1634 (en ligne)
Bayersiche Staatsbibliothek (BSB) Munich (D), Res/2 App.mil. 28
Staatsbibliothek, Berlin (D), 2" Hy 212
Dombibliothek, Hildesheim (D), 5 CE 0670
Vědecká knihovna v Olomouci, Olomouc (Cz), II 9.304
National Széchényi Library, Budapest (HU), Main Collection, 600.180
Aargauer Kantonsbibliothek, Aarau (CH), AKB BF 495.
British Library, C.78.e.14(2)
University of Oxford Libraries, Oxford (UK), Bodleian Library, D 5.9 Art
University of Cambridge Libraries, Cambridge (UK), White.b.133
University of Cambridge Libraries, Cambridge (UK), Kings College, Bury.ERR.For.1604
Biblioteca dell'Accademia delle scienze, Turin (I), H/2.II.86(1)
Harvard Library, Cambridge (MA), Widener War 5256.04 (en ligne)
Newberry Library, Chicago (IL), Case folio U 26.268
Yale University Library, New Haven, CT, Beinecke Uxs11 +604e
Harlan Hatcher Graduate Library, University of Michigan, Ann Arbor (MI), UG 400 .E72 1604

Édition de Francfort sur le Main, en allemand (1604)

Fortificatio, Das ist : Kuenstliche und wolgegruendte Demonstration un(d) Erweisung / wie und welcher Gestalt gute Festungen anzuordnen / un(d) wider den Feind / so sie mit heers

krafft nach allem Vortheil moechte angreiffen / zu verwahren und zu versichern / Auff allerley Orter und Gelegenheiten / wie die moegen zu befestigen vorfallen / gerichtet
Durch I. ERARD DE BAR-LE DUC, Koen. Maij in franckreich Ingeniern / welcher alles / wie er es in den langwehrenden Kriegen selbst erfahren / in franzoesischer Sprach beschrieben /
Jezt aber gemeinem Nußen und unserem Vatterlande zu gut in hochteutscher Sprach an Tag geben / und mit schoenen Kupfferstuecken geziehret durch
Weilandt Dietrich de Bry hinderlassene Wittib und zween Soehne.
Getruckt zu Frankfurt am Mayn / bey Wolffgang Richtern / im Jahr 1604.

Frontispice gravé, à deux canons non datés (à gauche l'aigle impériale) sans le nom de Maximilien de Béthune, avec le blason et la devise d'Errard.
Dédicace « Dem Hochwuerdigen Durchleuchtigen und hochgebornen Fuersten unnd herrn / herrn Henrico Iulio, postulirten Bischofen zu Halberstadt etc.», datée « Datum Franckfurt am Mayn / den 1 Martii im Jahr nach Christi Geburt 1604 », signéé « Dietrich de Bry S. hinderlassene Wittib und 2. Soehne ».
Adresse « An den guenstigen Leser »
Pagination continue recto et verso, de 1 à 71 à partir de la première feuille du cahier A [Signatures :)?(^{3}, A-I^{3} + dernier feuillet non signée]
Pas de transition entre les livres ; les livres 2, 3 et 4 n'ont pas de page de titre propre.
Planches hors texte avec légendes (« Lib. *l* Cap. *c.* » à gauche et « fig. *f* » à droite), imprimées au format paysage et reliées par leur milieu en une ligne verticale, placées en leur endroit dans l'ouvrage (Rq : la planche du profil de la défense avec palissades est au début et bilingue)
Figures géométriques dans le texte.
Fin « ehe si koennen in gebuerlicher Wollkommenheit an Tag gebracht werden / darzu gehoeret », suivi de « E N D E »

Skoklosters slotts bibliotek, Skokloster (S), sans cote.
Kungliga biblioteket, Stockholm (S), RAR: 133 G Fol.
Universitetsbiblioteket, Lund (S), Einar Hansens bibliotek, EHB D 6 Fol / 1029
Zetterströmska biblioteket, Östersund (S), Gamla Samlingen, sans cote.
Armémuseum Bibliotek, Stockholm (S), v.2 h.1 (2 exemplaires)
Staats- und Universitätsbibliothek Dresden (D), Milit. B.56 (+ online)
Herzog August Bibliothek, Wolfenbüttel (D), A: 19 Bell. 2° (2)
ULB Halle (D), Alv. Nn 388 (1) 2°
Bayersiche Staatsbibliothek, Munich (D), Res/2 App.mil. 31.
Besançon ("Ex bibliotheca Joan. Bapt. Boisot Vesontini prioris de Grandecourt et de la Loye")
Staatsbibliothek Berlin (D), 2" Hy 168 et 2" Hv 11040.
Stadtbibliothek Mainz (D), III i:2° /161, Nr. 4
Badische Landesbibliothek, Karlsruhe (D), 63 B 438
Jesuitenkolleg, Konstanz (Heinrich-Suso-Gymnasium) (D), Hb 103X
Bibliothek des Germanischen Nationalmuseums, Nürnberg (D)
Arbeitsgemeinschaft Niedersächsischer Behördenbibliotheken (ANB), Hannover (D), FHB Je 4
Thüringer Universitäts- und Landesbibliothek, Jena (D), 4 MS 1375
Zentral Bibliothek Solothurn (CH), ZBSO Rar I 1213.
Universität Basel,
University of Aberdeen Libraries, Aberdeeen (UK), Special collections Centre, SB f7202 Per (relié avec Perret, 1602)

II. Deuxième édition

Édition de Paris (1604)

La fortification demonstree et reduicte en art par I. Errard de Bar-le-Duc, Ingénieur du Treschrestien Roy de France et de Nauarre. Dediee à sa Maiesté. A Paris. 1604.
Edition seconde, revue et augmentée.
Avec Priuilege.
a la rose blanche, rue S^{t} Jaques (au coin en bas à droite)

Frontispice gravé à deux canons (portant la date 1604, manifestement corrigée sur le cuivre du frontispice de l'édition de 1600) au nom de M. DE BETUNE ; blason et devise d'Errard.
Dédicace « Au Roy », non datée
« Préface à la noblesse françoise » suivie de « avertissement au lecteur » et « fautes à corriger » en page 2.
[Signatures ã^{ij}, A-Z^{ij}, Aa-Ii^{ij}]
Pagination continue recto et verso, de 1 (préface) à 130 à partir de la première feuille du cahier ãij ; erreurs de pagination : 100 pour 110, 118 pour 120 ; 119 pour 121.
p. 17, erreur d'en-tête : « de Frotification » (exemplaire BVH)
Les pages gauches de transition entre les livres ne sont pas paginées (28 et 64, mais pas pour le quatrième car le troisième finit sur la page 108).
Les livres 1, 2, 3 et 4 n'ont pas de page de titre propre, pas de dédicace propre.
Planches dans le texte, avec cartouches pour les polygones fortifiés.
Bois gravés pour les figures géométriques dans le texte.
Fin « & leur donner la perfection qu'elles doivêt avoir, ioint que journellemêt on apporte quelque nouveauté aux sieges, cõtre lesquels il fauts nouuelles inuentions pour se defendre. Nous esperons auec layde de Dieu de publier en bref les versions Italiene, & Allemande, de cet œuure, acompagné de quelque autre traicté, de semblable subjet », suivi de « *Fin de la fortification demonstrée & reduite en art.* »

Sommaire

	Frontispice (verso : page blanche)	n
-	Dédicace « Au Roy »	n
	Préface « A la noblesse francoise » (en fin de page 2 : « Advertissement aux lecteurs », suivi de « fautes a corriger »)	1
Le premier Livre		
-	Les axiomes, qui sont sentences communes n'ayans besoin d'aucune demonstration	3
I	Du canon, de sa longueur, du calibre, de la poudre & des proportions necessaires	**5**
II	De la façon des batteries & des effects d'icelles	**6**
III	De la proportion d'une armee conquerante, **de** ses munitions & artilleries	**8**
Sous partie : Des choses indifferentes qui ne sont point de l'essence de l'art de fortification		
IIII	De l'aßiettes des places	**10**
V	De la muraille et de sa matiere	**11**
VI	Des Terraces	**12**
VII	Des retranchements	**14**

VIII	Du fossé	**16**
IX	De la contrescarpe et chemin couvert **appele** couridor	**15**
X	De l'art d'assaillir	**20**
XI	Des qualitez requises a un ingenieur, qui veut fortifier & deffendre une place	**23**
XII	**Comment se doivent lever les plans des places pour estre raportez au petit pied**	**24**
Le second Livre		
-	Dédicace « A Monseigneur Maximilian de Bethune… » (au verso : page blanche)	**27**
I	[Sans titre : maximes ou principes de la fortification **+ commentaires**]	**29**
II	De l'hexagone	**30**
III	De l'heptagone	**39**
IV	De l'octogone	**42**
V	De l'enneagone	**44**
VI	Du decagone	**47**
VII	De l'endecagone	**49**
VIII	Du diodecagone	**51**
IX	Des autres figures regulieres depuis douze angles iusques à **XXIIII**	**53**
X	Des contregardes et pieces detachees es places regulieres	**58**
XI	De la forme des retranchements	**59**
	Page blanche	**64**
Le troisieme Livre. *Des places irregulieres.*		
I	[Sans titre : maximes ou communes sentences de la fortification irrégulière]	**65**
II	Du triangle	**66**
III	Du quarré	**68**
IIII	**Du quarré long**	**71**
V	**Du quarré composé**	**73**
VI	Du pentagone	**75**
VII	Des ravelins et pieces detachees	**77**
VIIII	Des flancs fichants	**81**
IX	**Comment on doit fortifier une place de forme ovale**	**85**
X	Comment les places irregulieres sont fortifiees & rendues regulieres	**88**
XI	Demonstration d'une place irreguliere fortifiée, qui sert **avec le chapitre suivant** de recapitulation à ce troisiéme livre.	**90**
XII	**Autre place irreguliere fortifiee avec quelque espargne de temps, travail & dépense**	**92**
XIII	Des ponts, chaussees et autres passages de rivieres	**95**
XIIII	Des citadelles	**97**
XV	Des places maritimes	**99**
XVI	De l'ordre pour soustenir assauts	**103**
XVII	**Comment il se faut defendre quant on est attaqué pied a pied**	**105**
Le quatrieme Livre. *Des places commandees.*		
I	[Sans titre : Maximes]	**109**
II	Comment il se faut fortifier contre un commandement simple qui ne se peut enclorre dans la place [erreur de pagination]	***100***
III	Comment il faut faire contre un commandement simple qui commence à la contrescarpe.	**113**
IIII	Comment il faut faire contre un commandement continu.	**115**
V	Comment il faut fortifier au long du declin d'une montaigne.	**117**
VI	Des flancs couverts es places commandees.	**119**

VII	Comment il faut fortifier au dessoubs d'un precipice de rocher de commandement simple.	**122**
VIII	Comment il faut fortifier sur le declin d'une montagne de commandement continu, à couvert d'un fort chasteau.	**124**
VIIII	**Comment il faut fortifier un havre commandé diversement de plusieurs sortes de commandements.**	**126**
X	Comment il faut accommoder une place commandee d'un commandement meurtrier.	**129**

Bibliothèque du Château, Chantilly (F), XII-A-046 Cabinet des livres (prov. Duc d'Aumale)

Bibliothèque Sainte Geneviève (BSG), Paris (F), FOL V 284 INV 327 RES

Bibliothèque Sainte Geneviève (BSG), Paris (F), FOL V 274 INV 314 RES (P.3) relié avec Meynier et Theti (en italien), reliure aux armes de Louis Bizeau.

Bibliothèque de la Part-Dieu, Lyon (F), 22865, reliure aux armes de Camille de Neufville.

Bibliothèque municipale, Lons le Saunier (F), 30282 Fonds Franche-Comté

Médiathèque Michel-Crépeau, La Rochelle (F), 902 A Fonds ancien

Bibliothèque d'Étude et du Patrimoine, Grenoble (F), A.1498

Bibliothèque L'Alcazar, Marseille (F), 52457

Médiathèque centrale, Saint Denis (Seine saint Denis, F), Réserve I E 30

Médiathèque d'Orléans (F), 2°C3010 (en ligne sur le site BVH)

Médiathèque Jean Jeukens, Bar-le-Duc, FA 17235 Q, après la page 130 copie du privilège impérial et copie du privilège royal.

Périgueux, reliure frappée de dorures, B992. Après la page 130, copie du privilège impérial.

Médiathèque du grand Troyes (F), r.4.1458 Sciences et Arts

British Library, London (UK). 532.L.19

Staatsbibliothek Berlin (D), 2" Hy 213

SLUB, Dresden (D), Milit.B.55.m. Notes ms au titre : "F: J[?] Ge... || Ao. 1612 || 4. Jan. || zu Paris." Ex-libris Friedrich August Herzog zu Braunschweig-Lüneburg-Oels.

Herzog August Bibliothek, Wolffenbüttel (D), A: 3.4 Bell. 2°

New York Public Library, New York (NY), Schartzman Building, Rm 328 (relié avec Perret 1602, la catalogue indique comme libraire Jean Messager)

McGill University Library, Montréal, Québec (CA), folio UG400 E77 1604

Biblioteca Ambrosiana, Milan (I), S.C.L.X.15

Édition de Francfort/Oppenheim en français (1617)

La Fortification reduicte en art et demonstree par J. Errard de Bar-le Duc, Ingenieur du Treschrestien Roy de France & de Navarre. Edition seconde, augmentee de plusieurs desseins, declarez par belles figures entaillees en cuyvre. Imprime A Francfort sur le Mein, de l'Impression de Paul Iacobi, aux frais de Iean Theodore de Bry, Bourgeois & Marchand libraire à Oppenheim, L'an 1617.

Frontispice identique à celui de 1604 (et également de travers)

Dédicace « Au tresillustre et tresgenereux Seigneur Wolffgang Krust de Isenburg, Conte à Budingen, &c. » Signé et daté « D'Oppenheime ce 30. De Mars, de l'an 1517 (sic) » et « Iean Theodore de Bry Bourgeois & Marchand libraire à Oppenheim

« Préface à la noblesse françoise » suivie de « au lecteur » par l'éditeur allemand, identique à l'adresse de 1604 mais recomposé.

[Signatures :):(2 ;):(3, A-L^3,M^4 + 1f]

Pagination continue recto et verso, de 1 (premier livre) à 98 à partir de la première feuille du cahier A ; erreurs de pagination : [35, peut-être corrigé à la main] ; 39 pour 36.
Pas de page de transition entre les livres (le troisième commence à gauche p. 50)
Les livres 2, 3 et 4 n'ont pas de page de titre propre, pas de dédicace propre.
Planches hors texte avec légendes (« Lib. *l* Cap. *c.* » à gauche et « fig. *f* » à droite), imprimées au format portrait et reliées par leur milieu en une ligne horizontale pour la plupart (sauf les grandes sur l'assaut et la défense) mises à leur place dans l'exemplaire de Semur en Auxois.
Figures géométriques dans le texte.
Fin « & leur donner la perfection qu'elles doiuent avoir, ioint que iournellement on apporte quelque nouueauté aux sieges, contre lesquelles il faut nouelles inuentions pour se defendre. », suivi de « Fin de la fortification demonstrée & reduicte en art. »

Semur-en-Auxois, VV 8540 [exemplaire utilisé]
Bibliothèque de la Part-Dieu, Lyon, 107528.
Médiathèque Louis Aragon, Le Mans, SA F* 3784
Bibliothèque d'Etude et du Patrimoine, Grenoble (F),
Bibliothèque universitaire Droit-Lettres, Poitiers (F), FAM 1761
HAAB Weimar (D), MB H 1 : 41.
BSB (D), Res/2 App.mil. 29 m
Biblioteca nacional de España, Madrid (SP), 2/18069
Biblioteca nazionale Vittorio Emanuele III, Naples (I), BIB. PROV. 1. 2721
Biblioteca Reale, Turin (I), I.34.29
University of Minnesota Library, TC Wilson Library, Minneapolis, MN, Folio 623.1 Er77.
Hagley Library Wilmington, DE, Du Pont Collection of Military Books, UG400 .E72 1604 [Ex-Libris Lammot du Pont]
Pennsylvania State University Library, University Park, PA, UG400.E77 1617 Q
Princeton University Library, Princeton, NJ, Rare Books: Oversize (Exov) 99812.329
Stadtbibliothek Mainz III i:2° /161, Nr. 3
Universitätsbibliothek Tübingen, Ef 4.2
Defensiebibliotheken, Breda (NL), Kelder KMA 2635 4
Universiteitsbibliotheek, Leiden (NL), Biblioteca Thysiana, THYSIA 1614.
Erfgoedbibliotheek Hendrik Conscience, Antwerpen (B), G 5115 [S2-748 b]
Archives nationales suédoise, Stockholm (S), Krigsarkivet, Saea (4) K10-K11 Errard
Kongelige Bibliotek, Copenhague (DK), 9, 516 00654

Edition d'Oppenheim en allemand (1620)

Fortificatio, das ist / künstliche und wolgegründte Demonstration und Erweisung / wie und welcher Gestalt gute Festungen anzuordnen / und wider den Feind ... zuversichern... / Durch I. Erard de Bar-Le Duc, Kön. Maj. in Franckreich Ingeniern ..... in frantzösischer Spraach beschrieben / jetzt aber ... in Hochteutscher Spraach an Tag geben / und mit schönen Kupfferstücken gezieret/ Durch Johann. Theodor. de Bry. Zum andern mal nach dem Frantzösischen ubersehen/ verbessert vermehrt/ und vorlegt. Oppenheim, Galler, 1620.

Universität Erfurt/Gotha, FB Gotha K II 2° 00074/03 (01)
Regensburg, Staatliche Bibliothek (BSB Munich), 999/2Philos.794
Staatsbibliothek Berlin, 2" Hy 220
Universität Mainz, Zentralbibliothek, Mainz, 4° G 3419

III. Troisième édition

Édition de Paris, 1620 (1619)

La fortification démonstrée et rédvicte en art par fev I. Errard de Bar-le-Duc, Ingenieur du Treschrestien Roy de France et de Nauarre Reveue corrigee & augmentée par A. Errard, son nepveu, aussi Ingenieur ordinaire du Roy suiuant les memoires de l'Autheur. Contre les grandes Erreurs de l'Impreßion contrefaicte en Allemaigne Dédiee à sa Majesté. A Paris, 1620. Avec Privilege du Roy.

Frontispice regravé par Isaac Briot (« I. Briot fecit ») dans le même style à deux canons (sans date, sans boulets), portant les armoiries de Louis XIII (L à gauche) au nom de M. DE BETUNE. Le linteau contient une gueule de lion crachant des flammes ; le blason est refait mais sans devise et il est accompagné d'un autre blason à trois fleurs qui soit être celui d'Alexis Errard.
Dédicace « Au Roy » (Louis XIII), non datée, signé d'Alexis Errard.
« Avertissement au lecteur sur le subject de la réimpression de ce livre, et touchant ce qui a esté de nouveau adjousté en iceluy »
Dédicace originale « Au Roy » (Henry IV) de l'édition de 1604.
« Préface à la noblesse françoise »
[Signatures ã^{ij}, ê-ê^{ij} A-A^{iij}, B-Z ; Aa-Xx + § pour le privilège] Le cahier Pp est signé sur ses deux pages impaires (sans doute parce que la seconde est la page de titre du livre 4] et l'exemplaire de Beaune est mal relié (cahier mis recto-verso).
Pagination discontinue recto seul, de 1 (première feuille du cahier A, premier livre) à 4v, puis continue à partir de la page 5 jusqu'à la page 175 ; une seule erreur de pagination *a priori* (impression inversée du numéro de la page 12 dans l'exemplaire de la BN Naples) ; une seule erreur d'en-tête : page 100 « Second Liure » au lieu de « Troisiéme Liure ».
Les livres 2, 3 et 4 ont des pages de titre propres, toutes datées de 1619 et le livre 2 précédé d'une page blanche non paginée (31-32), découpée à Beaune et Avignon. La page de titre de la quatrième partie, p. 149, porte la marque d'imprimeur de Pierre Delon (devise « Longe Difvnditvr Aeqvor » et initiales PDL dans un pendentif en forme de cœur) ; les pages de titre de la deuxième et la troisième parties portent les mêmes initiales dans une marque différente (= les culs de lampe de fins de chapitre).
Planches dans le texte, avec cartouches pour les polygones fortifiés.
Bois gravés pour les figures géométriques dans le texte.
Fin « & leur donner la perfection qu'elles doiuent avoir, joint que journellement on apporte quelque nouueauté aux sieges, contre lesquelles il faut nouuelles inuentions pour se defendre. Nous esperons (auec l'ayde de Dieu) de publier en bref les versions Italienne, & Allemande, de cét œuure, acompagné de quelque autre traicté, de semblable subjet », suivi de « Fin de la fortification demontrée & reduite en Art. », avec cul de lampe aux initiales PDL.
Privilège du roi (Louis XIII) ; mis au début dans l'exemplaire de la BSG.

Sommaire (Lyon, Res 22866)

(NB : pagination recto seule jusqu'à la page 5)

	Frontispice (verso : page blanche)	n
-	**Dédicace d'Alexis Errard « Au Roy » (Louis XIII).**	n
-	**« Avertissement au lecteur sur le subject de la réimpression de ce livre… »**	n
-	Dédicace originale « Au Roy » (Henry IV) de l'édition de 1604 (2 pages).	n
	« Préface à la noblesse françoise » (2 pages)	n
Le premier Livre (sans page de titre propre et non daté)		
-	[Grand titre et début de paragraphe]	1
-	Les axiomes, qui sont sentences communes n'ayans besoin d'aucune demonstration	**1v**
	S'ensuit la pesanteur du canon, coulevrine, bastarde, moyenne, faucon et fauconneau ; avec le denombrement et poids de toutes les pieces necessaires pour la ferrure des Affusts & Roüages d'iceux.	**3r**
I	Du canon, de sa longueur, du calibre, de la poudre & des proportions necessaires	5
II	De la façon des batteries & des effects d'icelles	**7**
III	De la proportion d'une armee conquerante, de ses munitions & artilleries	**9**
Sous partie : Des choses indifferentes qui ne sont point de l'essence de l'art de fortification		
IIII	De l'aßiettes des places	12
V	De la muraille et de sa matiere	13
VI	Des Terraces	15
VII	Des retranchements	17
VIII	Du fossé	19
IX	De la contrescarpe et chemin couvert appellé couridor	21
X	De l'art d'assaillir	23
XI	Des qualitez requises a un ingenieur, qui veut fortifier & deffendre une place	26
XII	Comment se doivent lever les plans des places pour estre **rapportez et reduicts** au petit pied	28
Le second Livre (daté M DC XIX)		
-	Feuille blanche (r et v)	31
-	Page de titre (v blanc)	33
-	Dédicace « A Monseigneur Maximilian de Bethune… »	35
-	Sommaire des fortifications selon la doctrine de ce livre (2 pages en vis-à-vis)	36
I	De la definition et parties essentielles de fortification [titre nouveau]	38
II	De la construction de l'hexagone	40
III	De la demonstration de l'hexagone	41
IIII	De la construction de l'heptagone	51
V	De la demonstration de l'heptagone	52
VI	De la construction de l'octogone	55
VII	De la demonstration de l'octogone	57
VIII	De la construction de l'enneagone	60
IX	De la demonstration de l'enneagone	61
X	De la construction du decagone	64
XI	De la demonstration du decagone	65
XII	De la construction de l'endecagone	67
XIII	De la demonstration de l'endecagone	68
XIIII	De la construction du dyodecagone	70
XV	De la demonstration du dyodecagone	71

XVI	Des autres figures regulieres depuis douze angles iusques à vingt-quatre. De la figure du treize-angle	73
XVII	De la figure du quatorze-angle	75
XVIII	De la figure du quinze-angle	76
XIX	De la figure du seize-angle	77
XX	De la figure du dix-sept angle	78
XXI	De la figure du dix-huit angle	79
XXII	De la figure du dix-neuf angle	80
XXIII	De la figure du vingt angle	81
XXIIII	De la figure du vingt-un angle	82
XXV	De la figure du vingt-deux angle	83
XXVI	De la figure du vingt-trois anvle (sic)	84
XXVII	De la figure du vingt-quatre angle	85
XXVIII	Des contregardes et pieces detachees es places regulieres	86
XXIX	De la forme des retranchements	88
	Page blanche	94
	Le troisieme Livre (daté M DC XIX).	
	Page de titre	
I	[Sans titre : maximes ou communes sentences de la fortification irrégulière]	65
II	Du triangle	66
III	Du quarré	68
IIII	Du quarré long	71
V	Du quarré composé	73
VI	Du pentagone	75
VII	Des ravelins et pieces detachees	77
VIIII	Des flancs fichants	81
IX	Comment on doit fortifier une place de forme ovale	85
X	Comment les places irregulieres sont fortifiees & rendues regulieres	88
XI	Demonstration d'une place irreguliere fortifiée, qui sert avec le chapitre suivant de recapitulation à ce troisiéme livre.	90
XII	Autre place irreguliere fortifiee avec quelque espargne de temps, travail & dépense	92
XIII	Des ponts, chaussees et autres passages de rivieres	95
XIIII	Des citadelles	97
XV	Des places maritimes	99
XVI	De l'ordre pour soustenir assauts	103
XVII	Comment il se faut defendre quant on est attaqué pied a pied	105
	Le quatrieme Livre. *Des places commandees*.	
I	[Sans titre : Maximes]	109
II	Comment il se faut fortifier contre un commandement simple qui ne se peut enclorre dans la place [erreur de pagination]	*100*
III	Comment il faut faire contre un commandement simple qui commence à la contrescarpe.	113
IIII	Comment il faut faire contre un commandement continu.	115
V	Comment il faut fortifier au long du declin d'une montaigne.	117
VI	Des flancs couverts es places commandees.	119
VII	Comment il faut fortifier au dessoubs d'un precipice de rocher de commandement simple.	122
VIII	Comment il faut fortifier sur le declin d'une montagne de commandement continu, à couvert d'un fort chasteau.	124

VIIII	Comment il faut fortifier un havre commandé diversement de plusieurs sortes de commandements.	126
X	Comment il faut accommoder une place commandee d'un commandement meurtrier.	129

Exemplaires localisés

Bibliothèque nationale de France, Res-V-413 : reliure à fleur de Lys (probablement l'exemplaire de Louis XIII selon la conservatrice) : la page de titre a des lignes en rouge sous le texte et en cadre. Le double cadre rouge -fait pour contenir en verticale les titres italiques- est fait dans tout l'ouvrage. À la page 7, en surimpression, le frontispice.

Bibliothèque du Service historique de la Défense, Vincennes, 4° 10111, Ex-libris Hyacinthi Serroni episcopi mimatensis etc., i.e. Hyacinthe Serroni, évêque de Mende de 1661 à 1676.

Bibliothèque du Service historique de la Défense, Vincennes, VI-9S65, ex-libris « Julien 1814 ».

Bibliothèque du Service historique de la Défense, Vincennes, Alg23, exemplaire absent.

Bibliothèque de la Sorbonne, Paris (F), Magasin A316 (RXVII 3= 13), ex-libris de l'Abbaye St Germain des prés.

Conservatoire national des Arts et Métiers, Paris (F), Pt Fol Qe 4, ex-libris du Séminaire Saint-Magloire de Paris

Bibliothèque Sainte Geneviève, Paris (F), FOL V 285 INV 328

Bibliothèque Sainte Geneviève, Paris (F), FOL V 285 INV 329 ; privilège placé à la suite des pièces liminaires. Ex-libris ms du « tres reverend pere Morins », nombreuses annotations ms de comptabilité de 1683 à 1692 (le catalogue précise : Pourrait avoir été impr. par Samuel Thiboust d'après le matériel. Une partie du matériel provient de David Le Clerc qui lui-même en réutilise de B. et Fl. Prévost)

Bibliothèque Mazarine, Paris (F), trois exemplaires sous la cote 2° 4814 :

- exemplaire relié aux armes du Cardinal de Richelieu (privilège à la fin),
- exemplaire provenant du collège de Sorbonne (normal, avec encres un peu sales tachant en face, frontispice bancal)
- exemplaire avec l'ex-libris ms de Philippe Hardy (18e s.), don de la Générale Desvoyes (en mémoire de son mari et du Maréchal Pétain)

Bibliothèque de l'Institut de France, Paris (F), Fol N 163 (1), ex-libris Antoine Moriau (bibliophile parisien, XVIIIe siècle, à l'origine de la première BVP)

Bibliothèque de la Part-Dieu, Lyon (F), Res 22866, reliure aux armes de Camille de Neufville [Exemplaire de référence] (canons du fol. A2r en surimpression)

Bibliothèque Inguimbertine, Carpentras (F), Collection d'Inguimbert, H2 1225 [ou édition de 1622 ?]

Bibliothèque Jacques-Lacarrière, Auxerre (F), D 1214 2°, marque au titre : Abbaye de Pontigny

Bibliothèque Gaspard Monge, Beaune (F), Fonds 17ème-18ème siècles G 456 (typo de la page p. 84 ; nombreux problèmes d'encrage ; fol. X pâle ; page de titre du livre 4 mal reliée)

Bibliothèque Stanislas, Nancy (F), 2 exemplaires : 1° Res. 570 ;
2° 100876 ;

Médiathèque d'Orléans (F), 2°C3011 Fonds ancien 1.

Médiathèque Elisabeth et Roger Vaillant, Bourg en Bresse (F), FA 23257

Médiathèque de Tarentaize, Saint Etienne (F), ANC G826

Bibliothèque Villon, Rouen (F), Fonds Cas I 306

Médiathèque Ceccano, Avignon (F), Fonds ancien Fol. 1735

Bibliothèque d'Etude et du Patrimoine, Grenoble(F), A.1499

Médiathèque Jean Jeukens, Bar-le-Duc (F), FA 17234 Q

Médiathèque Michel-Crépeau, La Rochelle (F), Fonds ancien 903 A

Montbéliard (F), Fonds 17ème siècle, Gu 2

Columbia University Library, New York (NY), Butler B623.1 Er77 (avec ex-libris (au verso de la page de titre) de Robert Harley ?)

UIUC Library, Urbana Champaign (IL), XQ. 623.1 ER7F1620, (même ex-libris ?)

Ann Arbor, Michigan (UG 400 .E72 1620) avec marque : Robert Harley of Brampton castle in the county of Hereford esq[1]. Mais aussi : Lord Clifford Ugbrooke library shelf 320 et Tho. Blundott his booke 1671, répété au verso de la dernière page avec la date 1656 (un autographe de Blundott à la p. 146)

[NB : Il y a 4 Robert Harley importants qui se succèdent dans l'histoire de la Grande Bretagne]

Harvard Library, Cambridge (MA), Houghton Typ 615.20.368, reliure aux armes de Maximilien de Béthune, duc de Sully

Harvard Library, Cambridge (MA), Houghton War 5256.20

U.S. Military Academy Library, West Point (NY), Thayer collection, UG400 .E65 1620

Yale, Beinecke Uxs11 +604Ec, avec autographe de Robert Melvill, 1762.

PennState University Library, Paterno Library, University Park (PA), UG400.E768 1620 Q.

Getty Research Institute Library, Los Angeles (CA), UG400.E72 1620.

National Gallery of Art, Washington (DC), Mark J. Millard Architectural Collection, 1985.61.555

College of William and Mary, Swem Library, Williamsburg (VA), 355.424 Er7

HAB Wolffenbüttel (D), Schulenb. J 2° 99

Herzogin Anna Amalia Bibliothek, Weimar (D), 2 exemplaires

- Bh 1635 (incomplet, mq pp. 41-88), ex-libris du duc Bernhard de Saxe Weimar.
- MB F 1 : 23 [b], ex-libris du duc Bernhard de Saxe Weimar.

Forschungbibliothek Gotha (D), K II 2° 00074/04 (04)

Bayerische Staatsbibliothek, Munich (D), 3 exemplaires : Res/2 App.mil. 29, 150 d et 30.

Universitätsbibliothek der LMU, Munich (D), Georgianum, 0017/2 Mat.nat. 19

Universitätsbibliothek Augsburg (D), 02/IX.7.2.5 (propriétaire précédent : Ludwig Wietz)

Sächsische Landesbibliothek, Staats- und Universitätsbibliothek, Dresden (D), Milit.B.57.

University of Oxford Libraries, Bodleian Library, Oxford (UK), Queen's college, 46.G.12

National Art Library, Victoria & Albert Museum, London (UK) (erreur de notice [Robert Harley] corrigée le 25/02/2013), 86.S.14

University of Aberdeen Libraries, Aberdeeen (UK), Special collections Centre, SB f6231 Err

University of Cambridge Libraries, Cambridge (UK), Kings College, Bury.ERR.For.1620 (ex-libris John Burry, b.1917)

University of Cambridge Libraries, Cambridge (UK), Trinity College, Q.17.9[2]

Society of Antiquaries of London (UK), MR 34 b

University of Edinburgh (Ecosse), Main Library, JY477

Bibliotheka Narodowa, Varsovie, (PL), ex-libris Bibliotheka Wilanowska, cote ?

British Library, 534.m.22.(2.)

Biblioteca nacional de Portugal, Lisboa (P), S.A. 3179 A.

Centre Canadien d'architecture, Bibliothèque, Montréal, Québec (CA), UG400.E72 (0006416)

McGill University Library, Montréal, Québec (CA), folio UG400 E77 1620 (Signature de De Villette 1624)

Biblioteca Estense Universitaria, Modène (I), E 044 M 010

Biblioteca nazionale Vittorio Emanuele III, Naples (I), BIB. PROV. 1. 2455

Biblioteca nazionale Vittorio Emanuele III, Naples (I), BIB. PROV. 1. 2465

Biblioteca Civica, Padoue (I), Fondo G. Brunetta, BB.2429

Centre de Recursos per a l'Aprenentatge i la Investigació, Universitat de Barcelona (SP), 3 exemplaires :

- M-9292, ex-libris ms convent de Santa Caterina de Barcelona
- M-10684, ex-libris ms. de la Biblioteca Mariana del convent de Sant Francesc d'Assís de Barcelona
- XVII-7294, ex-l. ms. Brooks(?)

Enquête sur Google Forms envoyée à : jrs19@columbia.edu; chen290@illinois.edu; jmihalik@umich.edu; overholt@fas.harvard.edu; overholt@fas.harvard.edu (2e ex) ; beinecke.library@yale.edu; UL-spcolref@lists.psu.edu; heitzmann@hab.de; info-haab@klassik-stiftung.de; annett.carius@klassik-stiftung.de

[1] "Sir Robert Harley's library was destroyed or pillaged when his house, Brampton Castle, was stormed by royalist forces in 1644", J. T. Cliffe, *The World of the Country House in Seventeenth-Century England*, 1999, Chapter eleven, Intellectual Pursuits, p. 163 sq.

(HAAB); Josette Schluter -jrs65@psu.edu; Henrietta Danker, danker@hab.de; peter.magerl@ub-uni.muenchen.de; Eva-Maria Ansorg (Gotha) ; SLUB : par le site ; etc.

A Phd Questionnaire about one of your books
Dear Sir or Madam,
I'm a teacher trainer and researcher in History of Mathematics at the university of Dijon, in France. As a major part of my PhD dissertation (about fortification at the beginning of the 17th century), I'm studying Jean Errard's treatise on fortification, and your library owns a copy of the 3rd edition (from 1620 or about 1620): XQ. 623.1 ER7F1620.
As I'm trying to locate almost all the recorded copies with their different characteristics, I would greatly appreciate if you, or a person of the rare books department, could fill the above mentioned Google form. It might take less than 5 minutes, but it needs to have an eye on the book.
Thanks for any help you can bring to me,
Best regards,
Frederic Metin, in Dijon, Burgundy, France.

Questionnaire de thèse à propos d'un ouvrage de votre bibliothèque.
Madame, monsieur, formateur en mathématiques à l'université de Bourgogne, je prépare une thèse en histoire des mathématiques sur la fortification au 17e siècle, pour laquelle j'étudie en particulier le traité de Jean Errard, *La Fortification demonstrée et reduicte en art* (3e édition, 1620), dont votre bibliothèque possède un exemplaire sous la cote :
Cherchant à localiser toutes les versions disponibles avec leurs différentes caractéristiques, je vous serais très reconnaissant si vous pouviez, vous ou une personne du fonds ancien, remplir le formulaire Google dont le lien est indiqué. Cela ne devrait pas prendre plus de 5 minutes mais nécessite d'avoir le livre sous la main.
Merci d'avance pour l'aide que vous pourrez m'apporter,
Cordiales salutations,
Frédéric Métin, à Dijon.
https://docs.google.com/forms/d/1fxDSyVC9AXKR42ZDYESGQ2KrASIVW4JwoVnOWOzPoKo/viewform

Variante a : Beaune, Avignon et Lyon. Varsovie frontispice imprimé très en bas de la feuille
Variante b : Auxerre, trois erreurs typographiques dans le titre « De la Bastarde » p. 4.
Variante b2 : Rouen, une erreur typographique p. 4, dans le paragraphe « De la Bastarde », « avec les Char-geoirs » écrit « avec les Bhar-geoirs ».
Variante c : Nancy, planches imprimées différemment (encre tachant les pages en vis-à-vis, eg, p. 128, p. 130, 135, 137, 175) + fig. p. 140 plus à droite ; p. 143 plus à l'extérieur ; l'autre exemplaire (Vassart) aussi. Varsovie très sale aussi et la planche 143 extérieure aussi. Par contre à Varsovie, la fig p.140 n'est pas plus à droite.
Variante d : Mazarine 1 : grosse marque d'encre à la page 11. Mais planches bien imprimées sans taches.
Variante e : Bar le Duc : une grosse balafre sur la couleuvrine p. 2 ; les planches tachent un peu leurs vis-à-vis, mais 140 et 143 sont plutôt bien positionnées. Importante ombre double sur la planche moyenne faucon fauconneau. Les planches vers la p. 92 sont bien faites et sans tache portée. Le carré page Dd a débordé aussi. Une grosse empreinte page 116.
Variante f : Naples, le numéro de la page 12 est à l'envers.
Variante g : Lyon, faute typographique page 84 : vingt-trois Anvle.
Variante h : Beaune (cf.ms)

Edition de Francfort (?) en français (1619 / 1622)

La fortification demonstree et reduicte en art par feu I. Errard de Bar-le-Duc, Ingenieur du Tres chrestien Roy de France et de Navarre, Reveue corrigee et Augmentée par A. Errard, son nepveu, außi Ingenieur ordinaire du Roy suivant les memoires de l'Aucteur. Contre Les grandes Erreurs de l'Impreßion contrefaicte en Allemaigne Dédiee à sa Majesté [s.l.n.d., s.n. imprimeur] (1619-1622).

Frontispice repris des éditions précédentes (sans date, avec boulets), canons au nom de M. DE BETUNE. Blason de Jean Errard.
Dédicace « Au Roy » (Louis XIII), non datée, signé d'Alexis Errard.
« Advertissement au lecteur sur le subject de la reimpression de ce Livre & touchant ce qui a esté de nouueau adjousté en iceluy »
Dédicace originale « Au Roy » (Henry IV) de l'édition de 1604.
« Préface à la noblesse françoise »
[Signatures «)(iiij », ã^{ij}, ê-ê^{ij} A-[A^{iiij}], -S^{iij}]. Le C^{iij} est noté par erreur A^{iij} ; D^{iij} pas indiqué (page de titre de la deuxième partie).
Foliotation pages impaires, de 1 à 70 à partir de la première feuille du cahier A.
Pages de titres particulières pour les livres 2 (Paris, 1619), 3 (Paris, 1622) et 4 (Paris, 1622).
Planches dans le texte, avec cartouches pour les polygones fortifiés, légendes en français (non bilingues), indication du livre et fol d'insertion.
Bois gravés pour les figures géométriques dans le texte.
Fin « & leur donner la perfection qu'elles doiuent avoir, joint que journellement on apporte quelque nouueauté aux sieges, contre lesquelles il faut nouuelles inuentions pour se defendre. Nous esperons (auec l'ayde de Dieu) de publier en bref les versions Italienne, & Allemande, de cét œuure, acompagné de quelque autre traitté, de semblable subjet », suivi de « Fin de la Fortification demontrée & reduite en Art. », avec cul de lampe.

Différence majeures avec la précédente dans le frontispice :

1°) L'Aucteur (Francfort) /L'Autheur (Paris)
2°) Le bandeau supérieur contient une gueule crachant des flammes à Paris.
3°) Le bandeau inférieur contient un blason supplémentaire (à trois roses) à Paris.
4°) Le canon de gauche porte l'aigle impériale (Francfort)

Bibliothèque nationale de France [+ Gallica]
Musée de l'Armée, Paris (F), Fa 59 bis
Bibliothèque Part-Dieu, Lyon (F), 104001 CGA (ex-libris ms Ant. du Lieu, ex-dono Charles du Lieu aux Jésuites de Lyon)
Médiathèque Jacques Demy, Nantes (F)
Médiathèque Jean Jeukens Bar le Duc (F),
Musée barrois, Bar-le-Duc (F), FA 9905 Q
Bibliothèque Stanislas, Nancy (F), 50 857 Fonds lorrain, ex-libris Parisot & ex-libris Pradine.
Bibliothèque Mazarine, Paris (F), 2° 4814 A [cachet du Séminaire St-Sulpice]
Académie François Bourdon, Le Creusot (F), collection Eugène Schneider
Bibliothèque municipale, Soissons (F), G 00022
Bibliothèque de Rennes Métropole (F), 3684 Fonds ancien
Versailles, F.A. in-fol A 15 n

Médiathèque du grand Troyes (F), Patrimoine fonds ancien r.5.1516
Harvard Library, Cambridge (MA), Houghton Library, War 5256.22 F.
UIUC Library, Urbana Champaign (IL), XQ. 623.1 ER7F1620
UCLA Library, Los Angeles (CA), special collections, UG400.E72 1619
Cornell University Library, Ithaca (NY), Kroch Library Rare & Manuscripts, UG400 .E72 1620
Metropolitan Museum of Art, Watson Library, New York (NY), 125.97 Er7 Q
University of Pennsylvania, Philadelphie (PA), Fisher Fine Arts Library, 623.1 Er78 (le catalogue indique que les livres 2 à 4 sont datés de 1624 et donne comme référence l'édition de 1620 ; confirmation par mail le 15/03/16 de l'erreur de catalogage, il s'agit bien de l'exemplaire de 1619/1622.)
Jagiellonian Library, Cracovie (PL),
Biblioteca Biomedica, Université de Florence (I), 000409682
Biblioteca comunale centrale, Milan (I), VET.U VET.58.2
Biblioteca Reale, Turin (I), I.34.29.2, ex-libris Carlo Alberto, re di Sardegna.
Biblioteca de la Academia de Ingenieros, Madrid (SP), BD2 6891
Biblioteca Nacional de España, Madrid (SP), GMm 2238
BIB-OECHSLIN (Einsiedeln, CH), A09c ; 69
ETH Bibliothek, Zürich (CH), Rar 1073
Staatsbibliothek Berlin (D), 2" Hy 216
Universität Mainz, Zentralbibliothek, Mainz (D), 4° G 3419
Sächsische Landesbibliothek - Staats- und Universitätsbibliothek, Dresden (D), Milit.B.55
Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek, Göttingen (D), 2 BiblIBL UFF 222
TIB, Hannover (D), g 2734 (3 gef. Bl. manquantes)
Universiteitsbibliotek, Gent (B), BIB.MA.000135
British Library, London (UK), 534.l.2.
National Trust Libraries, London (UK), Dyrham Park, sans cote n°1, 2ff numérotés 7
National Trust Libraries, London (UK), Dyrham Park, sans cote, n°2, le second fol. numéroté 7 a été corrigé, soit en impression, soit très soigneusement en ms. La planche 1 (canons) porte des schémas ms.
University of Oxford Libraries, Oxford (UK), Christ Church Main Library, AG.1.14(1)
University of Oxford Libraries, Oxford (UK), Worcester College Library, QQ.pi.10
Skoklosters slotts bibliotek, Skokloster (S), Carl Gustaf Wrangels bibliotek.
Norrköpings stadsbibliotek, Norrköping (S), 1984 Fol.
Kongelige Bibliotek, Copenhague (DK), 9, 516 00655
Nasjonalbiblioteket, Oslo (NO), sans cote.
National Library of Scotland, Edinburgh (Ecosse), Special collections, Newb.4318

Comparaison des trois disponibles en ligne avec celles du Creusot et de Lyon : rien dans la composition, mêmes espacements, mêmes tildes abréviatifs, mêmes bandeaux et culs de lampe.
La lettrine S de la préface est à l'envers, comme à Nantes, Mazarine, et Bar 1 & 2.
La page face à la 1 est blanche ; sur l'exemplaire BnF, un poème manuscrit au Marquis de Griboval
En 1v, mauvais encrage du bandeau vers la tête du personnage de gauche. [Pas à Marseille, plutôt pâle, idem à Nantes, Bar 1 & 2 et Mazarine]
Une pleine double page r-v insérée avec les canons et « lyen sur banden » + une planche simple page r-v ° : à la BnF, le poète écrit encore, mais à Lyon, il n'y a pas ces planches ; à Nantes seulement la première (et les planches sont reliées par le milieu). Au Creusot, les planches ne sont pas pleine page, mais des petits encarts ajoutés. Sur BVPB, le statut de la seconde (qui est en premier, comme sur Bar 1 & 2) n'est pas clair. À Marseille, petits écarts ajoutés également, planches en français, la planche fol2 avec les canons et lÿen soubz bande

est une pleine page (plus longue, carrée repliée). A Mazarine : la seconde est comme au Creusot en petit (juste le papier autour de la planche).
À Lyon, devant la p. 4, une pleine page avec seulement la planche du canon de 1604/1617. À la Mazarine, il y a la bande de papier nécessaire, mais pas de planche accrochée
3v, même souci d'encrage du bandeau [À Marseille, plutôt pâle au contraire]
En pied de page 5v, tous ont l'illustration (coup de cutter à Nantes)
Lyon a un encart avec la même figure entre pages 5 et 6.
Double erreur de pagination, avec deux fois 6 et deux fois 7 et pas de 8 (dans e-rara, correction manuscrite (?) du n°) À Marseille, la correction du 8 semble imprimée sur un grattage, possible que ce soit pareil sur e-rara. À la Mazarine, c'est bien un 8, mais les intérieurs tout noirs font penser à la même chose, comme à Bar le Duc 1 & 2.
Entre les deux pages 6 à Lyon : une planche repliée au tiers avec le profil en 3D bilingue. Elle est au fol. 11 à Bar le Duc, mais non bilingue.
Page 7 la figure de l'attaque est dans tous (car dans le texte) sauf Nantes ; elle y est donc trois fois à Lyon.
Marseille est identique à e-rara pour le texte, les figures ne sont pas forcément mises au même endroit, et elles n'ont pas une très bonne qualité mais sont en français. Elles sont recoupées pour n'être pas en pleine page mais repliées d'un pouce environ.
Nantes comme e-rara, planches bien imprimées (claires comme e-rara), presque au même endroit, sauf qu'il manque celles du début (découpées) et le profil.
Au Musée barrois, nombreuses erreurs de reliure des planches : liv 2 fol. 19 et au liv 1 fol 9 ; « lievre troisiem » fol. 22 ½ se trouve au second livre fol. 22 ; le pentagone du livre 3 est avant la p. 42, conformément à ce qui est indiqué dessus, mais pas au texte. Les planches du livre 4 sont titrées « livre qatrieme »

À la Mazarine : page 6.1v, correction manuscrite en marge « qui peseront unze cent liures » tranformé en « unze mil » ; les planches sont en général des folios paysage attachés par le milieu, mais il n'y a pas non plus le profil. Les titres italiques en marge sont fortement pressés et font relief.

IV. Deux curiosités

Kurze Anweisung zur allgemeinen Kurtze Anweisung zur Allgemeinen Fortification. Wie nemlich dieselbe auff einen sehr furtzen, geschwinden und gantz leichten Weg, ohne einiges calculiren ins gemein, so wol in Irregular- als Regular-Figuren, zu practiciren, zusamt denen dazu bedürfftigen, nothwendigen Principiis Geometriae. Erster [Ander, Dritter] Theil, Allen Chevallieren, Officiren, und andern Liebhabern der Fortification, so deß Rechnens unerfahren, zu Dienst beschrieben. Par Feu Andreas Errard, De Bar-Le-Duc, Ingenieur Ordinaire du Roy. [3 volumes]. Mümpelgart, Gedr. bey Joann Christoph Wiedenmann, 1675.

3 volumes à l'italienne. Chaque volume comprend quelques pages de texte et surtout des planches, de faible qualité, dont bon nombre sont reprises d'Errard et quelques-unes de Mérian, de Bodenehr ou de Nicolas de Fer. Version malhonnête (pas d'imprimeur ou de libraire du nom de Wiedenmann à Montbéliard).

BSB Munich, Res/2 App.mil. 32
ULB Darmstadt, R 4008.
Vědecká knihovna v Olomouci, Olomouc (Cz), II 9.154
Wolfenbüttel, Herzog-August-Bibliothek, A: 23.6.1 Bell. 2°
Kongelige Bibliotek, Copenhague (DK), 9, 516 00656

Traité de fortiffication manuscrit contenant quantité de figures auec les aduis et explications sur chacune faict et composé par le Sieur Herar fameux ingenieur du Roy henry quatre... Manuscrit français n° 663, Bibliothèque Nationale de France, Site Richelieu.

Ne semble pas de Jean Errard :

1° L'écriture ne concorde pas avec celle du plan d'Amiens de mai 1596 conservé à la BnF (et signé)

2° Le monogramme qui figure au dos des planches (A D T ou T D A) indique un autre auteur.

3° Le contenu : une expression comme « plan géométral » (p. 1v) n'est pas chez J.E. L'expression « réduire au petit pied » ne se trouve pas telle quelle dans la Fortification, mais J.E. emploie quand même « petit pied » (livre I, chap. XII)

4° Surtout : la liste finale de fortificateurs, qui semble de la même main et de la même époque cite « Fritag » comme fortificateur allemand, ce qui montre que l'auteur devait être vivant en 1631, date de la première publication du traité de Fritach en allemand.

Les ravelins et les cavaliers sont omniprésents dans le manuscrit, pas dans la Fortification.

Néanmoins la série des forteresses sur des polygones avec un nombre de côtés croissant est bien dans le type errardien ; et les planches finales sont des versions stylisées de planches de la Fortification.

Mais dans toute la première partie du manuscrit, les angles flanqués ne sont pas droits, ils sont même variables.

La question se pose : si comme c'est écrit sur la 2e de couverture, ce manuscrit a été présenté à Henri IV par Sully, comment ces deux proches de Jean Errard n'auraient-ils pas vu la différence avec le style habituel de l'ingénieur ? Et du vivant d'Errard (qui a survécu au roi) serait-il bien normal que Sully présente un manuscrit de ce type ?

Vérification faite : la reliure est bien aux armes de Philippe de Béthune.

On peut penser à un autre Errard, contemporain de Jean : soit Maximin, soir Alexis, mais le monogramme contredit ces hypothèses. À moins que ce ne soit une autre personne qui ait fait les dessins ?

V. Résultats de l'enquête sur l'édition parisienne de 1620

https://docs.google.com/forms/d/1a0yr2AAm9l1DN3p2B5xoWpNFB0ao0BcOrs0A98n9vbw/viewform

		Priv. en tête	Ex-libris	Ms	Frtspce bas	A2r balafré	A2v double	105 carré	Propriété	Bastarde	Pagination 12	84 : Anvle
France	BnF Richelieu	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
	SHD Vincennes 1	-	X	-	-	-	-	x	-	-	-	-
	SHD Vincennes 2	-	X	-	-	-	x	x	-	-	-	-
	Sorbonne	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X
	CNAM	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-
	BSG 1	-	X	-	-	-	X	-	X	-	-	-
	BSG2	X	X	X	-	-	X	-	x	-	-	-
	Mazarine1	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mazarine2	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mazarine3	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Institut de France	-	X	-	-	-	-	-	x	-	-	-
	Lyon Part-Dieu	-	X	-	X	-	X	-	-	-	-	X
	Carpentras											
	Auxerre	-	X	-	-	X	X	X	-	X	-	-
	Beaune	-	X	-	-	-	X	-	X	-	-	X
	Nancy1	-	X	-	X	-	-	-	x	-	-	-
	Nancy2	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-
	Orléans	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-
	Bourg en Bresse	-	-	-	-	-	-	X	x	-	X	-
	Saint Etienne											
	Rouen	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X
	Avignon	-	X	-	X	-	X	-	-	-	-	-
	Grenoble											
	Bar le Duc	-	-	-	-	X	X	X	-	-	X	-
	La Rochelle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Montbéliard	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-

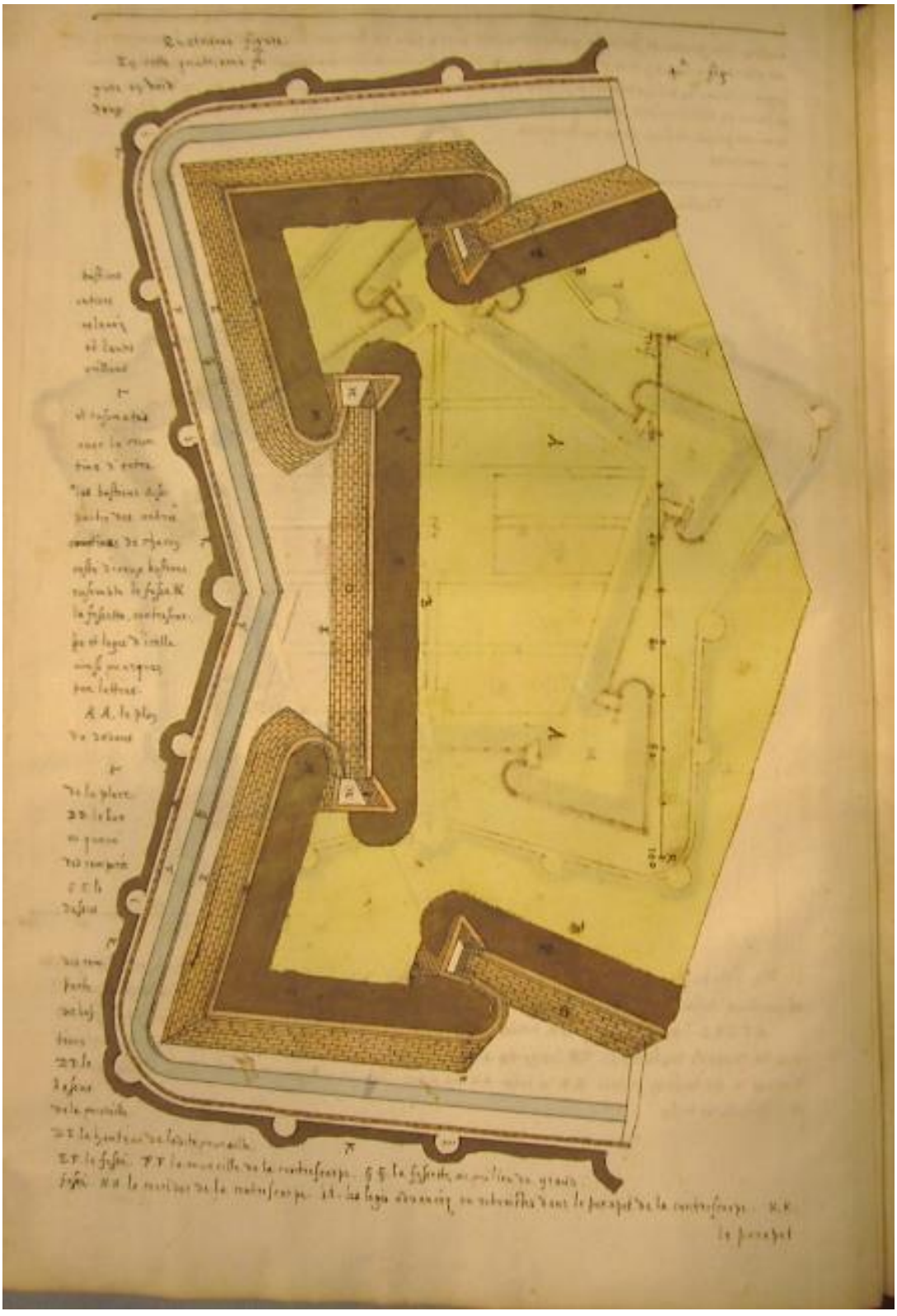
		Priv. en tête	Ex-libris	Ms	Frtspce bas	A2r balafré	A2v double	105 carré	Propriété	Bastarde	Pagination 12	84 : Anvle
Etats-Unis & Canada	Columbia											
	UIUC											
	Ann Arbor		X									
	Harvard1	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
	Harvard2	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	West Point	X	-	-	-	-	X	X	x	-	-	-
	Yale											
	PennState	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-
	Getty LA	X	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
	NGA Washington											
	William & Mary	-	-	x	-	-	-	-	x	-	-	-
	CCA Montréal	-	-	-	-	-	X	-	x	-	-	-
	Mc Gill Montréal	-	X	-	-	-	X	-	x	-	-	-
Allemagne	Wofenbüttel	-	X	-	-	-	X	X	-	-	-	-
	Weimar1	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-
	Weimar2	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gotha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	BSB Munich 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	BSB Munich 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
	LMU Munich	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
	Augsburg	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X
	Dresden	X	X	-	-	-	X	-	x	-	-	-
Royaume Uni	Oxford Bodleian	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
	V&A London	-	-	X	-	-	X	-	x	-	-	-
	Aberdeen	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
	Cambridge Kings	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
	Cambridge Trinity	-	-	-	-	-	X	-	x	-	-	X
	Antiquaries London	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
	British Library	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
	Edinburgh	-	X	-	-	-	X	-	X	X	X	X
Sud et Est Europe	Varsovie	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-
	BN Portugal	-	-	-	-	X	X	X	-	X	X	-
	Modène											
	Naples 1	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-
	Naples 2											
	Padoue											
	Barcelone1	-	X	-	-	-	X	X	-	-	-	-
	Barcelone2	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Barcelone3	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-

En vert, les bibliothèques qui ont participé à l'enquête.
En noir, celles dont les réponses ne nous sont pas parvenues.

VI. Principaux indices de la regravure des figures et planches en 1620

Page	Détail des différences avec les illustrations de 1604
7/14	Le cadre disparaît et la plante en bas à droite n'a plus de fleur.
22	Profil : la palissade a une corde en moins. Les graphies ne sont pas les mêmes.
25	Correction de l'irrégularité d'espacement des créneaux sur la gravure du bas à droite. Décors végétaux différents au milieu à gauche.
29	La légende « le demy cercle » est repositionnée.
40	Construction de l'hexagone : la figure est nouvelle ; c'est le cas aussi pour celles des pages 51, 60, 64, 67 et 70
42	Démonstration de l'hexagone : lettrage différent ; ajout d'un axe de symétrie.
43	Les personnages des piquiers sont différents ; ajout d'un tireur à la contrescarpe de droite ; le décor de l'eau des fossés est très changé.
48	Le cartouche change. Le décor de l'eau est différent et le point de bois en bas est plus large.
52	Heptagone : la gravure est plus grossière, la symétrie non respectée.
57	Octogone : Idem, y compris l'axe de symétrie.
60	Ennéagone : l'échelle est ajoutée.
61 à 85	Pour tous les polygones suivants : chacun fait l'objet d'un chapitre avec plus de détails et plus d'explications géométriques. Pour le 20 angle par exemple « L'Angle flanqué droit adjousté avec celuy du Centre, feront ensemble l'Angle flanquant de cent huict degrez », au lieu de juste « l'angle flanquant de 108 degrez » en 1604. Les gravures ne diffèrent que par des détails de décor (eau, pointillés)
	Plus de place prise = plus de beaux ornements
86	La lettre N de droite est gravée par erreur M.
88 à 92	Les retranchements : les figures sont reprises individuellement et insérées entre les paragraphes. Leurs points sont nommés et le texte y fait référence.
	Les figures 1 et 5 sont à l'endroit (parce qu'elles sont dissymétriques ?) mais la 2, la 3 et la 4 (qui sont symétriques) sont gravées à l'envers par rapport à 1604, ce qui se voit sur les ombragements.
99/100	Axe de symétrie ajouté.
101	L'eau et le cartouche sont différents.
102	Construction du quarré : image simplifiée en ôtant ce qui concerne la démonstration (qu'on retrouve en 103)
107	Quarré long : apparue en 1604, la différence de style était marquée avec les autres gravures de 1600 (bien mieux faite en 1604), elle ne l'est plus ici.
110	Quarré composé : même remarque.
113	Pentagone simplifié (d'une ligne) pour la construction et augmenté de l'urbanisme manquant en 1604 (et 1600) pour la démonstration.
114	Un pont ajouté sur le côté haut gauche. Le diagramme à la Specklin reste sur le pentagone fortifié, mais il manque le dénominateur de la fraction 5/6 à côté du 69.
115 à 122	Ravelins et pièces détachées ; flancs fichants : les illustrations sont réinsérées dans les paragraphes qui les concernent.
124	Très ressemblant, mais le décor de l'eau et les lettrages ont varié.
127	Les centres ne sont plus marqués par des étoiles, mais le contour de l'heptagone est tracé entièrement.
129	Rupture de symétrie du bastion inférieur gauche ; lettrage différent (GN et ABC)
131	Disparition complète du décor paysager.
134	Ponts et chaussées : figures recopiées à l'envers (sauf les échelles).

136	Citadelles : figures recopiée à l'envers (orientation des chemins)
139	Havre maritime ; échelle placée à gauche ; différent bateau à rames entrant dans le port (+ contact de son mât avec le quai).
140	Figures recopiées à l'envers (les deux)
143	Assaut de la forteresse : recopie de la scène à l'envers ; détails différents, en particulier : les arquebusiers de devant ne sont plus que 11, mais ils font feu.
146	Recopie de la scène à l'envers ; personnages différents.
153	Idem (les ombres sont à gauche, même si la lettre D a été mise à gauche).
156	La lumière à travers la porte du rempart de gauche occupe plus de place en hauteur. Les décors végétaux sont différents (buissons de droite).
159	Les falaises de droite sont différentes.
161	L'oriflamme de la porte en X a disparu.
163	L'échauguette de la figure 1 est maintenant de l'autre côté de l'angle ; la terre des fossés est devenue lisse (usure des planches de 1604, donc planches neuves en 1620) figure n°2. La n°3 : l'échauguette de droite a perdu son drapeau.
164	Figure 1 : la colline à droite n'a pas plus la même forme. Figures 2 et 3 : les matériaux des contrescarpes sont différents.
166	Les escaliers sont différents (ombre soutenue au centre à droite)
169	Les chemins au premier plan sont différents.
171	Il n'y a plus de cadre ; le moulin de gauche a une échelle d'accès ; la barque vers G à gauche a quatre rames au lieu de trois ; généralement les petits bateaux sont différents. Les bâtiments en ville sont refaits (dans le même style) ; le blason d'Errard sur le grand bateau au premier plan est refait.
174	[Haut] Le profil des escaliers (en G et F) est moins fin ; chemin au premier plan différent et décors de premier plan à droite (une plante manquante). [Bas] ; les cours d'eau du haut n'ont pas la même forme, les arbres en bordure d'eau sont plus grands.



Traité de fortiffications manuscrit contenant quantité de figures avec les advis et explications sur chacune faict et composé par le Sieur herar, fameux ingenieur du Roy Henry quatre…,
Ms français 663, Bibliothèque nationale de France, fol. 6v.

ANNEXE A3.1 : DESCRIPTIF DES *CARNETS* DE JACQUES GENTILLÂTRE (BNF, MS 14727)

Recherche en cours ; version de travail, septembre 2016

Notice/Références/Description : notice BnF : Papier. - 594 feuillets. - 125 × 90 mm. - Couverture parchemin. ark:/12148/btv1b90615460

Source : Bibliothèque nationale de France, Département des manuscrits, Français 14727.

Description détaillée : « Manuel d'un ingénieur architecte de la première moitié du XVII^e^ », disponible sur Gallica ; carnet de notes et de croquis de Jacques Gentillâtre, entre 1615 et 1625 (?)

Description du catalogue de la BnF : Traités d'Arithmétique (f. 15 v) ; — de Géométrie, en six livres (f. 63) ; — « De la fabrique des forteresses (f. 208) ; — « Septième livre de la démonstration de l'architecture des fortification[s] » (f. 238) ; — « Huitième livre demonstrantes plusieur machine servant à l'art militaire, tant pour asallir que pour defandre » (f. 278) ; — « Dixième livre de la démonstration de l'architecture des bâtiment de plusieur conditions, à sçavoir des batiment roialles, chempaistres et non champaistres... » (f. 340) ; — « Onzième livre de la démonstration des traict de masongnerie... » (f. 406). Très nombreuses figures, artistement dessinées, parmi lesquelles on peut remarquer pour la provenance et la date de ce recueil : « Le pondevis qui a esté fait à Courmatin, 1614 » (f. 283 v) ; — « Cintre du pon[t] de Toulouze » (f. 465 v) ; — « Charpantry.. à la gallery du Louvre, à Paris » (f. 466 v) ; — « Desain de la Halle failct à Courmatin l'an 1621 par M. Philbert Nettement pour Monsieur le marquis d'Uxelle » (f. 470) ; — « Le pon de bois qui est à Viene en Dofigiié.., » (f. 473) ; — « A Versoy, deux lieu près Geneve » (f. 572 v) ; — « A Geneve » (f. 574 v) ; — « A Sedan » (f. 578 v) ; — « A Fontainebleau » (f. 582 v) ; — « A Fontenay en Voge » (f. 583)

http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b90615460/f515.item.r=manuel%20ing%C3%A9nieur.langEN

Références bibliographiques :

Marr, Alexander, « The architect-engineer as a reader » in Damm, Heiko, Thimann Michael & Zittel, Claus, *The artist as Reader, On Education and Non-Education of Early Modern Artists*, Brill, Intersections 27, 2013 p. 421-446. ISBN13: 9789004242234 ; E-ISBN: 9789004242241, Publication Date: December 2012. Copyright Year: 2013

Châtelet-Lange, Liliane, notice sur Jacques Gentillâtre dans le *Grove Dictionary of Arts* (Jane Turner dir.), Macmillan, 1996, vol. 12, p. 309-310.

Châtelet-Lange, Liliane, notice dans *Monuments et mémoires*, n° 70, 1989 [« Monuments Piot »]

I. Composition matérielle du manuscrit

Reliure du XIX^e^ siècle, les cahiers ont été montés sur des onglets.

Numérotation des cahiers	Encres, remarques, commentaires, etc.
Première partie : mathématiques et art militaire	
C1 6 (+ 2 ?) feuillets. **1r à 5v**, couture en 2-3. Première feuille (« vivre en honneur ») à part, double à l'origine mais premier volet enlevé, reste la couture particulière.	1v : unité (encre gris-brun, figures sans hésitation) 2r : 2 légendes idem + 3 légendes (Tremblay) d'une encre brune, papier sali. 2v : dessin de droite + brun clair 3r : °+ grossier + épais, salissures au milieu
C2 8 feuillets. **6r-13v** : Papier + épais, couture en 9-10	« Monsieur de lestoille », etc. : gris.
C3 16 feuillets. **14-29 :** couture en 21-22	Une seule écriture. Cadre + certaines lignes au crayon.
C4 16 feuillets. **30-45 :** couture en 37-38	Idem.
C5 16 feuillets. **46-61 :** couture en 53-54	
C6 16 feuillets. **62-75 :** couture en 67-68	Une page déchirée avant 62. Filigrane visible p. 72.
C7 20 feuillets. **76-95 :** couture en 87-88	76 & 77 : lignes tracées au crayon.
C8 16 feuillets. **96-112 :** couture en 104-105	Cadres au crayon bien visibles.
C9 34 feuillets. **113-146 :** composite avec petits cahiers insérés : 116-121 + 124-129 + 130-141 sont dans 113/14/15-144/5/6 ; coutures en 118-119, 126-127, 132-133, 137-138.	130v : Encre plus claire. 147 : variation de couleur pour les fractions.
C10 16 feuillets. **147-161 :** couture en 154-155	156-157 : colonne visibles au crayon
C11 18 feuillets. **162-179 :** couture en 171-172, mais 163 montée sur onglet.	
C12 15 feuillets. **180-194 :** couture en 187-188	181v, 182v : composition visible (cadres)
C13 13 feuillets. **195-207 :** couture en 201(202)-203	
C14 13 feuillets. **208-220 :** couture en 215bis (coupée)-216	
C15 27 feuillets. **221-247 :** couture en 233-234. 221 montée-collée sur 22 et le dessin bleu déborde ; plusieurs semblent de même.	221 r et v : les fossés en bleu ; 225 haut gauche aussi, 226 haut 227r, 227v sauf gauche, 228-229 sauf les Marchi.
C16 32 feuillets. **248-279 :** coutures en 261-262 et 272-273. Plusieurs feuilles semblent montées.	Les fossés sont bleus à partir de 249. page 265, une partie de fossé bleu ; trace d'image dans le collage.
C17 35 feuillets. **280-314 ;**	297 : montée et bleue. 292 idem. 278v-283v idem.
C18 35 feuillets. **315-349 ;**	
Deuxième partie : architecture et machines	
C19. **350-363 ;** C20. **364-375 ;** C21. **376-391 ;** C22. **392-422 ;** C23. **423-447 ;** C24. **448-(454-455)-472 ;** C25. **473-488 ;** C26. **489-510 ;** C27. **511-533 ;** C28. **534-545 ;** C29. **546-556 ;** C30. **557-575 ;** C31. **576-594.**	Rose : 321. Brun : 441v-446r, 501r. Bleu : 552v-557r, 572. Nombre 18 au bas de la page 376 Volvelle de la p. 510 : trois cercles dont deux mobiles.

Le fol. 78v est nettement en plusieurs parties.

Au fol. 84, la figure supplémentaire n'est pas de la même couleur que les autres.

II. Sommaire détaillé

Page - 1 (partie d'une double feuille) « Vivre en Houneur et mourir pauvre »

0 : RV Blanche.

1r : annotation haut-droite « Suppl. fr. 5008 », bas gauche : « R. C. n° 4896 » avec tampon de la bibliothèque impériale.

1v-5v : Des dimension solide et corporelle appellees les corps geometriques

15v-53v : Arismetique fort necessaire a tout personne tant artissant que austre. [Numération (table des nombres de 1 à 100), addition, soustraction, multiplication (table assez particulière avec 0 et 12), division, règle de trois, de compagnie, fractions, règle de trois en fractions, racine carrée].

29v-30v : Blanches

31r-46v : Des fractions

47 : Blanche

48r-53v: Pour extraire la racine quare

54r-62v : Blanches.

63r-64v : Des genre et especes de geometri

65r : Diuersité de mesure de pied de plusieur contres et region
le car de pied d'itally, le car de pied d'allemagne il fault 16 pied pour la toize, le car de pied de bayern, le car de pied de nurenberg [écrit comme un y], le car de pied de Wien [Les e sont ronds sauf dans les « pied »], [autre période/autre écriture/autre encre qui est plus grise] le car de pied de monbeliard, le car de pied du conte de bourgongne appelle pied de route, le car de pied de savoy le pied na que 10 pouce [Les e ne sont plus ronds, ça se voit surtout dans les « de »].

65v : Premier liure de geometri[e] : proème provenant de Bovelles, qu'il attribue à Oronce : Rithmus circularis, Orontianus]

66r-71v : Les parties de mathematicques et geometri auec plusieur beau secre contenant ce quest le plus necessaire pour l'utilite de la vie humaine

Et premier pour congnoistre le nons des angle superfici et corps auec leur figure pour les congnoistre. [Figure : Lequerre - le compas - la regle]

72 : Blanche

73r-75v : [premier liure de geometri] Des corps solide

76r-77r : Sensuit la table des nons geometric si deuant demonstrees premier

78r-101v : second liure de geométry pour former tous corps superficielle Et de leur calite auec plusieur belle reduction geometric.

81r- : pour former les angles et de leur calite

82r- : La manière de former les corps geometric abregement

83r- : Des angle et de leur raison

85r- : Pour entrecouper les triangle de trauer

85v- : Pour reduire troix cube a un seul cube

86r- : De la reduction des superfici en vrai quarre

87r- : Pour reduire un triangle

88r- : […] et maintenant parlerons des quare reduit en paralelograme

92r- : De la reduction des superfici circulaire a la superfici quare

96r- : Faire deux quare egalle a un quare donne…

98r- : En toute figure dencicline quand plusieur cercle…

99r- ; Pour reduire les superfici en corps cubicque geometricquement…

106v-109r : Blanches

109v : De larpent local pratique au chalonn[ois]

110r-134v : Troisieme liure de geometry de la mesure des superfici plaine et de larte et pratic darpenter arttres necessaire a tout republie com laboureur et autre gens menager

116r-121v : Blanches

122r : Lusage dun instrument pour prandre tout sorte de plan…

124r-129v : Blanches

130r : [bandeau de titre seul]

130v : Pour construire un nombre non quare en quare com 200

131r- : Pour mesurer les corps regulier…

135r-140v : Blanches

141r : [bandeau de titre seul]

141v-143 : [Troisieme liure] Comme sont mesure les triangle…

143r : [bandeau de titre seul]

143v : Pour departir les triangle dautre diverse facon que sidevant

144r : [bandeau de titre seul]

144v-145 : Blanches

146r : Quatrieme liure de geometri de la mesure des corps solide…

155r- : Pour mesurer les corps solide

156v-160v : [bandeaux de titre seuls]

161r- : Quatrieme liure de geometri de la mesure des corps solide

163r-173r : Cinquieme liure de geometry des proportions des forces mouuante tres mesesaire pour congnoistre la raison des machine et moulins et autres engins depandant de la forces

173v-174v : Blanches

175r- : VI Liure de geometri de la mesure des lignes droit. Pour mesurer toute hoteur longeur et largeur et profondite et tout superfici plane sans sugest d'aritmethique par lusage du quare geometrique et autre instrument mathematic siapres demonstre

196v-207v : Blanches

208r-212r : De la fabrique des forteresses (livre non numéroté)

212v : Blanche

213rv : Divers maniers pour construire les plans des forteresses…

214r-218r : Blanches

218v-229r : Des mines (suite du précédent ?) – Comme il faut bien fortifier de terre…

229v-237v : Blanches

238r-268v : « Septieme Liure de la demonstration de Larchitecture des fortification a scauoir de bien fortifier les ville sitadelle et château... »

269r-277v : Blanches

278r-283v « Huitieme liure demonstrantes plusieur machine seruant a Lart militaire tant pour asallir que pour defandre » : dessins de ponts-levis ; f° 279v légende : « pont devis » ; f° 283r légendes « G.NEVE » et « M.BELIART » ; f° 283v, légende « Le pont devis qui a esté faict a courmatin 1614. »

286r-291v : Blanches

292rv : [Neuvième livre ?] Invantion tres belle pour empecher le petar…

293r- : « De Lusage et fabrique du petard ».

299v : Blanche
300r : Divers manière de cinture qui se soufle plaine de vent pour passer riviere
300v : Fronde pour jester pier contre ses anemis
301r-308v : Blanches
309r : échelles
309v : Dune echelle avec son mentelet…
310r : Blanche
310v- : échelles, tours d'assaut, trébuchets (Valturio).
319r-320r : Machine pour rompre les murailles… Autre machine
320v : Blanche
321 : pontons ?
321v-333r : Blanches
334r-336v : manquantes ou erreur de pagination ?
337- : Cheminées de faîte, d'intérieur.
340r-405v : « Dixieme liure de La demonstration de larchitecture des batiment de plusieur condition a sçauoir… », dont 344v-348v, 354v-355, 360v, 362v-376v, 377v-378, 393v, 398-405v : Blanches.
406r- : « Onzieme liure de la Demonstration des traict de masongnerie le tout mius en ordre », dont 410v, 426, 428v-430, 433v, 434v-441r, 452r-454v, 457v : Blanches
458r-459r : Cônes de Dürer.
459v-465r : Blanches
465v- : charpentes et cintres ; 470r : « Desain de la Halle failct à Courmatin l'an 1621 par M. Philbert Nettement pour Monsieur le marquis d'Uxelle » 471r : 2 légendes « Sebastiano ». 471v, 472v : blanches
473r : Ponts
474v-486v : Blanches.
487 r & v : Carrelages, marquèterie.
488-490 : Blanches
490v-492v : Perspective
493rv : Blanches.
494rv : Canons et brise-chaînes
495-498 : Blanches
498v :
499-500v :
501-503 : Perspective et plans
502v-508v : Blanches
509-511v : Gnomonique
512-513v : Blanches
514-517 : Éphémérides.
517v-518 : Blanches
518v-519 : Table des regions provinces et ville notables…
519v-549 : Blanches (dont 533 : sphère d'horologiographie -Bullant-)
549v-594 : Machines (dont 550, 559(a)v, 568v, 573v, 574, 578, 579, 584v, 586v, 587v-590v : Blanches)

III. Sources principales (géométrie, arithmétique)

Bovelles, **Charles de** (1479, 1566/1567) *Livre singulier et utile, touchant l'art et practique de géométrie, composé nouvellement en françoys, par maistre Charles de Bouvelles,...* Simon de Colines, 1542.
Devient *Geometrie practique, composée par... Charles de Bouelles, et nouvellement par luy reveue, augmentée et grandement enrichie*, Regnaud Chaudiere et son fils Claude, 1547, Regnaud Chaudiere 1551 ; puis Guillaume Cavellat 1555, H. de Marnef & G. Cavellat, 1566.
Devient *Géométrie practique composée par... Charles de Bouëlles,... avec un Traicté des mesures géométriques, des hauteurs accessibles ou inaccessibles et de toutes choses pleines ou profondes, selon leur longueur, largeur et profondité, par M. Jean-Pierre de Mesmes,... augmenté par iceluy de quelques annotations ; plus l'Art de mesurer toutes superficies rectilignes, tiré des Élémens d'Euclide, par M. Jean Des Merliers d'Amiens...* Denise Cavellat 1605, 1608.

Dürer, **Albrecht,** *Underweysung der Messung mit dem Zirckel und Richtscheyt in Linien, Ebnen und gantzen Corporen*, Nuremberg, 1525. Deuxième édition 1538. Edition latine, Christian Wechel Paris 1532, puis etc., puis Arnhem, Jansson, 1605.

Caus, Salomon de, *Les raisons des forces mouvantes avec diverses machines tant utilles que plaisantes aus quelles sont adjoints plusieurs desseings de grotes & fontaines. Par Salomon de Caus, Ingenieur & architecte de son Altesse Palatine Electorale*. Francfort, Jan Norton, 1615

Appier, Jean, dit Hanzelet, *Recueil de plusieurs machines militaires et feux artificiels pour la guerre et récréation*. Pont-à-Mousson, Marchand, 1620.

Savonne, **Pierre de,** *L'arithmetique de Pierre de Savonne dict Talon, natif d'Avignon, comté de Venisse…*, Lyon, Benoît Rigaud, 1571 ; 4e édition Lyon, Barthelemy Vincent 1585 ; 5e édition Lyon, les héritiers de B. Rigaud, 1597 ; 6e édition Lyon, Pierre Rigaud, 1604 ; 8e édition,

Focard, **Jacques**, *Paraphrase de l'Astrolabe,* Lyon, Jean de Tournes, 1546, 1555 (avec ajouts de Jacques Bassentin).

Foullon, **Abel**, *Usaige et description de l'holometre...* Paris, s.n. [l'auteur ?], 1555 ; Paris, Pierre Beguin, 1561, 1567.

Du Praissac, le Sr, *Les Discours militaires du Sieur du Praissac*, Paris, Vve Guillemot & Samuel Thiboust, 1623 (priviliège de 1614 ; eds 1614, 1622, 1623).

Ne sont pas dans les sources

Arithmétique : Zacarie 1618, Guichard « la guide des arpenteurs » (arithmétique) 1625, Vessaux 1608 ; La Tayssonnière, 1574. Suberville, 1598. Jean Gallé, 1620.
Fortification : Alghisi : juste des citations d'après Pasino (M. Morelle) ; Malthus : à partir de 1629, et dans la lignée de Hanzelet, il n'y est pas non plus ; Collado non ; Ramelli inspire peut-être tous les moulins et systèmes à engrenage ?

IV. Descriptif détaillé des sources identifiées

C0	2e de couverture (partie gauche d'une double feuille coupée en deux) « Vivre en Houneur et mourir pauvre »		
	0 : un RV Blanche. 3230410762		

Carnet C1 : 1r – 5v	1r : annotation moderne haut-droite « Suppl. fr. 5008 », bas gauche : « R. C. n° 4896 » avec tampon de la bibliothèque impériale.		
	1v-5v : « Des dimension solide et corporelle appellees les corps geometriques »		
	1v	Titre : Des dimension solide &c.	**Bovelles** 1542, chapitre 5, p. 37.
		Définition de l'angle droit solide	**Bovelles**, 1542, § 4, p. 37v ; même dessin sauf lettres.
		Angle solide du dodécaèdre	**Bovelles**, 1542, § 5, p. 37v ; même dessin sauf lettres. Mais dans 1547, cette figure est à l'envers.
		Figures ligne 1	Tetracedron dans **Bovelles**, 1542, p. Tetrahedron pas dans Bovelles, mais dans **Boissière**.
		Figures ligne 2	Icocedron **Bovelles**, 1542, p. 38v. Octocedron & Ycocedron orthographe **Bovelle**, directement d'une figure 1542, p. 39 (« L'angle de … »)
		Figures ligne 3	Tetracedron avec les précédentes **Bovelles** (« L'angle du »). Octocedron **Bovelles** 1542, p. 38.
		Figures ligne 4	Octahedron, Exahedron : ne sont dans aucun Bovelles. **Boissière**, 1561, p. 45 (octa avec tetra et icossa) et p. 45v (exa).
	2r	Haut gauche : Icossahedron + Dodecahedron	Pas chez Bovelles : **Boissière**, 1561,
		Bas gauche : quare triangle ° quare et triangle	
		Partie droite ; Exagone et triangle + quare exagone + triangle et octogone	
	Remarques sur les sources de ces pages : Les « cedron » viennent de Bovelles, les patrons nommés par les figures qui les composent viennent de Boissière/Tremblay ; parmi les autres figures, non légendées, certaines peuvent être prises dans Dürer ou Stevin, *Problematum geometricorum*, 1583, p. 79 *sqq*. L'édition de Bovelles n'est pas celle de 1547 (l'angle du solide du dodécaèdre y est à l'envers). En 1608, « L'angle du Tetracedron » n'est pas sur la même page que les deux autres, cela pourrait expliquer pourquoi Gentillâtre ne l'a pas mis sur la même ligne. L'orthographe de 1542 (« ung », noms sans majuscule, etc.) l'éloigne de celle-ci. Restent les autres éditions, mais nous penchons pour celle de 1608. L'édition de Boissière est celle augmentée par Tremblay (1561, 2e en 1563), car l'orthographe en 1554 est différente (« ëdron » au lieu de « hedron ») et des légendes sont fausses (quarré-hexagone est appelé quarré-pentagone + quarré triangle est appelé pentagone-triangle + carré hexagone-octogone, manque hexagone). NB : ces légendes ne sont pas de la même encre chez Gentillâtre. L'orientation fait la différence avec Dürer (livre IV de l'*Underweysung*) pour le « quarré-triangle ». Gentillâtre suit davantage Boissière que Dürer (mais Boissière suit Dürer).		
	2v-4v -		
	Ensuite ce sont les dessins, quasiment dans le même ordre jusqu'à l'octocedron (sans les noms des points) ; il mélange avec les « hedrons » (tétraèdre, octaèdre, hexaèdre qui sont dans Dürer) sur la même page, et passe aux figures plus complexes de Dürer, recopiées sans explication avec comme seule légende les figures qui les composent et en excluant la mappemonde (fig. 34) et la fig. 42. Le fol. 2 est intégralement recopié de Dürer (pas forcément dans les mêmes positions). Le quarré-triangle fol. 2 et celui du fol. 2v sont à l'envers par rapport à Dürer 1525 et 1538. Et aussi		

	par rapport à la géométrie de Stevin (Girard, p. 360). Le fol. 2v aussi, sauf la figure de droite.	
	Fol. 3 : l'illustration du bas peut venir de Dürer 1538 (12 pentagones + triangles), mais remaniée ; elle est aussi dans **Stevin** 1634 (et sans doute avant).	
	Fol. 4v : l'illustration supérieure peut venir de Dürer 1538 (fig. 43 f°nsN5v), mais qui n'est pas dans Dürer 1525.	
	5v : Blanche	

Carnet C2 : 6 – 13	6r : essais de signatures : Monsieur De Lestoille, Monsieur De Chabanne. Probablement la vraie première page avant remontage (celle avec ex-libris)	
	6v-9v : Blanches	
	10r-13r : Difinition des quatre éléments et de leurs calités	
	Sources : **Salomon de Caus** (marqué dans la marge) 1615 ; **Hanzelet** (aussi marqué en marge) 1620	
	Gentillâtre	Sources
	10r premier definition du feu	De Caus 1615, p. 1 (avec ajout)
	10r Il y a deux especes de feu	De Caus, modifié.
	10r Et quand au feu materielle, yl y a plusieur opinion de diuers hoteur… Promethée…	Hanzelet, 1620, Livre 4, page 1
	10v-13r : -	
	13v : Blanche	

Carnet C3 : 14 – 29 , 16 feuillets	14 : Blanche		
	14v : Quel sont les mathématique ?		
	15r : Quelle sont les sept are libero ?		La « grand-mère » (Ortega ?)
	15v-53v : Arismetique fort necessaire a tout personne tant artissant que autre		
	Sources : **Pierre de Savonne** avant 1585 ; **Jean Trenchant**, 1602 ; **Claude Flamand**, *la géométrie* 1597 ou 1611 ; **Niccolo Tartaglia**, *l'Arithmetique*, 1578 ou 1613.		
	Reprise de Savonne, sauf quand il parle d'écus.		
	15v-18v	Extraits de **Savonne** (≥ 1ère éd 1571, mais ≤ 1585, 4e éd. Google) ; car : texte = 9 chiffres + 0, alors qu'en 1585, dix chiffres. Mêmes exemples + intercalations.	
	18rv	Autre preuue par la soustraction	?
	19rv	Seconde partie […] pour soustraire par liures sols et deniers	Savonne 1571 p. 6r, mais pas les exemples de 19v
	20r	Table + méthode abrégée	Pas dans Savonne 1571 (abrégé comme chez Recorde, aussi chez Peltier, Launay) ; chez Trenchant (≠ pour les 10 sauf une erreur compatible) ; chez Trenchant 1602, même erreur intégralement. C'était avant chez de la Roche (car 0 venait après 9)
	20v	Table ou livret	Mis en page comme Savonne (1612 BSG, p. 31)
	21rv		Savonne 8v-9r, avec mêmes exemples (1er et 3e de S)
	22r	Quatrieme partie [] diuision	Savonne 9rv exemple seulement.
	22v	Autre manière de partir	?
	23r-25v	De la regle de trois	Début = Savonne p. 29, texte coupé + exemple pas de Savonne.
	26rv	Regle de compagnie	?
	27r-29r	Exemple[s] de la reigle de compagnie	?

	29v	Blanche	

Carnet C4 : 30 – 45, 16 feuillets	30	Blanche	
	31r	Des fractions	**Flamand** 1597, Second livre de géométrie, p. 54-57, Fractions geometriques, §1, 4, mix 6-1 (G prend ½ au lieu de 6/12)
		§1 (1 phrase) : Fractions cest a dire	**Flamand,** §1, 1re phrase, p. 54.
		§2 : « Les fractions aussi proviene… » « en infinité de pies comme dizaine, troisième,… »	**Flamand**, §4, p. 56-57, « les fractions proviennent… » « en infinités de pieces co[m]me en dizieme, troisiesme, … »
		§3 « Or il est a noter »	**Flamand**, en paraphrase.
		§4 « de ladition des parties… »	**Tartaglia**, 1613, f. 37v.
	41v-45v	De la regle de trois en fraction	

C5 : 46 – 61	46		
	48r	Pour extraire la racine quare	Flamand 1597, p. 97 [err 90] résumé à l'essentiel : racine de 488412, racine de 784, puis 161604, puis 4000000.
	54r-62v	Blanches	

C6 : 62 – 75		

63r-65r : Des genres et especes en geometri	
Source : **Focard**, 1546 « de la practique de l'échelle altimètre », p. 102 : 1555 avec ajout Bassentin (Nancy)	
Texte Gentillâtre	Texte Focard
Pas de ponctuation mais des alinéas	
mesure des plaine	mesure de la planure
solide, stable & bien fondé	solide, ferme, stable & bien fondé (solide & stable en 1555)
comme mesure qui diroit	comme mesure : comme qui diroit
celle qui setandent intervalle ou dimantion	celles qui s'estendent par trois intervalles ou dimensions
par mesures corporelles ou autre mesure quelque grandeur, est [63v] trouuer en icelle	par mesures corporelles. Oultre, mesurer quelque grandeur, est trouuer quantesfois se trouue en icelle quelque grande
ou la quantiesmes pars	ou la quantiesme ou les quantiesmes pars
Dans le paragraphe qui décrit les unités, il y a beaucoup moins de fautes (mais ça reprend dès les conversions)	
Vne toize contient six pieds de France	Vne toise contient six pieds
[64r] Par quoy voire si apres la figure du pied francois et de plusieur autre diuers pais	Par quoy t'ay icy mis la figure du pied
La figure du pied royalle francois est celle que lexellent [ratures] budee donna a glareanus luy assurant estre venu des ronmain augolois cõm plusieur autre chose de semblable mesure usent a paris (qui est la seconde athene pour le	Cest dicte figure, est celle que l'excellent Budee donna à Glareanus, luy asseurant estre venue des Romain, aux Gaulois cõme plusieurs autres choses. De semblable mesure usent à Paris (qui est la seconde Athenes pour le iourd'huy)

jourdhui) …		
64v	quinzieme chapitre chapitre de la geographie du docte glarean	quinziesme chapitre de la Geographie du docte Glarean
64v	Figure du pied roial qui se pli en quatre…	Focard p. 104
	Figure du demipied de Loraine…	?
65r	Diuersite de mesure de pied de plusieur contre et region. Reste le « car de pied d'Allemaigne » avec 16 pieds pour la toize ; d'abord écrit demi-pied, puis transforme en « car » avec rajout de « de » Le car de pied d'Itally a été rajouté à la fin.	**Flamand**, arpentage, 1611 planche au début : « pied de Montbeliard », « Pied du Comté de Bourgongne, appellé pied de Conté » « Pied de Sauoy… 10 » ou **Zacarie** ? **Specklin**, 1608, Kupfer Blatt n°3, p. 13 donne le demi-pied (en 6 portions) de « Bayern, Nurnberg, Wien » et autres

65v-77r : Premier Liure de geometri		
Sources : **Bovelles**, 1542, Paris, Colines ; 1608 Cavellat		
Sur tous les arts qui sont dits libéraux… : le poème se trouve avec l'illustration des trois instruments chez Bovelles/Fine 1542, 1547, etc., 1608 ; chez Bullant (Cavellat 1564, Dijon) ; la fin du poème (« n'oublie donc pas… ») est prise sur la page de titre annonçant Bovelles, de Noyon, (« Ami lecteur… », à la manière du prospectus/titre d'Ortega de Symon Vincent) dans l'édition de Simon de Colines, puis 1547 Regnaud et Claude Chaudière. N'est donc pas chez Bullant.		
Texte Gentillâtre		Texte Bovelles et al.
65v = Proème		
Tant doctes que [?]		Tant doctes que ruraulx (1542-7-1608))
Tous artisant et gens extudieux		Tous artisans et gens mercuriaulx
Et qui enten science si genereux		Et qui entend secrets si generaulx
Et le secret du scauoir geometrique		Et le prof[f]it du sçauoir geometrique
66r	Premier liure de geometri	Le titre semble très inspiré de Flamand (*contenant ce qui est le plus necessaire pour l'utilité de la vie humaine*)
66r	Définitions	Bovelles p. 5 (en short) : suit son plan, le principe de la numérotation, les illustrations.
Gentillâtre		Bovelles
Le point est une chose sans longeur et largeur et profondite et le premier de tout chose		Le poinct ressemble à l'unité en Arithmétique […] n'ayant en soy ne longueur, ne largeur, ne profundité (1542) / profondité (1608)
La ligne point est une chose longue sans largeur et sans profondite		La ligne est semblable & proportionnée au nombre de deux […] car elles (1608) est seulement longue, sans largeur et sans profundité /profondité
De la plaine autrement dit superficie Superficy ou plaine est a dire comme si lon voulloit mesurer une ter lon regardera la longeur et la largeur sans regarder la profondite sinon que chose plate		De la plaine, autrement dicte superfice la plaine, autrement dicte superfice ressemble par iuste proportion au nombre de trois […] Quand on mesure un champ de terre, on ne regarde que la longueur & largeur dudict champ sans considerer aucune profondite sinon que chose plate

66v	Du corps ; des differances du poinct	
Gentillâtre		Bovelles
Le corps se pren en geometry ayant trois dimension cestasçauoir longueur largeur et profondité et ressemble corps au nombre de quatre quar pour le moins fault quatre poincts pour clore & constituer vn corps com yl a pert en sept presente figure.		Le corps se prend en geometrie, non pour la substance du corps humain subiect & seruant à l'ame, mais pour toute mesure corporelle ayant trois dimensions, c'est à sçauoir longueur, largeur et profondité. Et ressemble le corps au nombre de quatre. Car pour le moins fault quatre poincts pour clorre & constituer vn corps : comme il appert au corps triangulaire ou Pyramidal ABCD […]
67r	Des especes de lignes ; des ligne	Bovelles, p. 6
Gentillâtre		Bovelles
Les lignes : G. improvise le texte et rajoute une ligne verticale la qualifiant de perpendiculaire ou orthogonelle		
Lignes droites : contraction importante du texte.		
Angles : paraphrase		
Angle droit/aigu/obtus : G détaille plus et continue dans les définitions ensuite, alors que B passe aux pb. À noter l'orthographe : « sept un angle qui… »		
67v	De la lignes obliques	

f°	Section	Source
68r sq	Premier liure de geometrie	Bovelles, 1542, Paris, Colines. La practique de geometrie d'Oronce, Forcadel, 1570 pour le plan (incl. Les titres) et les images ? À part l'inversion du puits et de la vallée.
Texte Gentillâtre		Texte Bovelles et al.
73r	Premier liure de geometrie. Des corps solide	

78r-106r : Second Liure de geometry pour former tous corps superficielle…		
Sources : **Charles de Bovelles**, 1547 et + ou 1608. [Bovelles 1542 ne contient pas la figure f94v haut ; en 1547 il précise que ça a été inventé cette année par son ami Achaire Barbel, f.36v] **Jean Bullant**, 1564 ou 1608 (identiques)		
78r	Comment se doit … angle droit	**Bovelles**, 1542, 1551, 7r ; 1608, 21
	Pour trouver le centre perdu d'un cercle	**Serlio** 11v et 12 ? 9 et 10 dans la version de Beaune.
78v	[Milieu] Ovales	**Serlio**/Martin, 1545 f° 20 r et v.
81r	Pour former les angle et de leur calite	
	L'angle de l'isopleure a langle du vray quarre est com trois a deux	**Bovelles**, 1542, 1551, 16r. 1608, 48
	Du quarre parfait (bad paraphrase)	Bovelles, 1542, 16. 1608, 49
	Du panthagone irregulier (erreurs) *L'angle espesialle…*	Bovelles, 1542, 20. 1608, 61
	L'angle espesialle de l'exagone…	Bovelles, 1542, 24v (pas especialle). 1608, 79
81v	L'epthagone	Bovelles, 1542, 26v. 1608, 85.
	Les autres : prolongement par analogie ?	? Peut venir aussi de Cataneo, p. 18-19
82r	La manière former les corps geometric abregement	

82r	Penthagone egredient	Bovelles, 1542, 21v (mêmes notations ; même texte)
	exagone egredient	Bovelles, 1542, 25 (id texte)
	epthagone egredient	Bovelles, 1542, 27v
84r		
84r	[Bas, ajout] octogone	**Serlio**/Martin, 1545, f° 19r
85r : Pour entrecouper les triangles de trauer par autre manière…		
85r		
85v	Autre manière…	
86r : De la reduction des superfici en vray quarre [et réciproque]		
86r	Pour reduire un parallelogramme longuet	?
	Autre manière	**Bullant**, 1608, p. 5
	Et pour preuue…	Bullant 1608, p. 6 mal paraphrasé.
	Autre manière… Les alemans…	**Bovelles**, 1542, 17v ; 1608, 53
86v	Autre manière… vray quarre	**?**
87r	Pour reduire un triangle ysopleure et equilaterralle	**Bullant**, 1608, p.7 (mme titre)
	… orthogone…	Bullant, 1608, p. 8 (idem)
	… escalene…	Bullant, 1608, p. 9 (idem)
	… rhomboïde ou lozange…	Bullant, 1608, p. 9 (idem, mais rhombe)
	Autre manière… ysopleure… vray quarre	**Dürer**, 1525 Fiiij-1605, p. 68, fig. 28
87v	Autre maniere…	
	Autre manière… tous triangle…	
88r		Bullant p 11 ?
91r	[Moyenne proportionnelle]	Haut : identique à Dürer 1538, fig. 51.
92r : De la reduction des superfici circulaire a la superfici quarre… [quadratures du cercle]		
92r	Figure haut	?
	2 figure milieu	Possib. Bovelles 1608, p. 36
	Figure bas	Bullant, avec titre, p. 21-22.
92v	[5 figures]	Bullant avec titres ≈, dans l'ordre p. 20, 23, 19 (vertical), 17, 16.
93r		
93v		
94r	[Rectifications du cercle]	Bovelles, 1542, 33-34, puis 35 (≈) et 35v. 1608, 107 à 115.
94v	Suite : 2 figures en haut	Bovelles,
	Suite : 4 figures abrégées en bas	Bullant, 1608, p. 12 à 15 (enfilade)
95r		
96r	Pythagore 3 figures.	Haut : Bovelles, 1608 (avec texte et figure incorrecte) p. 50 ; Milieu : ? Bas : ?
98r	En toute figure d'encicline… [cercles]	Bovelles, 1608 p. 37-39 avec texte ≈.
	[ysopleure + carré]	Bovelles, 1608, p. 42 et mix possible avec p. 140 pour le carré.
98v	[Division ysopleure par les carrés]	Bovelles, p. 43 (mme termes)
99rv	[Proportion sphère/rayon etc.]	Bovelles, 1608, p. 138-141, mais G s'évertue à écrire « encicline » ; texte exact 99v.

100r-102r		Suit exactement le plan de Dürer, fig 44 à 50, D1v à D4v.
104	Cubication de la sphere	Bullant, 1608, p. 24 (figure haut)
105		Flamand, 1597, L5, 186-193

110r-144r : Troisieme liure de geometry de la mesure des superficiplaine et de l'art et pratic darpenter arttres necessaire a tout republic com laboureur et autre gens menager		
Sources : **Claude Flamand**, 1597, Geometrie L6, p. 146 sq. Ou **Zacarie**, 1618, qui lui ressemble beaucoup **Salomon de Caus**, 1615, **Forcadel/Oronce**, 1570, ou 1585 (c'est quasi les mêmes, en tout cas pour les figures)		
110r - 111r	Troisieme liure de geometry de la mesure des superficiplaine et de l'art et pratic darpenter arttres necessaire a tout republic com laboureur et autre gens menager	**Flamand** 1597, Geometrie L4, de l'art et pratique d'arpenter, p. 146 sq («parce que l'arp[ent]age est tresutile & necessaire a toutes republiques, mesme aux laboureurs & gens menagers ») Premier § **différent en 1611**. Copie quasi identique, dégénérant en fin de p. 111r.
111v-115v		
122v	ça ressemble beaucoup à Flamand.	**Flamand** 1597, Geometrie L4, de l'art et pratique d'arpenter, p. 166 et la Guide des Fortifications p ; 120.
123r	Triangle rectangle isocèle	**Forcadel**, 1570, p. 25 et le texte mixé et adapté.
123v	Triangle rectangle scalène	**Forcadel**, 1570, p. 25-26, avec texte mixé et seulement la dernière partie pour 100 – 64, puis la partie d'avant pour 100- 36
	Triangle 5-12-13	Texte plus poussé que chez Forcadel.
133r	Secteur de cercle	Forcadel, 1570, Même figure dans Taillefer/Chauvet, 1627, f 24v.
133v	[Bas : section de cercle + texte] Visiblement rajouté.	Boissière 1554, p. 50v-51r **Boissière**/Tremblay 1561, p. 48-49
141v	Comme sont mesure les triangle	**Flamand**, 1597, Geom L2, p. 136 (err)
142v	Pour auoir le quar du triangle	Flamand 1597, Geometrie L3, p. 137 (mal paginée)
143v	Pour departir les triangle	Flamand 1597, Geometrie L3, p. 139 (mal paginée)

146r-162v : Quatrieme Liure de geometri de la mesure des corps solide...		
Sources : **Forcadel/Fine**, *La practique de la geometrie d'Oronce*, Paris, Gilles Gourbin, 1570 (1586) pour le plan général (cf. Bartoli, mais à vérifier en français) avec inclusions		
148		
149v	Comment se peut faire un vesseau	Bovelles, 1608, p. 153
150r	Comme sont mesure les piramide	Flamand, 1597, Geometrie, L5, p. 174-5-6 (quasi textuellement)
151v	Pour mesurer un piramide isopleurir	Flamand, 1597, L5, 178.
152v	Comme sont mesure les corps romboide	Flamand, 1597, L5, 182.
	Soit encore mesure	Flamand, 1597, L5, 183.
153r	Comme sont mesure les globe ou sphere et les partie d'icelle	Forcadel, p. 57
153v	Autre manière pour mesurer le globe	
154r	Suite	

154v	Blanche	
155r	Pour mesure les corps regulier	Forcadel, p. 59 sq
	Octaedre	59v
	Dodecaedre	60
155v	Icosaedre	Forcadel, 1570 p. 60v, mais une erreur dans la cotation (561 au lieu de 591) que G ne fait pas. Txt issu de F1570 p. 60v
161r	Des progressions arithmetique	Forts liens avec Jean Abraham 1617, p. 127 (Google) NB : Abraham dit Launay a copié la fin de son livre sur Bullant.
161v	Des progressions geometrique	
162r		

163r – 196r : Cinquieme Liure de geometri des proportion des force mouuante...		
Sources : **Claude Flamand**, 1597, Geometrie L6, p. 205 sq. **Salomon de Caus**, 1615,		
163	Forces mouvantes	Flamand, 1597, Geometrie L6, p. 205 sq.
171	Si un pignon fait 8 tours	Caus, 1615, p. 7r, théorème 15.
171v	Par la multiplication de la force	Caus, 1615, p. 7v et planche p. 8
172v	De la force du pignon à vis	Caus, 1615, p. 8v, théorème 17.
173	La force de la presse à vis	Caus, 1615, p. 8v, théorème 18.

175r-196r : VI liure de geometri de la mesure des lignes droit.		
Sources : **Pierre Forcadel**, *La practique de geometrie d'Oronce*, Paris, Gourbin, 1570 (1585) : le plan de la partie (avec les titres) À part l'inversion du puits et de la vallée, mais on le retrouve chez Cosimo Bartoli et Merliers. Voir l'édition de 1586. **Jean Errard**, *La geometrie et practique generalle d'icelle*, Paris, Le Clerc, 1594 (2e 1602, 3e DHPEM 1619, 1621) **Jean Errard**, *La fortification reduicte en art et demonstree*, Paris, pas 1600, 1604, 1620 (+) **Abel Foullon**, *Vsaige et description de l'Holometre*, Paris 1555 (+ en italien, Venise, 1564 ; + en latin, Bâle, 1577) **Jacques Besson**, *Le cosmolabe ou Instrument universel*…, Paris, de Rouille, 1567,		
Par rapport à Forcadel/Oronce 1570 : Les figures sont dans le même sens et avec la même esthétique (en ajoutant des façades aux tours), pas comme l'esthétique de la Prothomathesis de 1532 (où certaines figures sont dans l'autre sens, comme par exemple la mesure d'une tour à partir d'une plus petite en 181 ou la quadruple station en 182). Les noms de points sont identiques, sauf s'il n'y en a pas (stations p. 182). Les instruments ont des aiguilles plutôt que des pinnules, mais le texte fait référence aux pinnules. Des valeurs numériques sont sur les figures, pas chez Oronce 1570. [NB : Les aiguilles se trouvent aussi chez Boulenger 1623.] Les titres sont souvent les mêmes. Le texte suit un schéma équivalent avec variations : on plante le carré sur un bâton, ... Il y a soit de l'imagination de Gentillâtre soit un autre texte source. La vallée est avant le puits		
175r	« sans sujest daritmethique »	Chez Danfrie Trigometre titre avec « sans subjection d'Arithmetique »
175v	La figure et composition du quare geometric pour mesurer les ligne droict	Forcadel, 2v, mais avec des pinnules en aiguille, pas des pertuis. Titre = mix des deux d'Oronce. Le

		quadrant : 5v
176r	Comme sont mesure les ligne droict estandu en une superficie plane etc.	Titre = Oronce p. 3. La méthode revient au même, mais est un peu différente (carré non colloqué sur la ligne à mesurer) à voir
176v		
183v	Comme sont mesure les ligne droict estandu sur une superfici plane etc.	**Errard**, Géométrie
185v	VI liure	
186	[Bas]	Dürer fig 19 ?
187v	VI liure : Instrument nomme holometre etc. Cest Instrument est fort subtille etc.	**Foullon**, 1555 : Txt = Paraphrase du texte du frontispice.
187v	Boussole	Foullon, 7r, mal paginée
188r	Recteur et règles	Foullon, 6v, 7r, 8r (planche) mal paginées
188v	Linstrument asemble de tout ses pies	Foullon, 9r
189r	Comme se peut prandre tout hoteur…	Foullon, vers p. 30 (planche non paginée)
189v	Pour mesurer une longeur…	Foullon, 9r (et al.)
190r	Pour prandre tout distance…	Foullon, 14r (et al.)
190v à 192r : ?		
192v	Convoi avec chevaux + plan	**Besson**, Le cosmolabe, 1567, planche p.226 + schéma inspiré de sa p. 229 ?
193r	Planche présentant le graphomètre (isolée)	**Errard**, *La Fortification*. 1604 p. 25. Manque le récipiangle
193v	La boussole (isolée)	**Philibert de L'Orme**, L'*Architecture*, 1626, p. 43 Et en 1567, p. 43v. (et Chez Boillot 1598, p. 49 E4 à l'envers)

208r-212r : [Septieme liure ?] De la fabrique des forteresses		
Sources : **Du Praissac**, *Les Discours militaires du Sieur du Praissac*, Paris, Vve Guillemot & Samuel Thiboust, 1623. Ch. IV « De la fabrique des forteresses », p. 40 sq. 1614/15, p.32 (priviliège de 1614 ; eds 1614, 1622, 1623, trad. hollandaise 1623, 1635, allemande 1635, anglaise 1639) En 1623, le dessin du bas du f° 210r n'est pas pareil (ouvrage à corne donc qui s'évase, alors que le premier est droit), donc Gentillâtre utilise la première édition (1614, 1615 ou 1617)		
208r	Avant que de fortifier une place…	
209r	Des regles de la fortification	Du Praissac, p. 43 sq « Reigles de la fortification ».
210v	La manière de fortifier les places selon les francois…	Du Praissac, « De la fabrique des forteresses », p. 40 sq.
211v	Fortification hollandoise	Remix par G.
212r	Hollandaise + vénitienne	Remix par G. (figures : deux sur une même)
213r		Au centre forme de Alghisi (comme dans Coeulre)
213v		

218v-229r : [Septieme liure ?] Des mines (= de l'attaque + de l'artillerie)
Jean Appier dit Hanzelet, *Recueil de plusieurs machines*, Pont-à-Mousson, 1620 **Aurélio de Pasino**, *Discours sur plusieurs points de l'architecture de guerre*, Anvers, 1579. **Samuel Marolois**, Les fortifications, 1616, Girard 1627 **Daniel Specklin**, *Architectura von Festungen*, 1589, 1599, 1608

Jerosme Cataneo, *Le Capitaine*, Lyon, Jean de Tournes (trad.) 1574, 1593, 1600, (pas les figures de l'édition italienne) **Girolamo Maggi & Giacomo Castriotto**, *Della Fortificatione delle citta* Libri III, Venise, 1584		
214vr	[Septieme liure ?] Des mines	
Gentillâtre		Sources
218v	[mine, légendée « voie de la mine », avec ajout des bombes à la façon de Marolois + texte]	Figure : Hanzelet, recueil, 1620, p 62. Texte = Paraphrase de celui de Hanzelet.
219r	[Haut] Comme yl faut bien fortifier de terre + illustration	
219r	[Bas : Profil avec mine]	Le profil vient de Marolois, planche 18, fig. 87 La mine de Marolois, pl. 34 fig. 151.
219v	[Tir artillerie défense]	Specklin, 1589 Livre 2, Chap 1 Planche 2, ff 72/73, figure F. 1599 Livre 2 , Planche 13, ff 72-73 fig. F aussi. 1608 pareil, mais la planche est coupée en 2 parties séparées.
219v	[Canon avec équerre de canonier]	?
220r	Sans titre	**Specklin**, 1589 Planche 1, ff 72/73, figure A
220r	Profille de la mine	1589 Planche 1, ff 72/73, figure B
220r	Plan de la mine du bastion	1589 Planche 1, ff 72/73, figure C
220r	com la mine saulte et fait son effaict	1589 Planche 1, ff 72/73, figure D
La planche 1 de Specklin est reproduite avec ses cadres, la dernière partie au dos.		
221r		**Marolois**, Planche 36, fig.156 (seule)
221v	Haut	Marolois, Planche 33, fig. 145
221v	Bas	Marolois, Planche 38, fig. 159
222r	Haut gauche (profil)	**Cataneo**, planche p. 86-87
222r	Haut droite (profils avec boulets)	**Specklin**, bois, liv I, 11v.
222r	Centre sup A	**Pasino,** planche p. 27, avec titre et txt p. 27
222r	Centre inf B	Pasino, Planche p. 28, avec txt p. 28
222r	Bas : bonne manier de batery	**Marolois**, pl. 34, fig. 149
222v	[haut : Tir artillerie attaque] Texte ?	**Pasino**, Planche p. 63, citation Alghisi p. 62.
222v	[milieu : trajectoires un canon] Texte ?	Pasino, bois p. 31
222v	[bas : trois canons sur un angle]	Pasino, bois p. 34
223r	[haut : profil]	Pasino, bois p. 68, mais sans les valeurs
223r	[milieu : arches 1 et 2]	Pasino, bois p. 71, sans cotes
223v	Mannheim plan et profil	**?**
224r	Instruction pour fonder selon les diuers lieu sec	**Cataneo**, les trois figures A, B, C, avec les textes (sauf titres) remaniés p. 40-51.
224r	Bas : « travaison »de bois, fig. D	?
224v	Haut gauche, haut droite	**Specklin**, Kupferblatt non numérotée (entre 8 et 9) p. 33, fig. L et fig. K
	Milieu et bas gauche	**Cataneo**, p. 78-79 (milieu) 82-83 (bas)
	Milieu et bas droite	Cataneo, p. 58-59 avec même légende ; 66-67
	Bas droite : tallu dans leau, hors leau	?
225r		**Marolois**, Planche 24 pour la maçonnerie, planche 23 fig. 111 pour les profils.
225v	Texte Des fondations en lieu mauuais	Paraphrase Marolois, p. 36 (avec coupes)
	Figures	Marolois, Extrait planche 2^{e} 17 (A et B).

226r	Texte	Marolois, p. 37 paraphrasé
226v	Haut : forteresse composée de 7 bastions	Marolois, planche 15, fig. 78
	Bas : tunnels	Marolois, planche 34, fig. 150, 152, 153.
227r	Haut :	possib. **Specklin**, Kupferblatt 9, p. 39
	Bas (mentionne la *toise de loraine*)	**?**
227v	Haut : demi-Octogone détaillé	**Specklin**, Kupferblatt 7, p. 27
	Bas : Citadelle de 5 bastions sur ville de 9 bastions, *dalber durer aleman*	Specklin, Kupferblatt 6, p. 25
228r	Milieu : murailles courbées	**Maggi & Castriotto**, Lib II, p. 57
228r	Bas : portes et canons	**Maggi & Castriotto**, Lib I, p. 16
228v	5 profils et canonnades	**Pasino**, Planches p. 96/97, fig. 1 à 5, légendes ≈ identiques
229r	5 idem	Pasino, pp suivantes mais avec élimination de l'angle obtus fig. 8 et de la courtine ronde fig.12.

238r-268v : Septieme Liure de la demonstration de larchitecture des fortifications…		
Source : **Jean Errard**, *la Fortification*, Détermination de l'édition d'Errard utilisée : Pas 1600, car l'axiome 2 : « Lart de fortifier les places… » et pas « la science de construire… » Pas une édition allemande car les planches sont copiées dans le sens français (esp. entrée du havre) 1604, ça paraît incontestable (un seul canon). **Samuel Marolois**, *La Fortification*, 1615, 1627 (pas 1628), latin 1633		
238r		Errard,
268v	Septieme liure de la fortification…	Marolois, *La Fortification*, 1616 ou 1627
La page de G. est une contraction des planches 31 et 32 de Marolois (instruments sur le terrain) sans la brouette vue de dessus.		
Les esthétiques sont très différentes chez Fritach 1635, planche M (mêmes thèmes et +) entre les pages 66 et 67 & dans Dögen 1648, mais les objets sont équivalents (avec pied de biche) planche T, entre les pages 428 et 429.		

278r-321r : Huitieme liure demonstrantes plusieur machine seruant a lart militaire tant pour asallir que pour defandre		
Les passages de Hanzelet se trouvent chez Boillot 1598 (à l'envers…) et presque tout le reste.		
284r	Pour empescher le petard	
293r	De l'usage et fabrique du petard	
293v		Du Praissac, 1623, p. 64
294r		Du Praissac, 1623, p. 66
295v		Du Praissac, 1623, p. 67
309r	Deux échelles sans texte	Hanzelet 1620 L1, p. 74 et p. 75
309v	Deux échelles avec textes	Hanzelet 1620 L1, p. 68 conforme et p. 76, mais à l'envers (question de place ?) le texte est différent.
311r	[Bas échelles]	Valturin, LX, 156r et 157, mais autrement.

312r	[Bas gauche]	Valturin p. 149r hommes en plus, tour en moins
312v	[Bas droite catapulte]	Valturin, LX, 143r
313r	[Haut droite]	Valturin LX p. 152r
313v	[Haut, milieu]	Valturin, LX, 167r-168v
314v	Figures (plongeur, etc.)	**Vallo**, 1529, p. 46v (bouée) 47 (plongeur), avec légendes cohérentes **Besson**, le cosmolabe, 1567, 237 (cône à mesurer la profondeur de la mer)
315r	Canon échauguette équerre	
315v	Figures diverses	Hanzelet 1620 L2, p. 31, p. 33 (légende contradictoire), p.34 (légende paraphrasée), p. 50, p. 52.
316r	Autres figures	L1 p. 53, p. 61, p. 58, p. 57 (raccourcie en hauteur)
316v	Autres tours à canon	Hanzelet, L2 p.12, mais 6 rondins au sol Hanzelet, L1, p.48
317r	Machin pour conduire du canon devant une places	Hanzelet, L1, p. 43
317v	Pour arracher barreau et grille	Hanzelet, L1, p. 55
	Moulinet pour arracher les barreau de fer	Hanzelet L1, p. 60 (reproduit sans les hommes)
	[Levage canon]	Hanzelet, L3, p. 19 (sans les hommes)
	[Autre levage canon]	Hanzelet, L3, p. 121 (sans les hommes)
318r	Un moulin sur une cheret	Hanzelet, L3, p.23 légèrement modifié. Texte très inspiré même pour les *gauffres*.
319r	Machine pour rompre les murailles	Hanzelet, L1, p. 36, et le texte en est inspiré
319v	Autre moien de rompre les murailles	Hanzelet, L1, p. 37. Ça ressemble pas mal, mais à l'envers…
320r	Autre machine	Idem à l'endroit, L1, p. 39.

449r	Portails	**Errard**, Instruments, 1584, pl. 33 & 34
449v		Errard, Instruments, 1584, pl. 32
455v		**Serlio** (Martin) 1545, p. 13r-16v
456r		**Dürer**, 1605, p. 5 fig.7, p. 6 fig. 8 (avec un lien intelligent), p. 7 fig. 9, p.8 fig. 11, p. 17 fig. 18
456v		Dürer, (noté Maitre Pichote ?)
457r	Sans	Albrecht **Dürer**, *Underweysung der Messung*
45		
490v	Haut	Dürer, Underweysung, 1608; dernière planche (portillons, aussi en premier chez Wechel)
	Milieu	Errard, Instruments, planche 36 [le lion est remplacé par un hexagone]
	Bas droite	Perspective curieuse à la Nicéron (vérifier parce que c'est 1638)

Instrument pour former tout cercle et auvalle de tel condition quel soit en ligne donnee		Dürer, f°D1r : l'instrument (fig. 39)
		Dürer, f°C6nsr : Ein Muschellini (fig. 38)
494r	Figure de diuers instruments à ietter les feux d'artifice	Du Praissac, 1622, planche p. 168 (ou 1623, p. 176)

f°	Section	Source
509r	Horloges, cadrans, astronomie	
509r		
509v		Errard, 1584, planche 35

533v à 549r : vierges

f°	Section	Source
549v	Machines	
509v		Errard, 1584, planche 35, avec commentaire intégral + ajout.
510v		Semblable à Bullant 1608, p. 126
511v	[Bas] Sphères	
533r	Sphère	De l'horologiographie de Bullant augmentée par Boissière, Denise Cavellat 1608, p. 5
553v		Besson, *Le Cosmolabe*, 1567, planche « figure du tripaston », p. 233 + bois p. 248
554r	Haut	Besson, *Théatre* 1578, planche 54 et sa légende
554r	Bas	Errard, 1584, planche 7 et légende
554v	Haut	Besson, *Théatre* 1578, planche 56 et sa légende
554v	Bas	Besson, *Théatre* 1578, planche 55 et sa légende
555r	Haut	
555r	Bas	
555v	Haut	
555v	Bas	
556r	Haut	
556r	Bas	Besson, *Théatre* 1578, planche 53 et sa légende
556v	Haut	Besson, *Théatre* 1578, planche 38 et sa légende
556v	Bas	Besson, *Théatre* 1578, planche 37 et sa légende
557r	Haut	Besson, *Théatre* 1578, planche 36 et sa légende (décor modifié)
557r	Bas	Besson, *Théatre* 1578, planche 46 et sa légende
557v	Haut	Besson, *Théatre* 1578, planche 22 et sa légende
557v	Bas	Besson, *Théatre* 1578, planche 23 et sa légende

559r	Haut	Besson, *Théatre* 1578, planche 24 et sa légende
559r	Bas	Besson, *Théatre* 1578, planche 20 et sa légende
562r	Haut	Besson, *Théatre* 1578, planche 35 et sa légende (sans les personnages)
562r	Bas	Besson, *Théatre* 1578, planche 39 et sa légende (sans les personnages)
562v	Gauche	Besson, *Théatre* 1578, planche 33 sans légende (suppression du personnage au premier plan)
562v	Droite	Besson, *Théatre* 1578, planche 21 sans légende
563r	Droite	Besson, *Théatre* 1578, planche 34 et sa légende
563v	Haut	Besson, *Théatre* 1578, planche 59 et sa légende
563v	Bas	Besson, *Théatre* 1578, planche 10 et sa légende
569v	Bas	Besson, *Théatre* 1578, planche 28 et sa légende (sans le personnage)
570r		Besson, *Théatre* 1578, planche 26 et sa légende, (sans les personnages)
577r	Haut Gauche	
577r	Haut Droite	Agricola, *De Re metallica*, 1556, p. 184
577r	Bas	
577v	Haut Gauche	Besson, *Théatre* 1578, planche 47 sans légende
577v	Haut Droite	Besson, *Théatre* 1578, planche 49 sans légende
577v	Bas Gauche	Besson, *Théatre* 1578, planche 44 sans légende
577v	Bas Droite	Besson, *Théatre* 1578, planche 43 sans légende (sans le personnage)
581v	Haut	Errard, 1584, planche 24
581v	Milieu : Pompe et soufflet	Vallo, 1529, 28v.
582		Errard 1584, planches 25 et 26
584r	[Haut, droite]	Errard, 1584, planche 27

ANNEXE 3.2 : COMPARAISON DES DIFFÉRENTS MANUSCRITS DU *TRAICTÉ DE FORTIFICATION* DE ROBERVAL. COMPARAISON DE LA PARTIE DE GÉOMÉTRIE AVEC LE MANUSCRIT ACS 25.

I. Sources utilisées

AcS : Dossier Roberval, chemise 38, Archives de l'Académie des Sciences, Paris. *Exercices de géométrie pour les fortifications*, 19 cahiers, XVII^{e} siècle.

B1 : Ms fr. 25305, Bibliothèque nationale de France. *Traité de géométrie*. XVII^{e} siècle. Papier.132 feuillets. 210 × 165 mm. Reliure parchemin.

B2 : Ms fr. 658, Bibliothèque nationale de France. *Traité de topographie appliquée à la fortification*. XVII^{e} siècle. Papier.

BSG : Ms 1060, Bibliothèque Sainte Geneviève. *Recueil.* XVII^{e} siècle, français. Papier. 133 feuillets. Dessins à la plume. 353 × 230 mm. Provenance : « Ex libris S. Genovefae Paris., 1753 »

R : Bibliothèque Villon, Rouen, Ms I 17. *Traité de Trigonométrie et de Fortification*. XVII^{e} siècle, français. Papier. 114 feuillets. 335 × 225 mm.

Références Bibliographiques :

Costabel, Pierre, « Gilles Personne de Roberval », *in* Costabel, Pierre, Martinet, Monette, *Quelques savants et amateurs de science au XVIIe siècle*, Paris, Société française d'histoire des sciences et des techniques, 1986 (Cahiers d'histoire et de philosophie des sciences, 14).

II. Sommaire complet du *Traicté des fortifications*

	AcS	B1	B2	R	BSG
Trois tables imprimées : « A Paris, 1645, Pour l'Autheur ». Dédicace au Duc de Buckingham.	-	-	-	1	Fin
Ichnographie de lhexagone (*planche imprimée, sauf dans BSG*)	-	-	97	2 & 109	63 (ms)
Definitions	1/1	1	1	4	1
Maximes pour toute la geometrie [*nous paraphrasons*] *1. La division de l'angle de 360° en parties égales (la division des nombres complexes) ou inégales. « Si alentour d'un mesme poinct… », et donc angle au centre d'un polygone Exemple + inutilité des fractions de minutes.* *2. Deux angles supplémentaires ont une somme de 180°. D'où le calcul de l'un quand on connaît l'autre.* *3. Mesure des angles droits de 90°. Angles aigus susceptibles de diminution, obtus susceptibles d'augmentation, en restant du même type, alors que l'angle droit ne peut pas changer.* *4. Somme des angles d'un triangle.* *5. Application à la recherche des angles de toute figure rectiligne même irrégulière, même avec angles rentrants. Longs exemples.* *6. Dans un triangle, les angles opposés à deux côtés égaux sont égaux.* *7. Propriétés des angles quand une ligne oblique coupe deux parallèles.* *8. Quand une ligne droicte venant d'un poinct rencontre obliquement une autre ligne droicte, faisant un Angle Obtus d'une part, un Aigu de l'autre, si du mesme poinct on mene sur la mesme ligne une perpendiculaire, elle tombera de la part de l'Angle Aigu.* *9. Propriétés du parallélogramme, (côtés et angles opposés égaux + la diagonale coupe en deux triangles égaux)* *10. Théorème de Pythagore exprimé en termes de carrés construits sur les côtés d'un triangle rectangle.* *11. Théorème de l'angle inscrit, + cas où on ne prend pas le diamètre.*	1/11	5	6	8	5
Quelles opérations du Compas & de la règle Il faut sçavoir.	3/4	12	14	14	12
L'usage du Compas de Proportion	3/6	12v	16	15	13
Les opperations plus utiles de l'instrument. Premiere : Ouvrir l'Instrument de tant de degrez qu'on voudra.	3/8	13v	17	16	14
Seconde : L'Instrument estant ouvert, connoistre les degrez de son ouverture.	3/9	14	17v	16	14v

Troisiesme : Couper une ligne droite proposée en tant de parties esgales qu'on voudra.	3/10	14v	17v	16v	14v
Quatriesme : Plusieurs lignes estant proposees sur le papier, et la valeur d'une estant donnée ; connoistre la valeur des autres.	4/1	16	19	17v	16
Cinquiesme : Une ligne droicte estant estant proposee sur le papier, et sa valeur estant connuë, y adjouster ou en oster tant de mesures qu'on voudra.	4/3	17	20	18v	16v
Sixiesme : D'une circonference de Cercle ou d'un arc proposé, le centre estant donné, couper tel nombre de degrez qu'on voudra.	4/4	17v	20	18v	17
Septiesme : Un arc de Cercle estant proposé, et son centre ; mesurer combien cet arc contient de degrez.	4/6	18v	21v		18
Huictiesme : Dans un cercle donné, d'escrire tel Polygone ou figure reguliere qu'on voudra.	4/7	19v	22		18v
Neufiesme : Sur un costé donné d'escrire un Polygone ou figure reguliere telle qu'on voudra.	4/8	20	22v		19
Dixiesme : Estant proposé un Angle rectiligne, soit en campagne ou sur le papier ; mesurer combien il contient de degrez.	4/9	20v	23		20v
Unziesme : Sur une ligne droite donnée et a un poinct assigné en icelle, faire un angle rectiligne de tant de degrez qu'on voudra.	4/11	22	24v		22
Douziesme : Diviser un Angle rectiligne proposé en tant de parties esgales qu'on voudra.	5/1	22v	25		22v
Treiziesme : Sur une ligne donnée, et à un poinct assigné en icelle, eslever une perpendiculaire.	5/2	23	25v		23
Quatorziesme : A une ligne droite donnée mener une autre ligne droite parallele distante d'icelle d'une distance donnée.	5/2	23	25v		23
Quinziesme : D'un poinct donné hors une ligne droite donnée abbaisser une perpendiculaire sur icelle.	5/3	23v	26		23v
Seizesmes : Par un poinct donné hors d'une ligne droite, mener une autre ligne droite parallele a icelle.	5/3	23v	26		23v
Dixseptiesme : Ayant connus deux angles d'un triangle et un costé ; calculer l'autre angle, et les deux autres costez.	5/4	24v	26v		24
Dixhuitiesme : Les trois costez d'un triangle estant connus, calculer les trois Angles.	5/6	26	28		25v
Dixneufiesme : Deux costez d'un triangles estans connus, avec l'angle compris par iceux, calculer le troisiesme costé, et en suite les 2 autres Angles.	5/8	27	29		26v
Vingtiesme : Deux costez d'un triangle estans connus, et l'angle opposé à l'un d'iceux ; calculer le troisiesme costé et les deux autres Angles	5/10	28	30		27
Usage des sinus, tangentes & secantes. Pour la trigonometrie ou Calcul des Triangles Rectilignes.	6/1		32	30	30

Application des Sinus, Tangentes & Secantes aux Triangles	6/3		33	31	31
Le calcul des triangles. Des triangles rectangles	6/5		34-v	32	32
Premier cas de la premiere Regle : Estans connus les Angles d'un Triangle rectangle et l'hypotenuse ; calculer les deux autres costez.	6/6		34v	32v	32v
Second cas de la premiere Regle : Estans connus les trois Angles d'un Triangle rectangle et un autre costé que l'hypotenuse ; calculer l'hypotenuse et l'autre costé.	6/9		36	34	33v
Seconde Regle : Ayant connu l'Angle droit d'un Triangle rectangle et deux des costez ; calculer les deux autres Angles aigus et le costé restant.	6/10		36v	34v	34v
[Le calcul des triangles] Calcul des Triangles obliques	6/13		38	35v	35v
Premiere Regle : Les trois angles d'un Triangle estants connus et un costé ; calculer les deux autres costez.	6/13		38	36	36
Seconde Regle : Deux costez d'un Triangle estans connus et l'angle compris par iceux ; calculer les deux autres angles et le troisiesme costé.	6/16		39v	37	37
Troisiesme Regle : Les trois costez d'un Triangle estans connus ; calculer les trois Angles.	6/18		40v	38	38
De l'usage du graphometre	7/1	32v	42	40	41
Premiere operation : Mesurer un angle proposé sur la campagne Seconde : faire sur la campagne un angle de tant de degrez qu'on voudra	7/2	33	42v	40v	41v
De l'usage de la boussole	7/5	33v	44	42	43
Les operations Premiere operation : Trouver les parties du monde avec la boussole Seconde operation : Examiner si une ligne proposée decline des quatre principales parties du monde et de combien. Troisiesme operation : Mesurer un angle proposé sur le papier ou sur la campagne. Quatriesme operation : Faire un angle de tant de degrez qu'on voudra sur une ligne droite donnée et à un poinct assigné en icelle.	7/7	35	45	43	44
La mesure des distances accessibles et inaccessibles	8/1	39	50	?	48
Prendre le plan des places	9/1	46	54	?	52
entierement accessible tant dedans que dehors	9/2	47	54v	?	52v
accessible en deux ou plusieurs endroictz	9/4	48	55v	?	54v
Troiziesme moyen : prendre le plan d'une place inaccessible, en tournant a l'entour d'icelle	9/11	52	59	54	57v
Quatriesme moyen : Orienter la carte	9/12	53	60	54v	58v
Traicté des fortifications Regulieres et Irregulieres. Qu'est-ce que fortifier une place ? Fortifier une place est la bastir et munir de sorte qu'un petit nombre d'estenans puisse la deffendre et	10/3	55v	62	56	61

garder contre un beaucoup plus grand nombre d'assaillans […] Et d'autant que la deffence et en suitte la science de fortifier doit estre proportionnée de sorte qu'elle puisse resister a l'attaque ; on doit considerer quels sont les moyens les plus puissants dont on se sert pour assaillir. [*Discours sur les canons, leur calibre, leur pesanteur et leur portée ; les armes portatives.*]					
Definitions des parties d'une fortification, ou l'explication des noms de ces parties	10/8	58v	64v	58	64
	10/9	59	65	58v	64v
Des angles de l'Ichnographie Des parties de l'orthographie	10/9	59v	65	58v	65
Divisions de ce Traicté des fortifications	11/2	62	68	60v	67v
Premier Traicté de la fortification des places Regulieres	11/2	62v	68	60v	67v
Premiere partie De la proportion qu'il faut garder entre les parties de l'Orthographie	11/3	62v	68	61	68
Seconde partie de la fortification des places Regulieres De la grandeur des Angles	11/10	67v	72	64	71v
Premiere regle. Pour trouver l'angle flanqué et l'angle diminué, suivant les Italiens et Errard.	11/12	69	73	65	72v
Seconde regle. […] suivant les Hollandois	12/1	69v	73v	65v	73
Troisieme regle. […] suivant les françois	12/3	70v	74v	66v	74
Regle generale pour trouver la valeur des autres angles	12/4	71v	75	67	74v
Troisiesme partie de la Fortification reguliere De la longueur des lignes ou costez de la place.	12/5	72	75v	?	75
Premier moyen de calculer une fortification. Par une seule ligne cognue	12/9	75	78	?	77
A flanc fichant	12/12	76v	79	70v	78
Le second moyen de calculer une fortification. Par deux lignes conneuës	13/4	79v	81	72	80
Troisieme moyen de calculer une fortification. Par trois lignes conneuës	13/6	80v	82	72v	81
Quatriesme et derniere partie de la Fortification reguliere Le moyen de representer les fortifications en figure ou les bastir en effect sur la campaigne	13/7	81v	83	?	81v
Pour representer une fortification reguliere en figure sur le papier	13/8	82v	83v	?	82
Pour tracer une fortification reguliere sur la campaigne	13/11	84v	85	?	83v
Premier moyen commenceant par le centre	13/12	85	85v	?	84
Second moyen commenceant par le costé exterieur	14/3	86v	87	?	85
Troisiesme moyen commenceant par le costé interieur	14/5	88	88	?	86
Tracer les Ramparts, fossez et autres parties de la fortification	14/6	89	88v	79	87
De la Construction des Ravelins ou Demylunes (Dessin p. 90 dans BsG)	14/12	92v	92	82	91

Des pieces à cornes (Dessin p. 90 dans BSG)	15/2	94	93	?	92
Des pieces à cornes entées et couronnées (Dessin p. 93 dans BSG. Fol 96 et 97 blancs dans BSG)	15/5	96v	94	85	95
Des Fortifications Irregulieres	15/7	97v	96	86	98
Premiere partie de la fortification Irregulieres Du Dessein qu'il faudra prendre touchant l'enceinte et le nombre des Bastions	15/9	99	98	87	99
Seconde partie de la fortification des places irregulieres contenant les problesmes necessaires a la construction.	16/4	104	102	?	102v
Premier problesme. Sur un angle donné bastir en dehors un bastion tel qu'il se pourra ; a condition que les costez de l'angle fournissent les demy gorges et les courtinnes du mesme Bastion.	16/7	105v	103	?	103v
Second problesme. Sur un angle donné bastir un bastion en dehors a condition que de part et d'autre d'iceluy les bastions voisins ou l'un au moins soit en dedans ou en puissance seulement.	16/10	107v	104v	?	106v
Troisiesme problesme. Sur une longue ligne droicte donnée bastir un ou plusieurs bastions selon qu'elle en sera capable.	17/2	110	106v	?	109v
Premier cas : Sur une longue courtine bastir tant de bastions qu'elle en sera capable.	17/3	110v	106v	?	110
Second cas : Sur une ligne donnée, bastir un bastion en dehors entre 2 qui seront en dedans en puissance.	17/6	113v	108v	?	113
Troisiesme cas : Sur une longue ligne donnée bastir un bastion en dehors entre deux autres dont l'un soit en dedans, & l'autre en dehors.	17/9	115	109v	?	115
Quatriesme problesme. Sur un angle donné dont les costez sont inegaux, bastir un demy bastion qui soit en puissance d'un bastion entier.	17/11	116v	110v	?	117
Premier cas : Quand la ligne HB n'est pas moindre que HC	18/8	117v	111v	?	118
Second cas : [Quand la ligne HB est moindre que HC].	18/11	119v	113	?	120
Cinquiesme et dernier problesme : Sur un grand angle donné dont les costéz seront inegaux bastir un bastion de sorte que le plus grand costé recompense le moindre.	18/13	120v	114	?	123
De l'attaque des Places	19/1	126	117	104	125
De la circonvallation et des forts provisionnaires ou forts de campaigne.	19/2	126v	117v	104v	125v
Resteroit de parler des retranchementz, mais le discours et la lecture des livres, et surtout la pratique, en peut donner une parfaite connoissance qui n'est pas difficile d'acquerir veu qu'elle ne despend que du sens commun qui dict à un chacun comme il faut se retrancher partout suivant l'occasion et le lieu. [Fin]	19/12	132v	122	108v	131

III. Remarques sur l'écriture et l'iconographie

Ms BnF fr. 658 : beau volume in-folio de la bibliothèque de Philippe de Béthune. Reliure maroquin rouge avec dorures. Belle écriture bien mise en page. Petits dessins dans des marges étroites en géométrie ; page volante RV de brouillon de triangles p. 14 avant les opérations du compas [Le triangle « 105-53,8 » est p. 29, « 142,2-152,3 » est p. 28, « 75,45-67,23 » est p. 27, la parallèle p. 26, etc.].
La planche imprimée *Ichnographie de l'Exagone* est insérée (avec les points 5 6 7 8 orientés au Sud), entre les pp. 97 & 98.

Ms BnF fr 25305 : écriture assez peu soignée ; pas de mise en page particulière ; premiers dessins regroupés dans des planches (p. 30-31). Les triangles des opérations sont complétés de toutes les mesures trouvées ; cadres prêts pp. 44 et 45 mais planches pas dessinées ; 95 blanche. Pas de dessin en fortification, ni la planche *Ichnographie de l'Exagone*.

AcSciences 25 (géométrie) : voir plus loin.

AcSciences 38 (géométrie et fortification) : Cahiers séparés sans reliure. Écriture assez soignée, mais avec beaucoup de corrections. En 10-04 une erreur de recopie est corrigée de la même main (sans doute immédiatement). Corrections de plusieurs mains ou d'une même main à des âges différents.
Ce manuscrit ne comporte aucune figure.

Rouen, Ms I 17 : beau volume in-folio, bien écrit et mis en page. Pas de mention de propriétaire. Pas de figure, sauf la planche imprimée *Ichnographie de l'Exagone* annexée en fin de volume.

Ms BSG 1060 : Bel in-folio à la reliure de basane ordinaire, copié d'une écriture professionnelle. Figures dans les marges en géométrie. Feuilles détachées en fortification, de différentes dimensions, tracées à la main et face aux textes qui les concernent : pentagone, ouvrages à cornes...
La planche *Ichnographie de l'Exagone* est faite à la main.

IV. Sommaire du manuscrit AcS 25 (géométrie pratique de Roberval)

Dans la chemise de géométrie pratique « Roberval 25 » se trouve le texte dont est puisée la géométrie des fortifications, à quelques exceptions près.

C'est un texte de travail avec corrections et modifications d'une première main qui semble celle du rédacteur et d'autres corrections en vue d'édition (orthographes mises à jour pour opperation = operation, sollides = solides, etc.), sauts de paragraphes etc.

Le tout se présente sous la forme de 4 cahiers. Les feuillets sont divisés en deux colonnes verticales par une pliure centrale. La colonne de droite est réservée au texte et la colonne de gauche laissée vierge pour les figures (cahier 1, page 1, mention marginale : « Faut laisser blanc pour l'inscription du traitté »)

Nombreuses figures marginales, sauf pour les définitions.

Dans toute la suite, nous notons *n-m* la référence au Cahier *n*, page *m*.

1-1 : Le titre général est barré : *pratique de la Geometrie et arpentage*.

1-1 : L'introduction également : *En ce traicté nous enseignerons prem^t^ les deffinitions & les maximes necessaires ; ensuitte l'usage de quelques Instruments, puis nous viendrons à la pratique de mesurer toutes sortes de longueurs & distances ; quoy faict nous enseignerons le moyen d'arpenter toutes sortes de superficies auxquels nous joindrons et le moyen de mesurer et jaulger les tonneaux et aultres corps sollides : et enfin le nivelage et la conduicte et elevation des eaux.*

D'une manière générale, toute référence à l'arpentage est supprimée[1]

1-16 : *Maximes servans pour toute la géométrie*.

Identiques à la fortification sauf les parties coupées (ci-dessus) et à quelques exceptions près

La maxime 2 est augmentée dans AcS 38 et les autres du texte suivant : *Que si la ligne droite coupe l'autre, les angles opposés au sommet seront esgaux entre eux.*

Dans le manuscrit AcS 38, à la page 3-02, correction de « simplement » en « seulement » à la fin de la maxime 9.

Maxime 10 (1-30), sur le théorème de Pythagore : une grande coupure sous-titrée « bon pour l'arpentage » à propos de l'extension du théorème aux triangles obtusangles. Mention d'une « hunzième » pratique supprimée. Le texte *Nous entendons par carré* etc., est rajouté à la 10^e^ avec coupure à la fin « bon pour l'arpentage »

1-34 Quelles opérations du Compas & de la règle Il faut sçavoir. (7 opérations supposées connues)
1-36 L'usage du Compas de Proportion
1-39 Les opperations plus utiles de l'instrument (dont la résolution des triangles)
1-39 : Premiere : ouvrir l'instrument de tant de degrés qu'on voudra
1-40 : Seconde : L'instrument estant ouvert, connaistre les degrés de son ouverture

[1] Suppression des mentions sur l'arpentage :
1-06 : ~~*Il faut pour l'arpentage*~~, etc.
1-12 : *il est appelé triangle rectangle et est fort considerable ~~a l'arpentage~~*
1-13 : une grande coupure sous-titrée *bon pour l'arpentage* sur les trapèzes rectangles
1-15, 1-18 et 1-30 : idem.
1-16 : *Maximes servans pour toute la géométrie ~~et utiles a l'arpentage~~*
1-26 : *tant en la geometrie pratique lorsqu'il faut prendre le plan des places ~~qu'en l'arpentage des bois~~, des grands pays…*
2-17 pratique 17 : ~~*A l'arpentage, elles servent à arpenter les pieces difficiles, comme les bois et autour pareil sans se faire voye a travers*~~.

1-41 : Troisiesme : Couper une ligne droicte proposée en tant de parties esgalles qu'on voudra.
1-44 : Quatriesme : Plusieurs lignes estant proposées sur le papier, et la valeur d'une estant donnée, connaistre la valeur des autres.
1-47 : Cinquiesme ; une ligne droicte estant estant proposee sur le papier et sa valeur estant connue, y adjouster ou en oster tant de mesures que l'on voudra.
1-47 : Sixiesme : D'une circonferance de cercle ou d'un arc proposé, le centre estant donné, couper tel nombre de degrés qu'on voudra.
2-03 : Septiesme : Un arc de cercle estant proposé et son centre, mesurer combien cet arc contient de degres.
2-04 : Huictieme : Dans un cercle donné, descrire tel polygone ou figure reguliere qu'on voudra.
2-06 : Neufiesme : Sur un costé donné descrire un polygone ou figure reguliere telle qu'on voudra.
2-07 : Dixiesme : Estant proposé un angle rectiligne soit en campaigne ou sur le papier, mesurer combien il contient de degrés.
2-11 : Unziesmes : Sur une ligne droicte donnée et a un poinct assigné en icelle faire un angle rectiligne de tant de degrés qu'on voudra.
2-12 : Douziesme : Diviser un angle rectiligne proposé en tant de parties esgalles qu'on voudra.
2-13 : Treiziesme : Sur une ligne donnée et a un poinct assigné en icelle eslever une perpendiculaire. [le mot « droicte » manquant n'a été pas corrigé dans 25305, ni 658, ni 38]
2-14 : Quatorziesme : A une ligne droicte donnée mener une autre ligne droicte parallele distante d'icelle d'une distance donnée.
2-14 : Quinziesme : D'un poinct donné hors une ligne droicte donnée abbaisser une perpendiculaire sur icelle.
2-15 : Seizesmes : Par un poinct donné hors d'une ligne droicte [pas marqué : donnée] mener une parallele a icelle.
2-17 : dix-septiesme. Ayant cogneu deux angles d'un triangle et un costé calculer l'autre angle et les deux autres costez [un paragraphe renvoyant à l'arpentage a été supprimé].
2-21 : dix-huitiesme. Les trois costez d'un triangle estant connus calculer les trois angles.
2-24 : dix-neufiesmes :
2-26 : Vingtiesme : En tout triangle proposé comme il a esté dict en l'une des trois opperations precedantes trouver la longueur et la perpendiculaire tombante duquel on voudra des trois angles sur le costé opposé [Totalement supprimée : trait vertical en marge].

Partie présente dans le *Traicté de fortifications*, mais totalement absente du Ms AcS 25	Usage des sinus, tangentes & secantes. Pour la trigonometrie ou Calcul des Triangles Rectilignes. Application des Sinus, Tangentes & Secantes aux Triangles. De l'usage du graphometre. De l'usage de la boussole.

2-40 : La mesure des distances accessibles et inaccessibles
2-42 : Premiere Reigle : Mesurer une distance entierement accessible
2-43 : Seconde Reigle : Mesurer une distance accessible par un endroict seulement.
2-48 : Troisiesme Regle. Mesurer une distance entierement inaccessible.

Partie présente dans le *Traicté de*	Prendre le plan des places

fortifications, mais totalement absente du Ms AcS 25	Entierement accessible tant dedans que dehors Accessible en deux ou plusieurs endroictz Place inaccessible, en tournant a l'entour d'icelle Orienter la carte

Toute la suite du Ms AcS25 est absente du *Traicté de Fortifications*

2-51 : De l'arpentage
De la reduction des mesures
2-61 : De la multiplication des figures
2-69 : De la division
2-71 : L'arpentage des figures accessibles (triangles, quadrangles, dont parallelogrames rectangles, non rectangles, trapezes à deux angles droits, à pas, autres figures de plusieurs costez)
2-94 : Des figures et lignes courbes. Du cercle.
3-09 : De l'ovalle
3-10 : Des figures et lignes courbes irregulieres
3-13 : De l'arpentage des superficies inaccessibles
3-47 : De la division des pieces ou moyen de faire des partages
3-61 : De la division des parallelogrames et trapezes ayans deux costez paralleles
3-68 : De la division des triangles
3-78 : De la division des figures de plusieurs costez egalement.
3-80 : Premiere Reigle. D'une figure proposee retrancher tel portion qu'on voudra par le moyen d'une ligne aboutissant à un point assigné en l'un des costez de la mesme figure.
3-85 : Seconde reigle. D'une piece proposee retrancher tel nombre de mesures qu'on voudra par une ligne parallele à une ligne donnée.
4-21 : La Stereometrie ou mesure des Solides (apres 3 feuilles blanches)
4-29 : Maximes pour les sollides [deuxième *l* barré, dernière correction]
4-31 : Premiere partie de la Stereometrie. De la reduction des mesures.
4-33 : Premiere Reigle pour reduire les grandes mesures en petites
4-34 : Seconde Reigle pour reduire des petites mesures solides en grandes
4-36 : De la multiplication des mesures pour la stereometrie
4-42 : De la division
4-44 : Seconde partie de la stereometrie. Le moyen de mesurer toutes les figures solides.
Premiere Regle de la mesure de la pyramide et des portions d'icelle.
4-46 : De la pyramide troncquee autrement portion de pyramide.
4-47 : Le moyen de connaistre la hauteur d'une pyramide proposee et d'achever une pyramide troncquee
4-53 : achever mentallement une pyramide troncquee
4-56 : Seconde Regle de la mesure des prismes
4-58 : Troisiesme Regle pour la mesure du cone
4-62 : Quatriesme Regle de la mesure du cylindre
4-63 : Cinquiesme Regle de la mesure de la sphere & de ses parties
4-64 : Des portions de la sphere
4-68 : De la superficie du cone et du cylindre droict
4-69 : La Jaulge
4-70 : de toutes les autres figures sollides
4-73 ; Du nivelage
4-77 : Disposer de niveau les visees de l'un ou l'autre instrument ci-dessus
4-81 : Niveler une ligne droite ou une superficie plane proposée.

ANNEXE B : ICONOGRAPHIE

Abréviations utilisées pour les bibliothèques en ligne

Archive.org : Internet Archive Digital Library

[https://archive.org/]

BD Usal : Repositorio Documental de la Universidad de Salamanca, Salamanca, Espagne.

[http://gredos.usal.es]

BVPB : Biblioteca Virtual de Patrimonio Bibliográfico, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Madrid, Espagne.

[http://bvpb.mcu.es]

DBC : Dolnośląska Biblioteka Cyfrowa Wrocław, Pologne.

[http://www.dbc.wroc.pl/dlibra],

DSWL : Digitale Sammlungen der Württembergische Landesbibliothek, Stuttgart, Allemagne.

[http://digital.wlb-stuttgart.de]

CNUM : Conservatoire numérique des Arts et métiers, Bibliothèque numérique en histoire des sciences et des techniques, CNAM, Paris, France.

[http://cnum.cnam.fr/]

e-rara : Portail pour les imprimés numérisés des bibliothèques suisses, bibliothèque centrale de l'École polytechnique fédérale de Zurich (ETH-Bibliothek Zurich), Suisse.

[http://www.e-rara.ch]

Gallica : Bibliothèque numérique de la Bibliothèque nationale de France, Paris, France.

[http://gallica.bnf.fr]

Google Books :

[http://books.google.com]

Harvard : Page Delivery Service, Harvard Library-Houghton Library, Cambridge, Massachussets, USA.

[http://pds.lib.harvard.edu]

LoC : Library of Congress, Washington, DC, USA.

[http://www.loc.gov]

MDZ [BSB] : Münchener DigitalisierungsZentrum, Bayerische Staatsbibliothek, München, Allemagne.

[http://www.muenchener-digitalisierungszentrum.de]

ÖNB : Österreichische Nationalbibliothek Digitaler Lesesaal, Vienna, Autriche.

[http://www.onb.ac.at]

SLUB : Sächsische Landesbibliothek- Staats- und Universitätsbibliothek Digitale Sammlungen, Dresden, Allemagne.

[http://digital.slub-dresden.de]

Abréviations utilisées pour les bibliothèques souvent référencées

BnF : Bibliothèque nationale de France, Paris

BSG : Bibliothèque Sainte-Geneviève, Paris

Annexe BI : Figures de l'Introduction

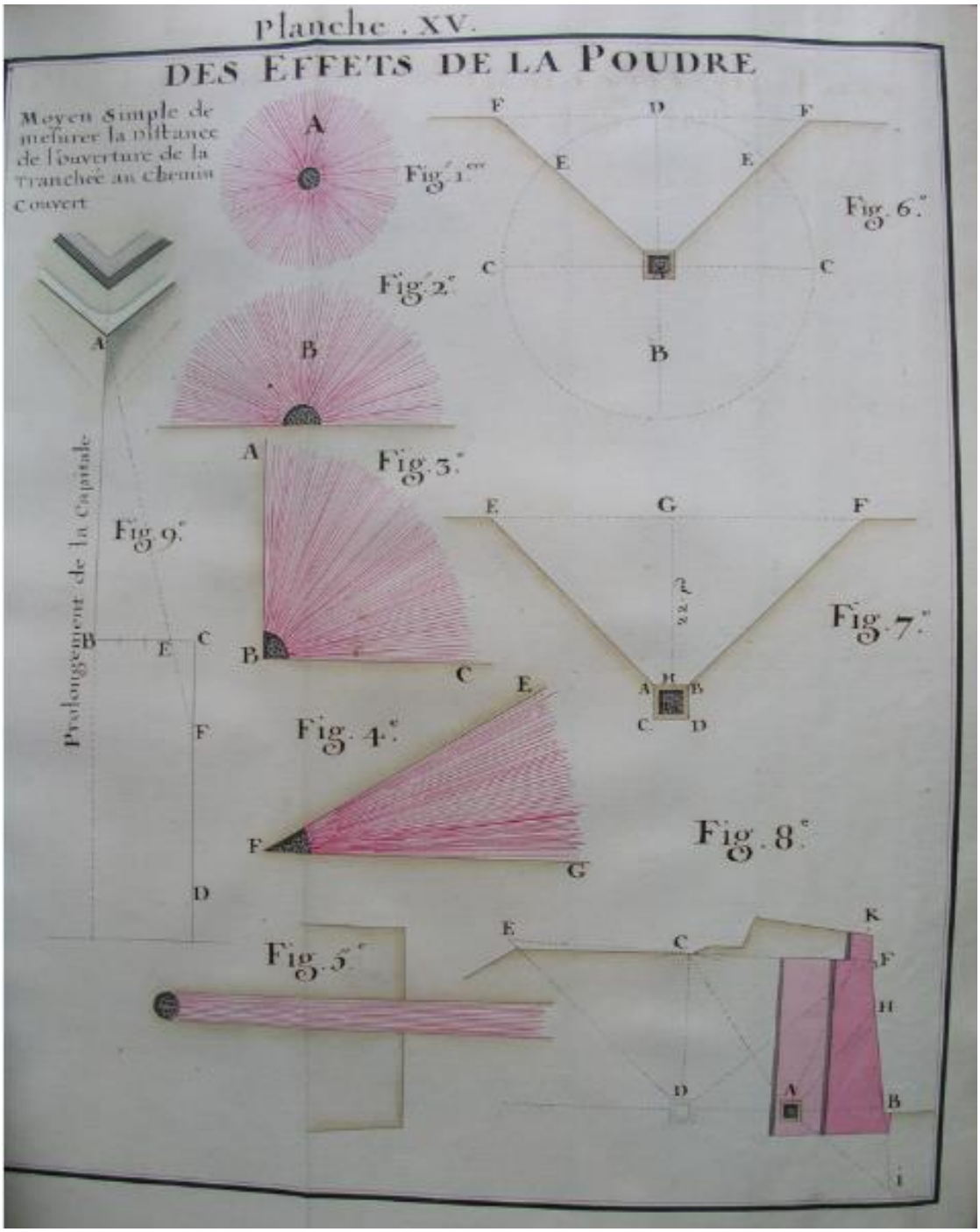


Figure I.1

Vauban, Sébastien Le Prestre de, *Traité des Sieges, Premiere partie*, planche XV
Bibliothèque municipale de Dijon, Ms 470.

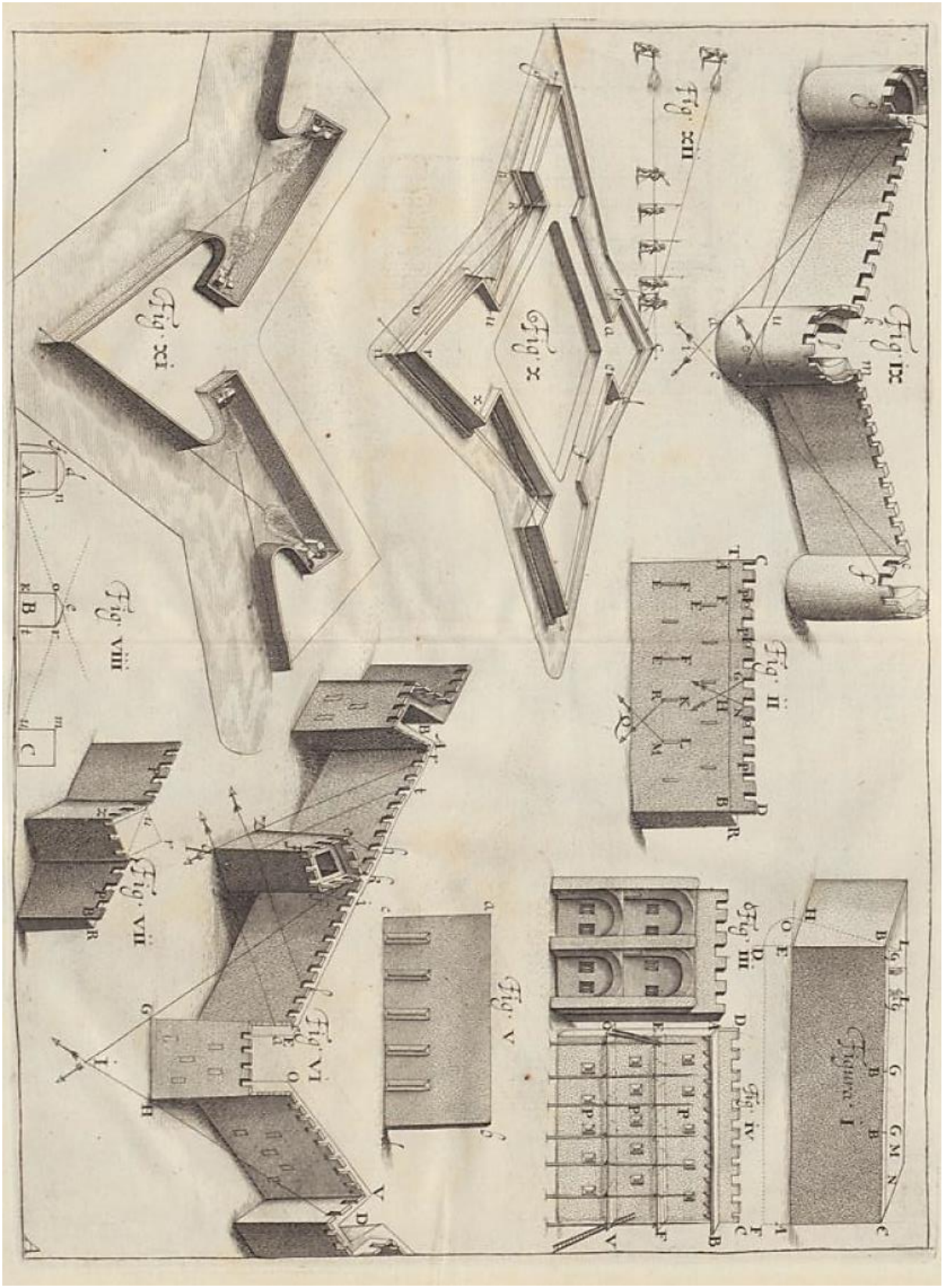


Figure I.2

Dögen, Matthias, *L'architecture militaire moderne ou Fortification…*, 1648, 4e planche, p. 12
ETH-Bibliothek Zürich, Rar 9353 [e-rara].

Annexe B1 : Figures de la première partie

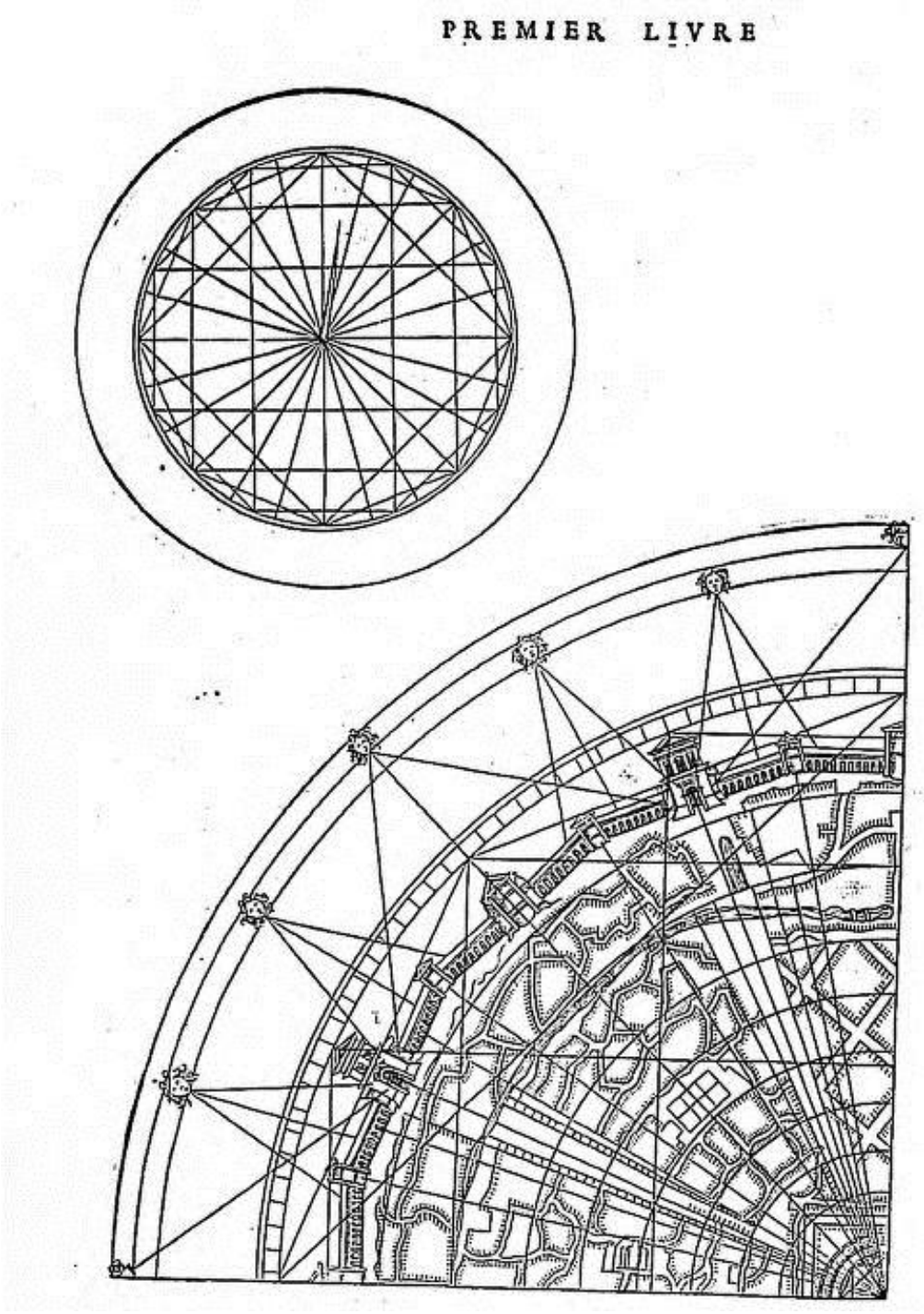


Figure 1.1
Illustration de Jean Goujon pour l'*Architecture* de Vitruve,
(Traduction Martin). Paris, Gazeau, 1547, fol. 12v
Bibliothèque nationale de France, Res-V-326 [Gallica].

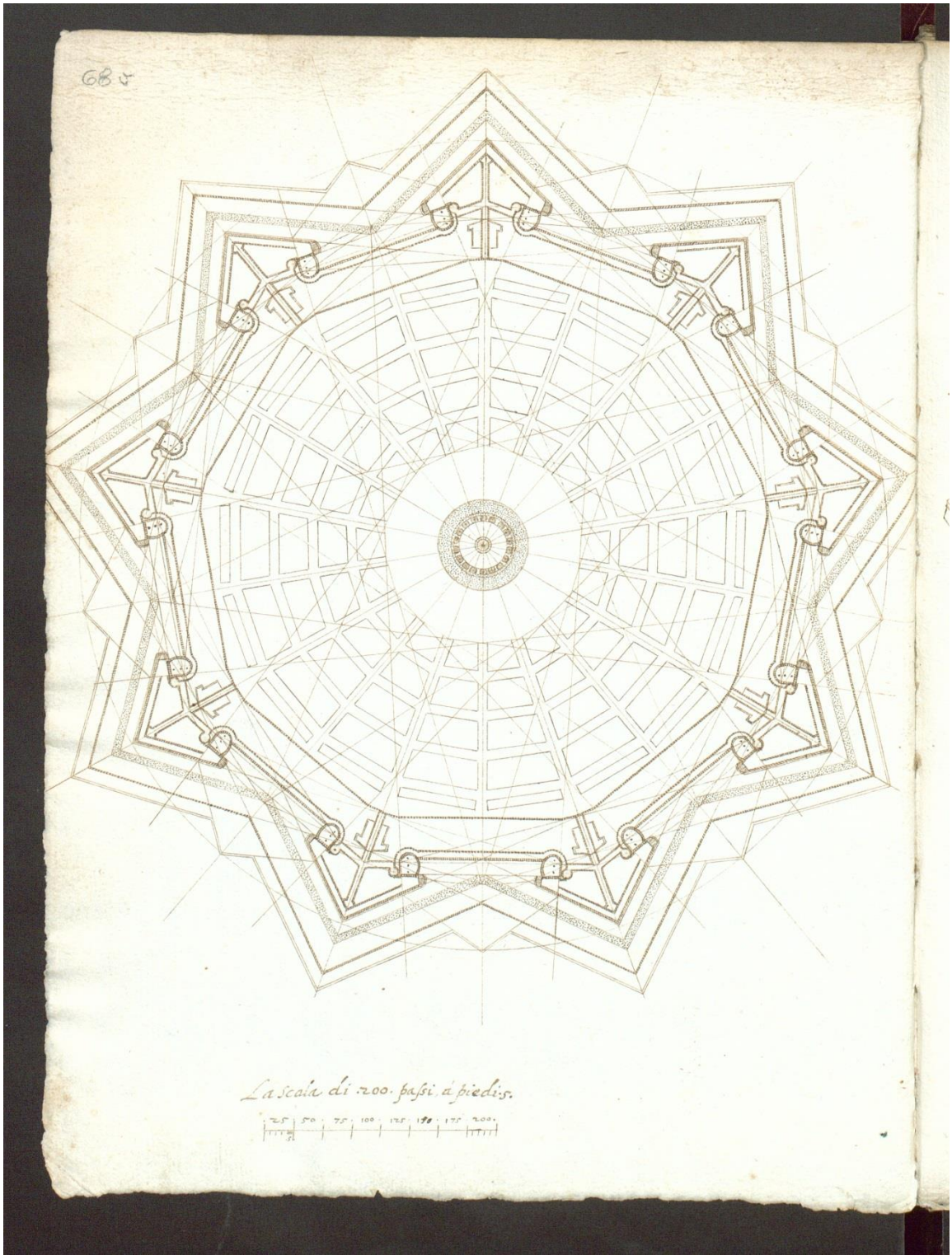


Figure 1.2
Manuscrit italien anonyme, fin du XVI[e] siècle, fol. 68v.
Biblioteka Jagiellońska, Cracovie, Ms BJ 465-1.

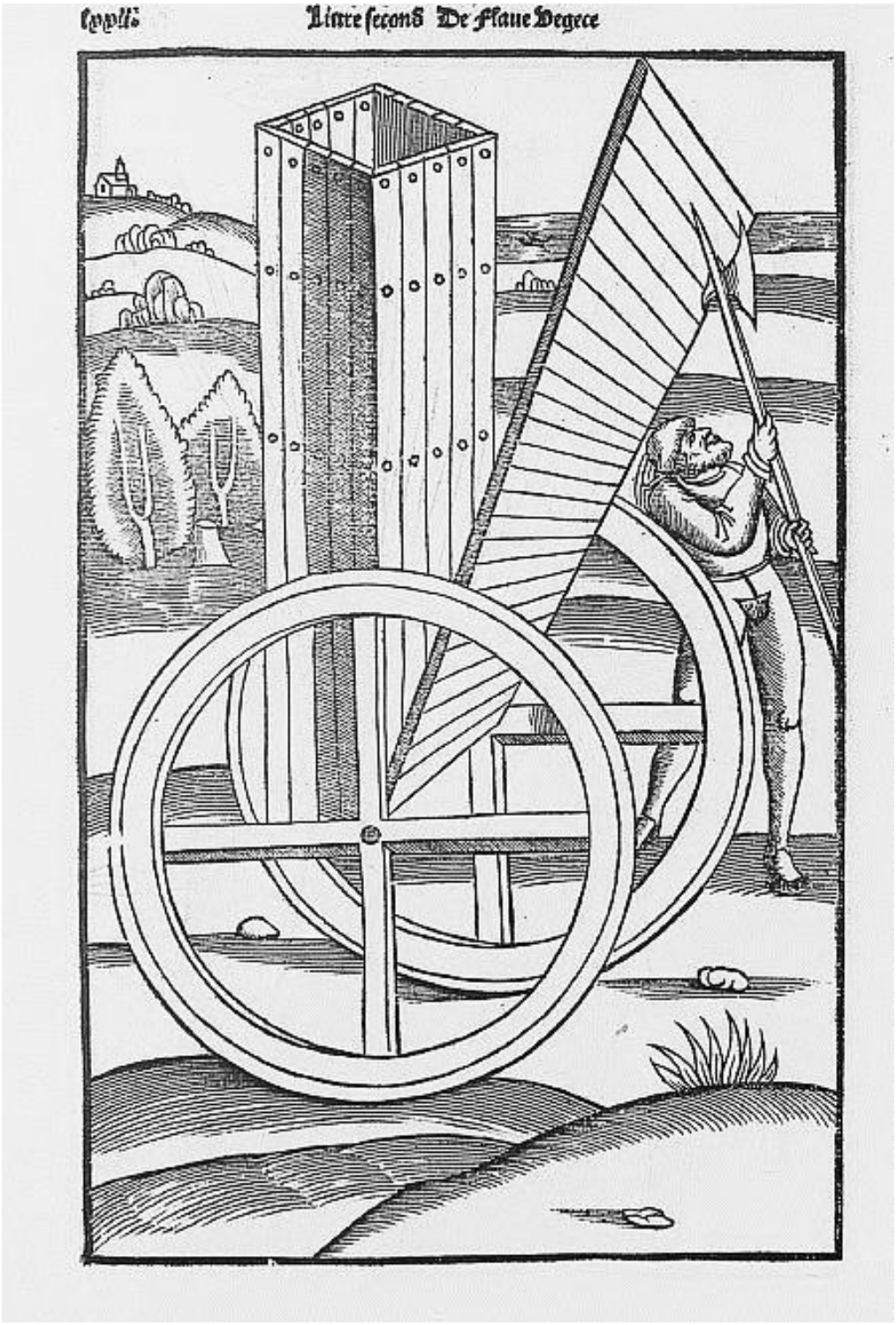
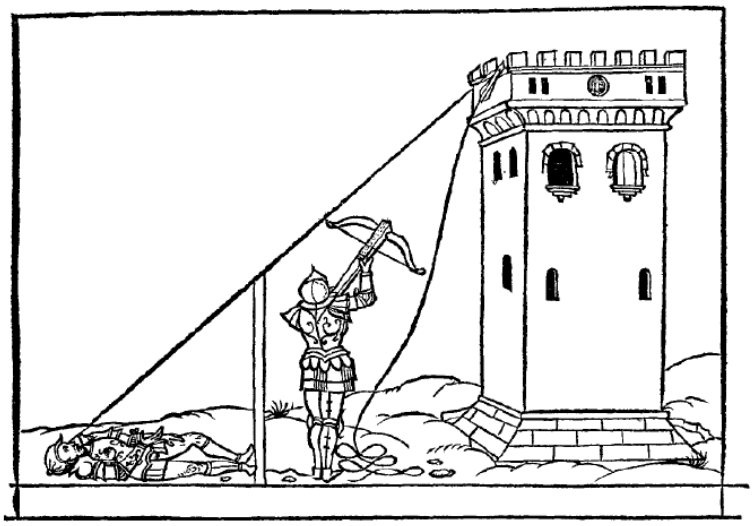


Figure 1.3
Végèce, *Du faict de guerre et fleur de chevalerie, quatre livres*.
Paris, Wechel 1536, fol. LXXI.
Bibliothèque nationale de France, Res-V-46 [Gallica].

ROBERT VALTVRIN

On comprend la hauteur d'vne tour, ou d'vn poſteau par leur vmbre.



Vne boule de plomb, ou de cuyure auec vne main de fer ſoit de ceſte ſorte, laquelle miſe dans l'eau tirera au fond, apres lequel auoir touché, elle remontera de rechef. Comme donques elle commencera à deſcendre cotte, durant ſa deſcente les momens du temps, puis y mettant vne lance diſtribuë la quantité des piez ou des coudées, cela ſans doute qui ſe trouuera en petitte eau, te ſera vn bõ indice, & temoing en toute autre plus grãde.

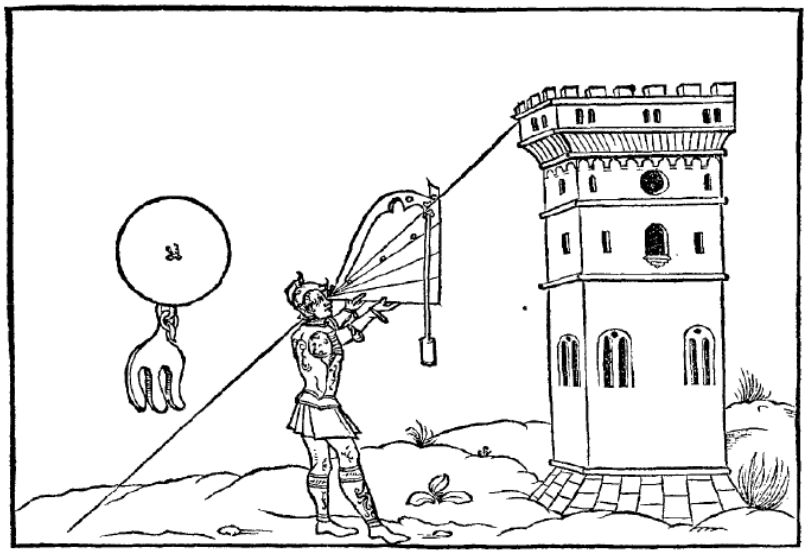


Figure 1.4

Les douze livres de Robert Valturin... Paris, Charles Perier, 1555, fol. 20v

Bibliothèque nationale de France, RES-R-269 [Gallica]

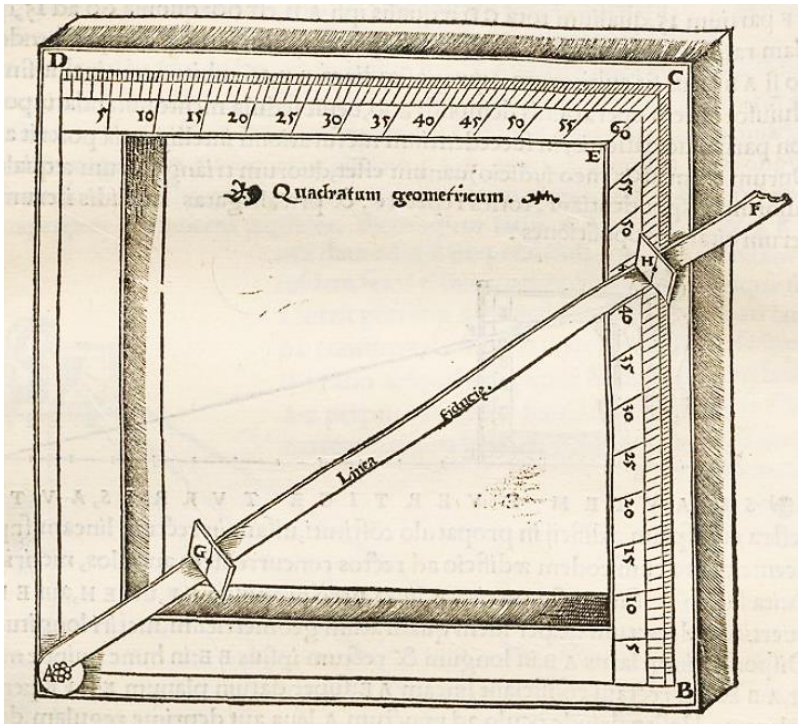


Figure 1.5
Carré géométrique, dans Oronce Fine, *Protomathesis*, Paris, Morrhy & Pierre, 1532.
Bibliothèque municipale de Dijon, 10 522, fol. 65.

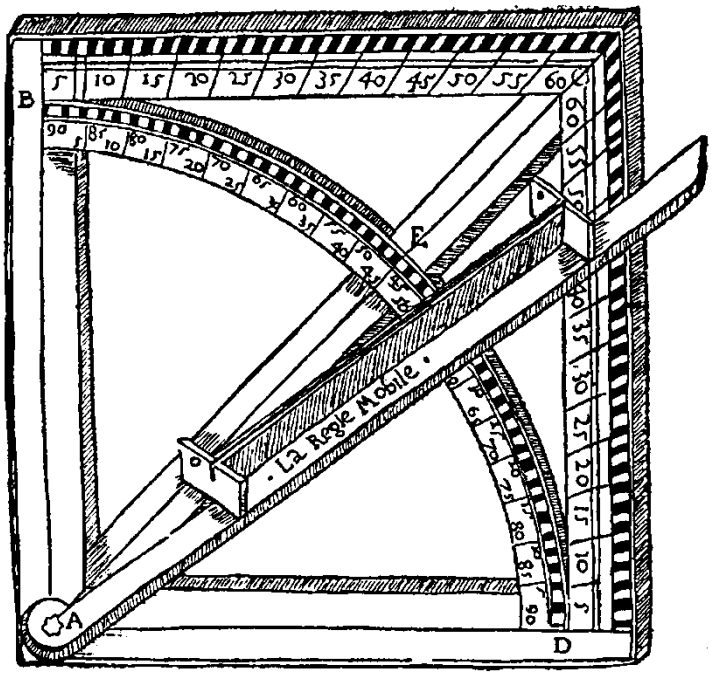


Figure 1.6
Le même, dans Pierre Forcadel*, La practique de la geometrie d'Oronce*… Paris, Gourbin, 1570.
Bibliothèque municipale de Dijon, 51 119, fol. 2v.

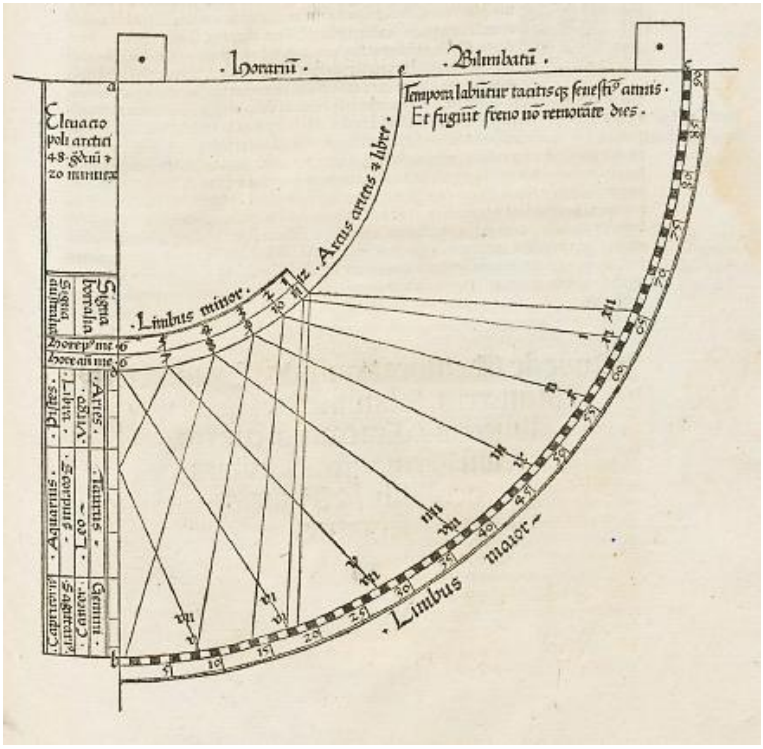


Figure 1.7
Quadrant *Bilimbat*, dans Johannes Stöffler, *Elucidatio…*, Oppenheim, Köbel, 1513.
Bibliothèque municipale de Dijon, D.15 528, fol. LVXI.

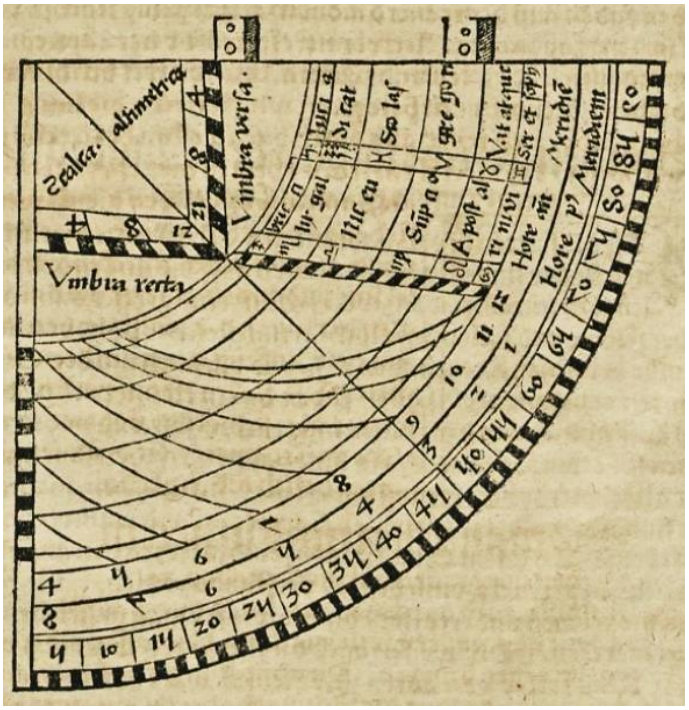


Figure 1.8
Quarré + quadrant, dans Jakob Köbel, *Von Feldmessung…*, Frankfurt, Egenolff, 1550.
Sächsiche Landesbibliothek, Dresden, Geodaes. 35, fol. 31 [SLUB].

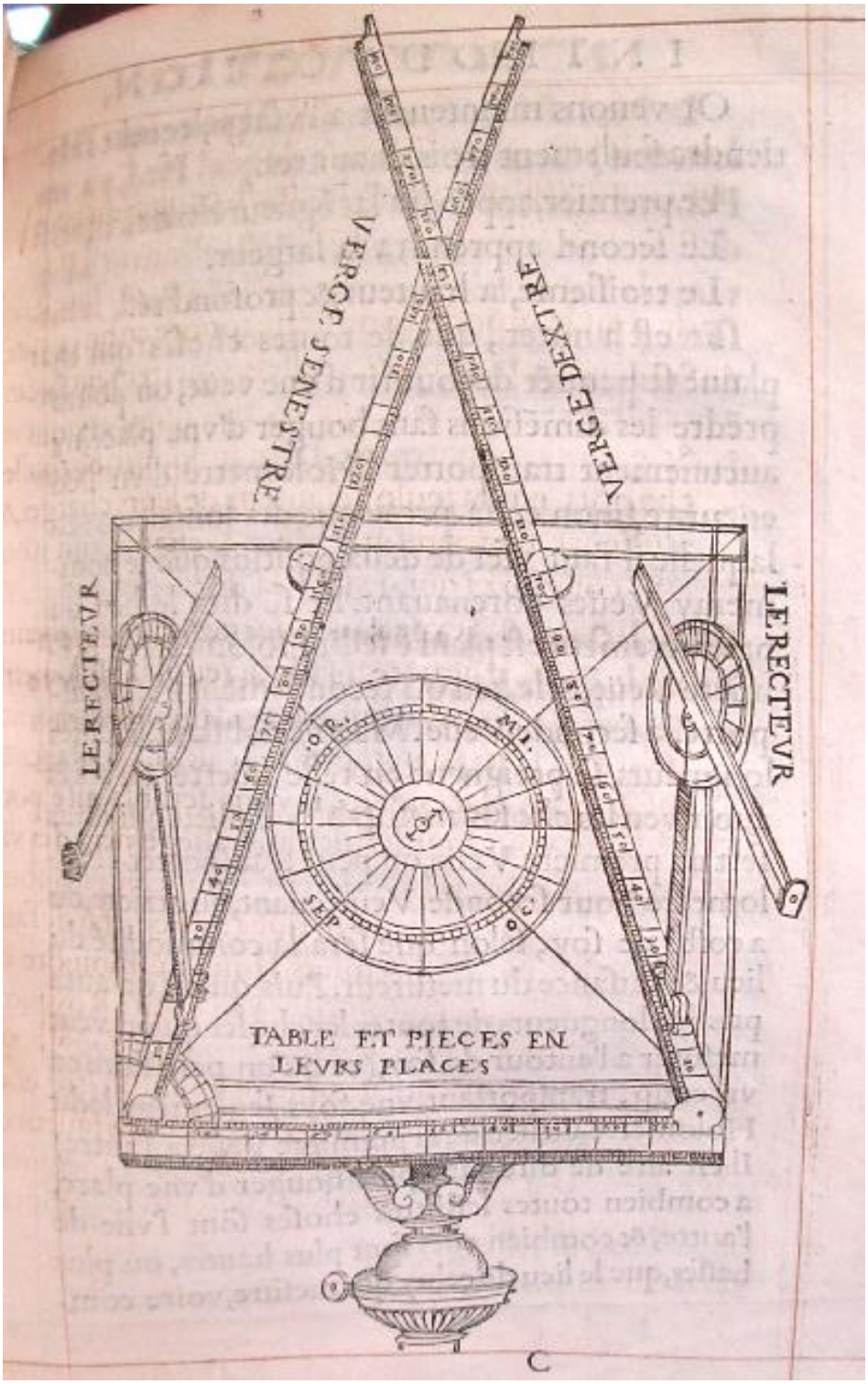


Figure 1.9

L'holomètre dans Abel Foullon*, Usaige et description de l'holomètre…*, Paris, s.n., 1555. Bibliothèque Stanislas, Nancy, Fonds de conservation 303 741, fol. signé C.

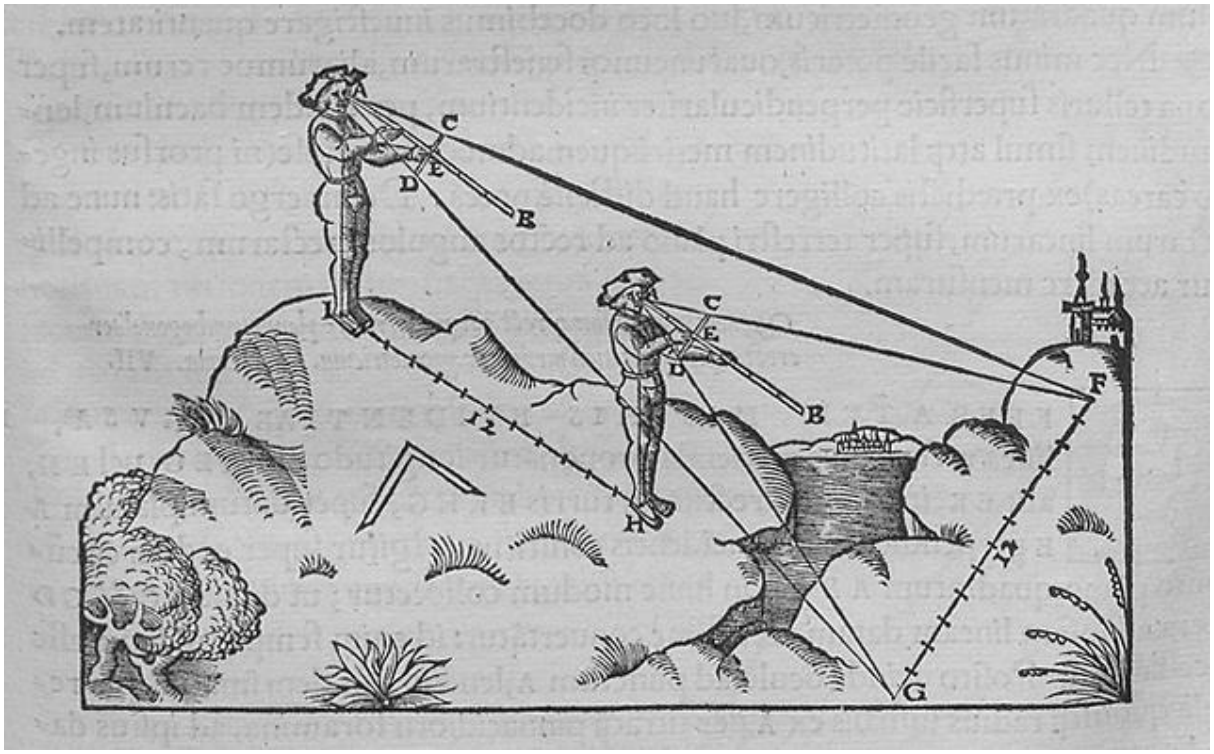


Figure 1.10
Oronce Fine, *Protomathesis*, Paris, Morrhy & Pierre, 1532.
Bibliothèque municipale, Dijon, 10 522, fol. 68.

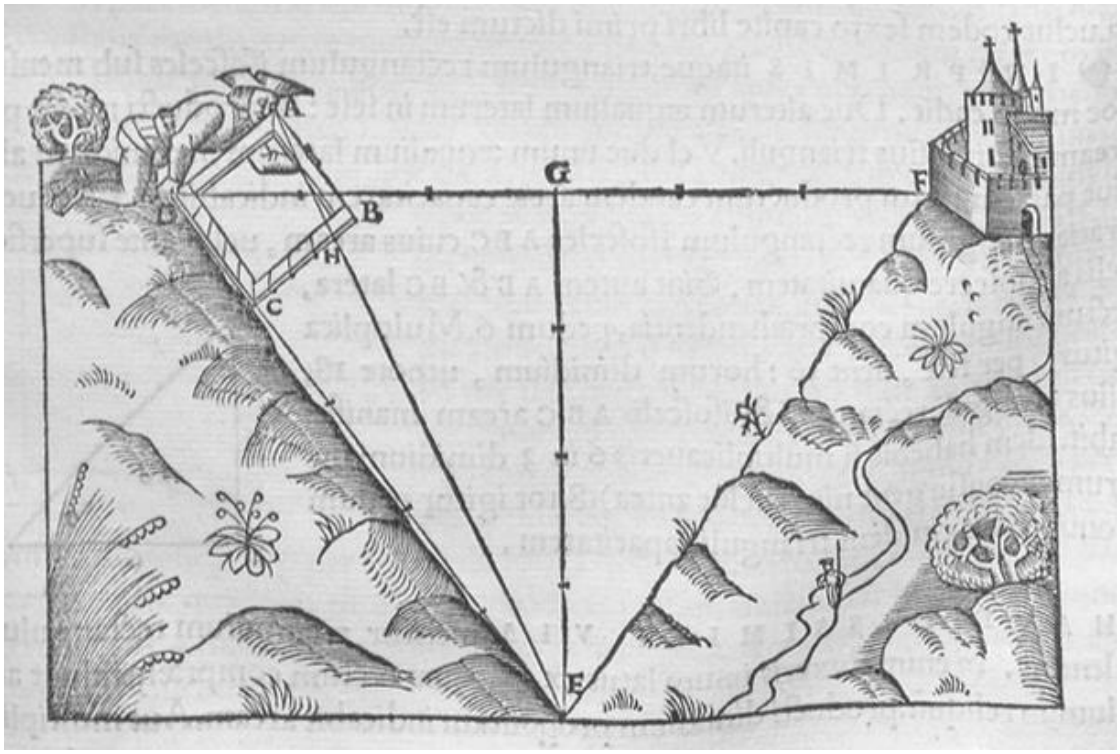


Figure 1.11
Oronce Fine, *Protomathesis, op. cit.*, fol. 77

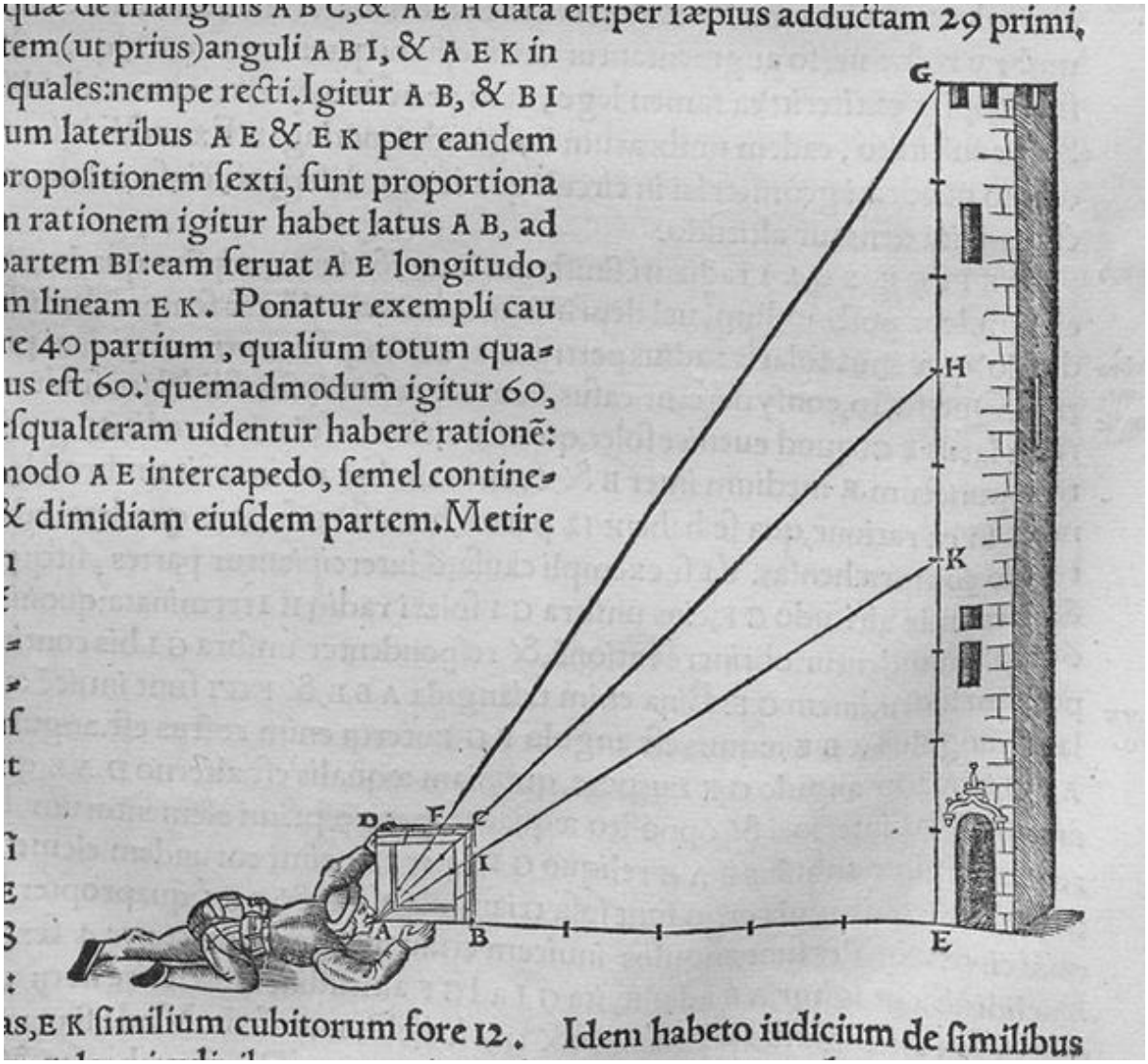


Figure 1.12
Oronce Fine, *Protomathesis*, fol. 69

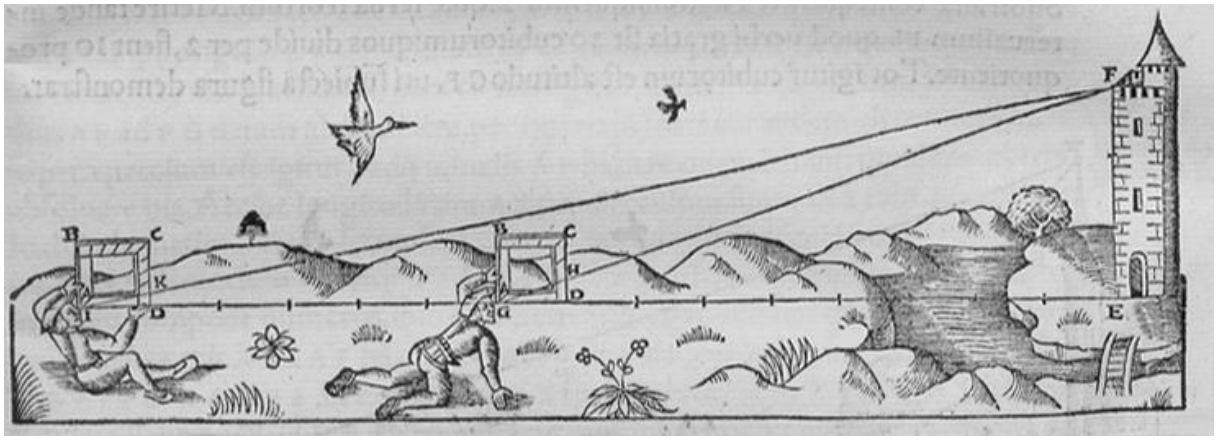


Figure 1.13
Oronce Fine, *Protomathesis*, fol. 73

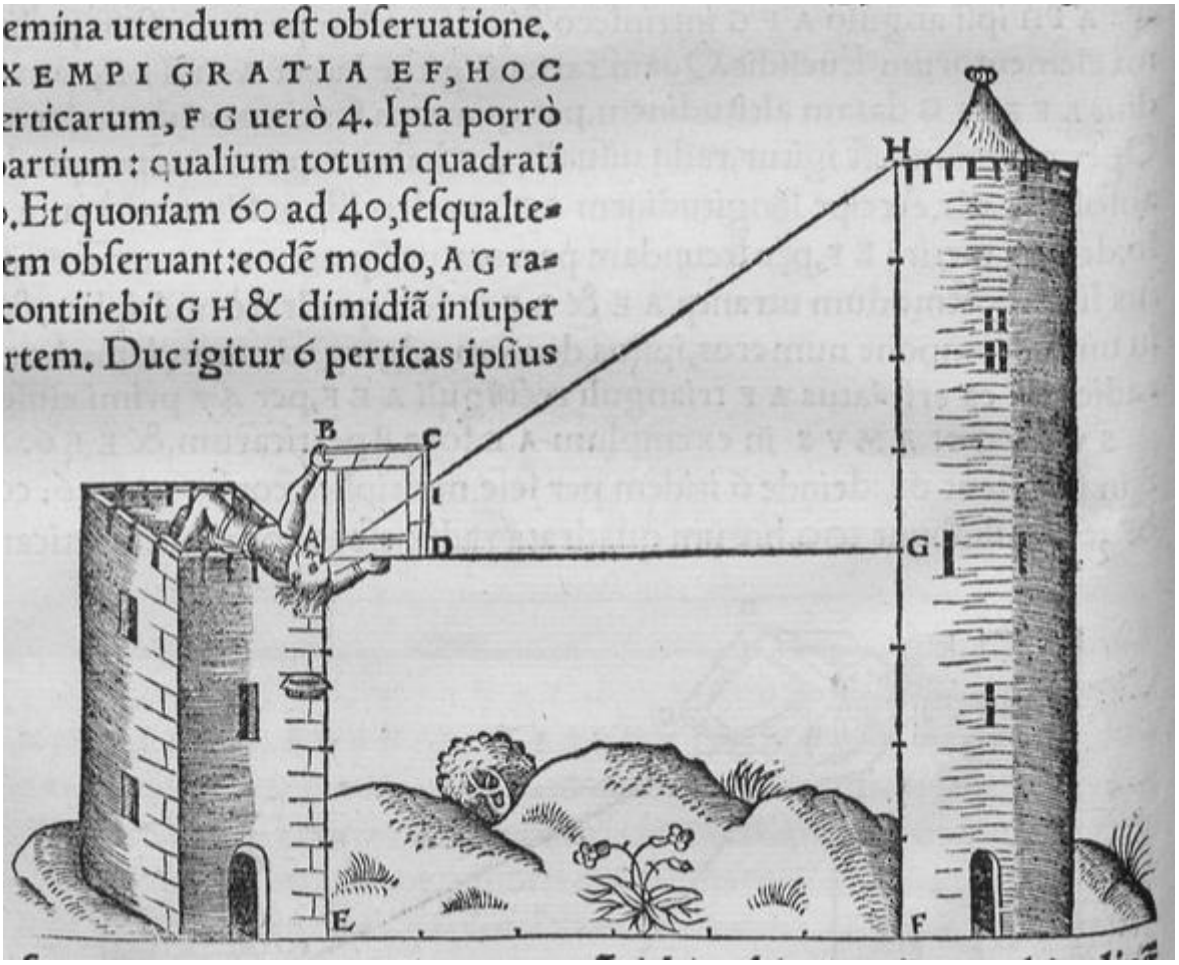


Figure 1.14
Oronce Fine, *Protomathesis*, fol. 74v

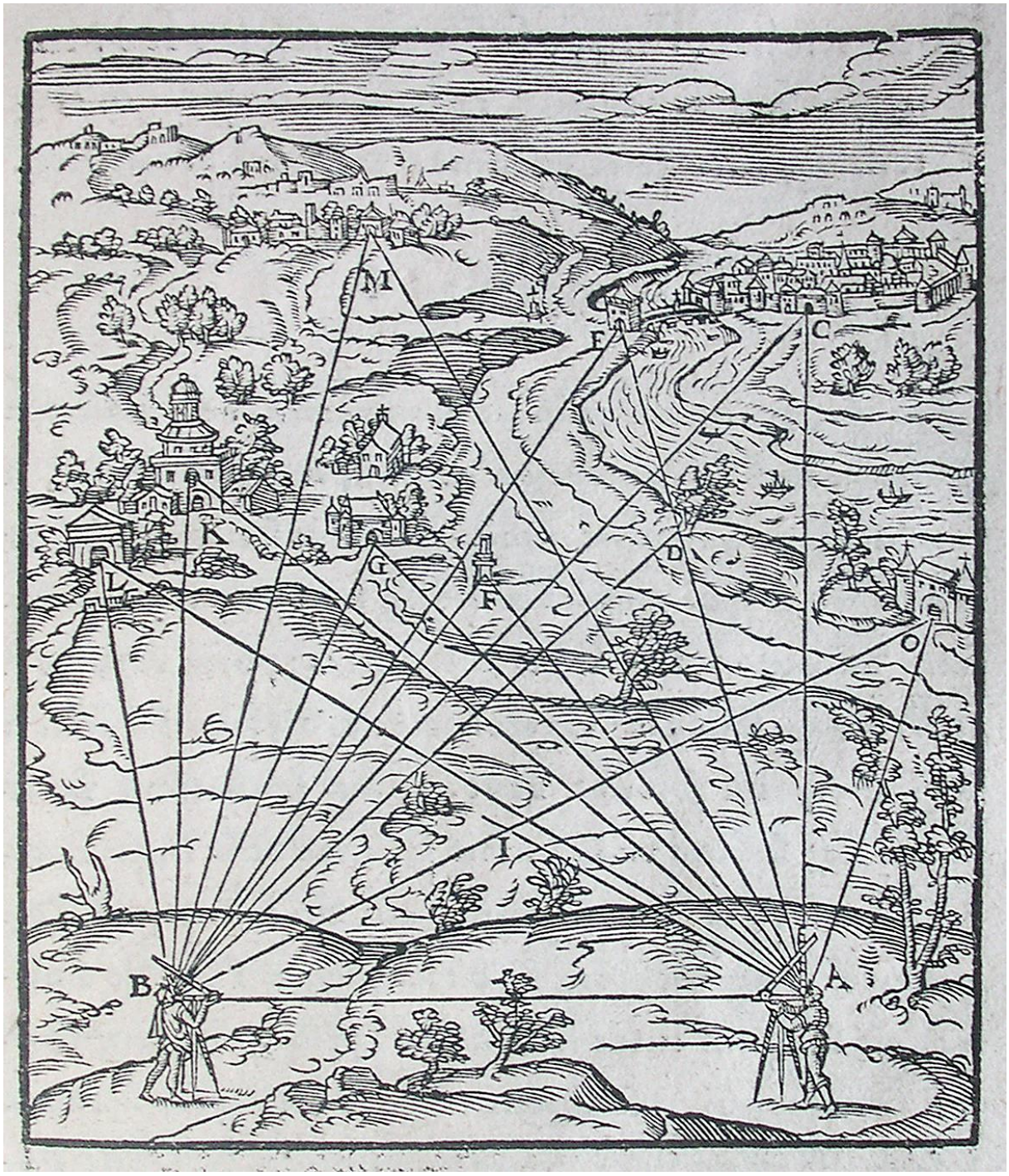


Figure 1.15
Philippe Danfrie, *Declaration de l'usage du Trigomètre…*, Paris, 1597
Bibliothèque municipale de Dijon, 2094, p. 25.

Figure 1.16
Philippe Danfrie, *Declaration de l'usage du Graphomètre…*, Paris, 1597
Bibliothèque municipale de Dijon, 2094, p. 67.

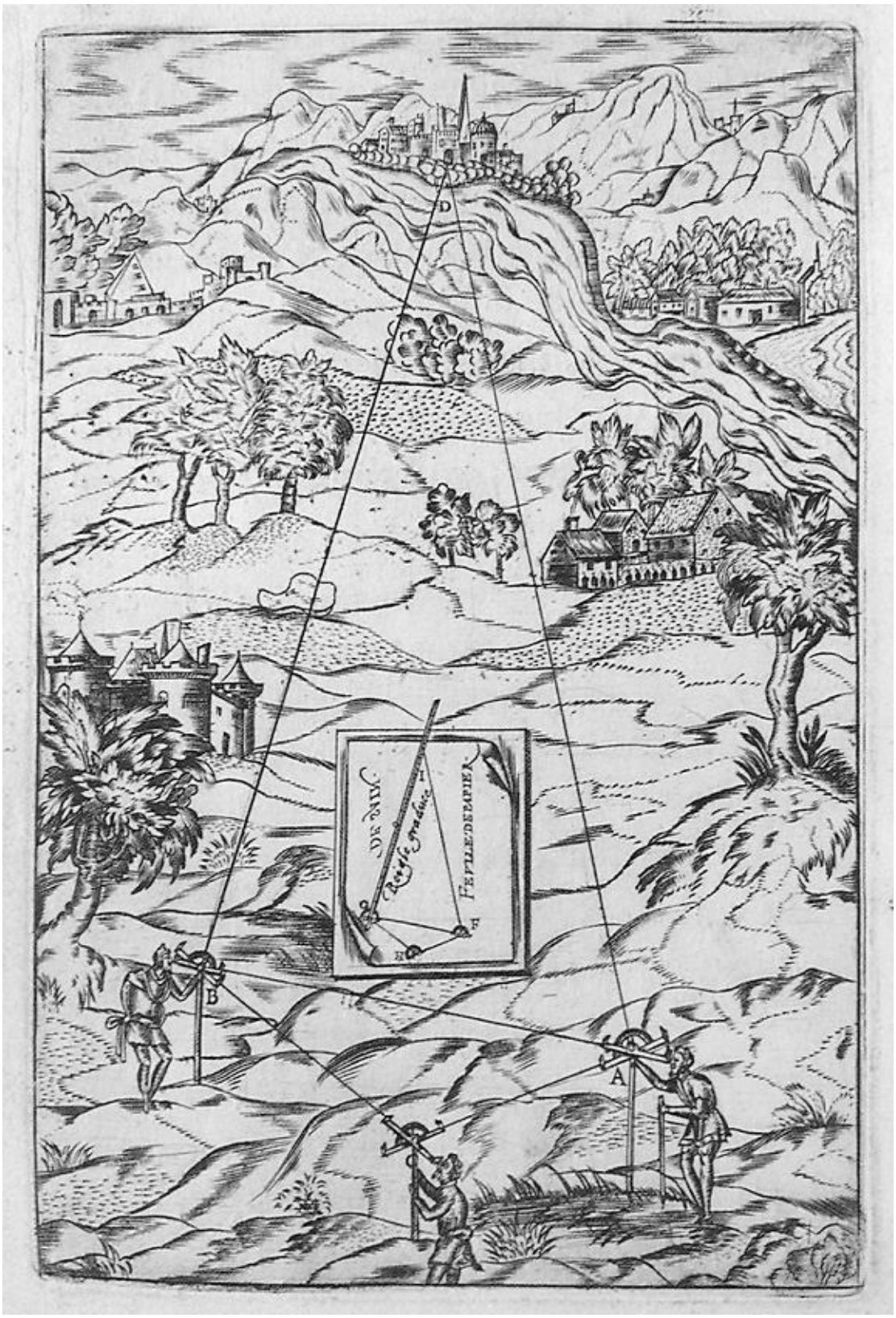


Figure 1.17
Danfrie, *Declaration de l'usage du Graphomètre…*, Paris, 1597, p. 42.

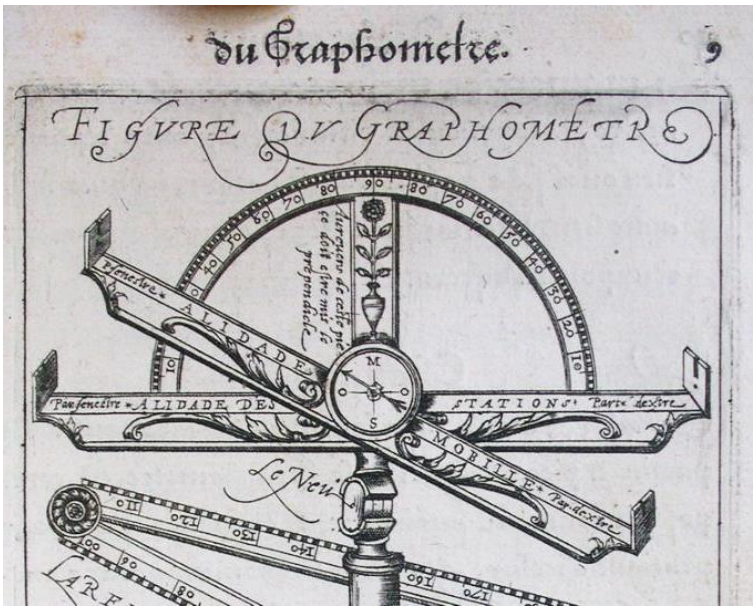
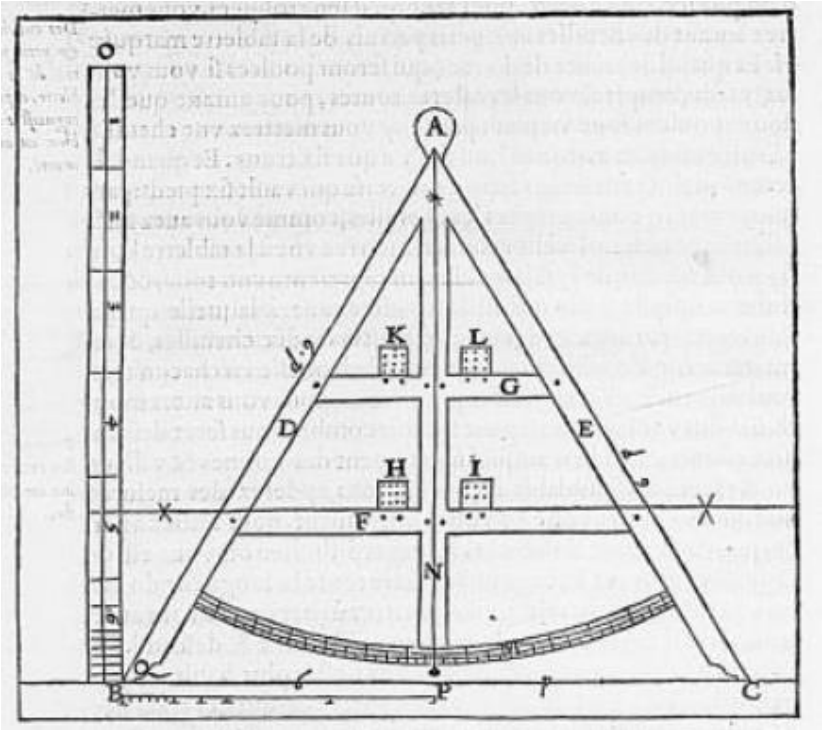


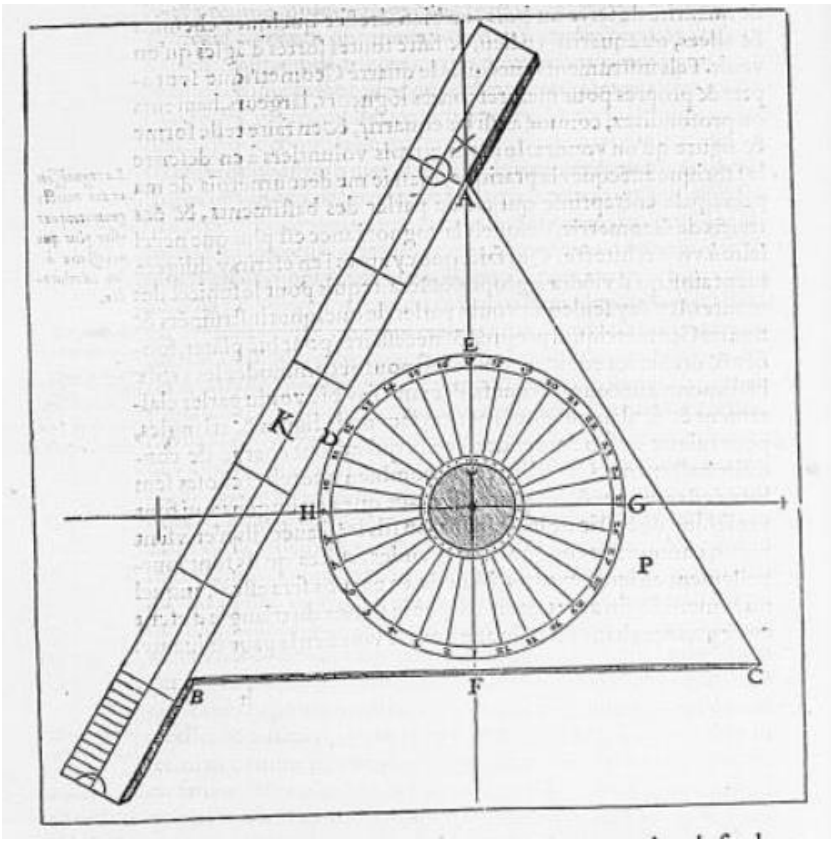
Figure1.18
Philippe Danfrie, *Declaration …*,
Paris, 1597, p. 9.

Figure 1.19
Graphomètre signé Danfrie,
London Science Museum,
n° 1980-1628

Figure 1.20
Graphomètre signé Danfrie, National Maritime Museum, Greenwich, UK, n°NAV 1473



Figures 1.21 & 1.22
Philibert De l'Orme, *Le premier livre de l'Architecture*…, Paris 1567. BnF V-1986, fol. 41v et 43v [Gallica].



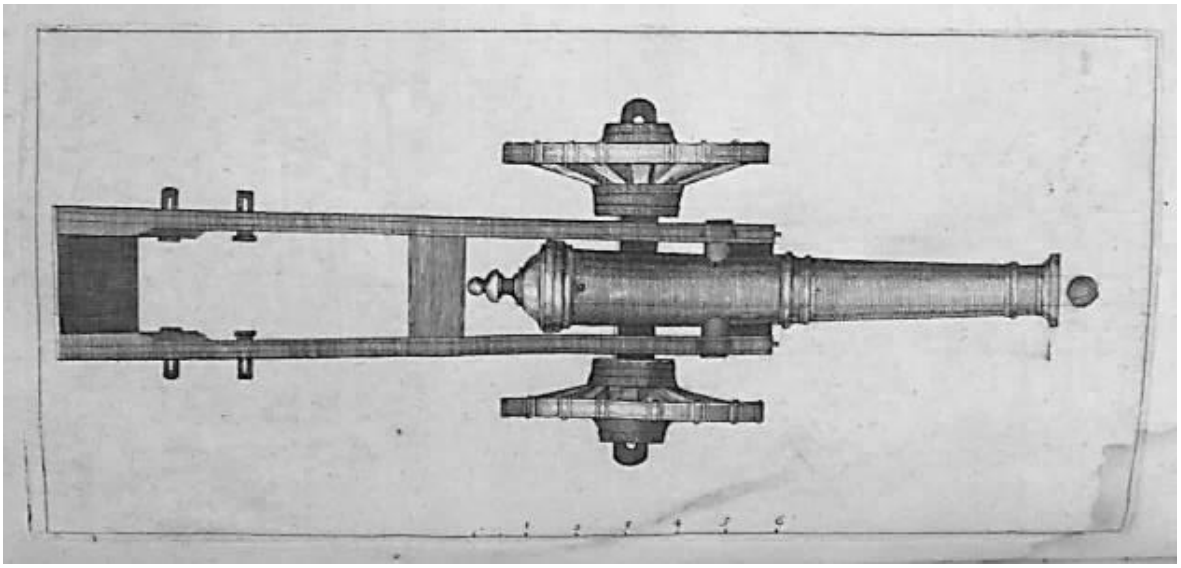


Figure 1.23
Jean Errard, *La fortification reduicte en art et demonstree…*, Paris, 1604, p. 4. BM Lyon, 22 865.

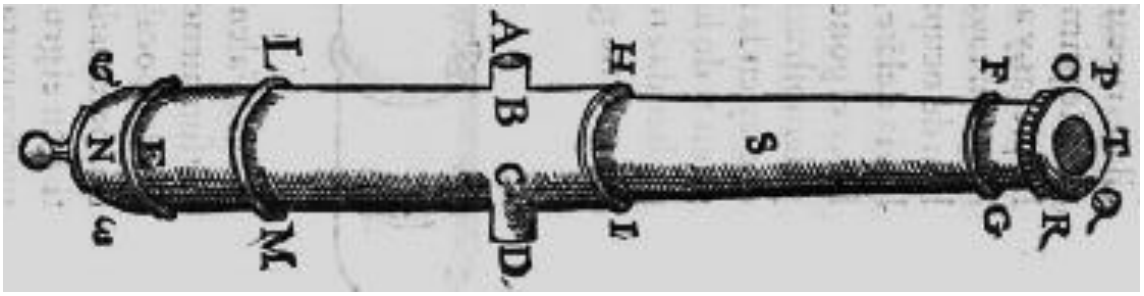


Figure 1.24
Diego de Alava, *El perfeto Capitan,…*, Madrid, 1590, fol. 153.
Universidad de Salamanca, BG/36577 [BD Usal]

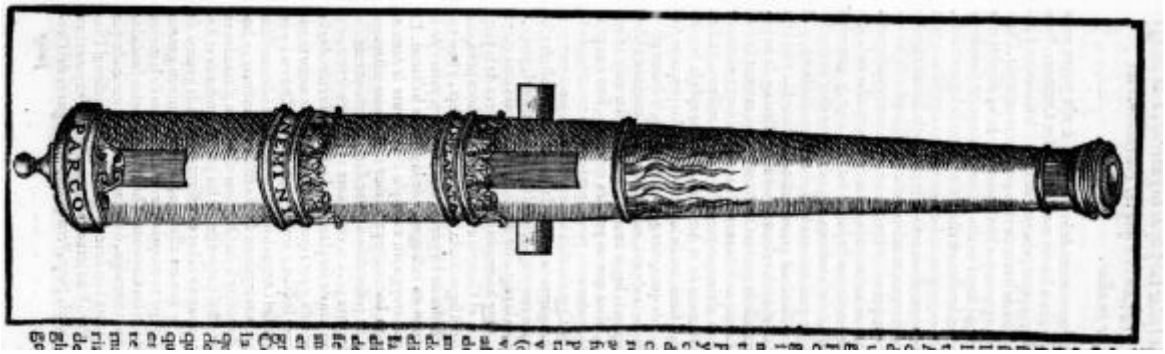


Figure 1.25
Luis Collado, *Platica manual de artilleria…*, Milan, 1592, fol. 118.
Universidad de Salamanca, BG/12864 [BD Usal]

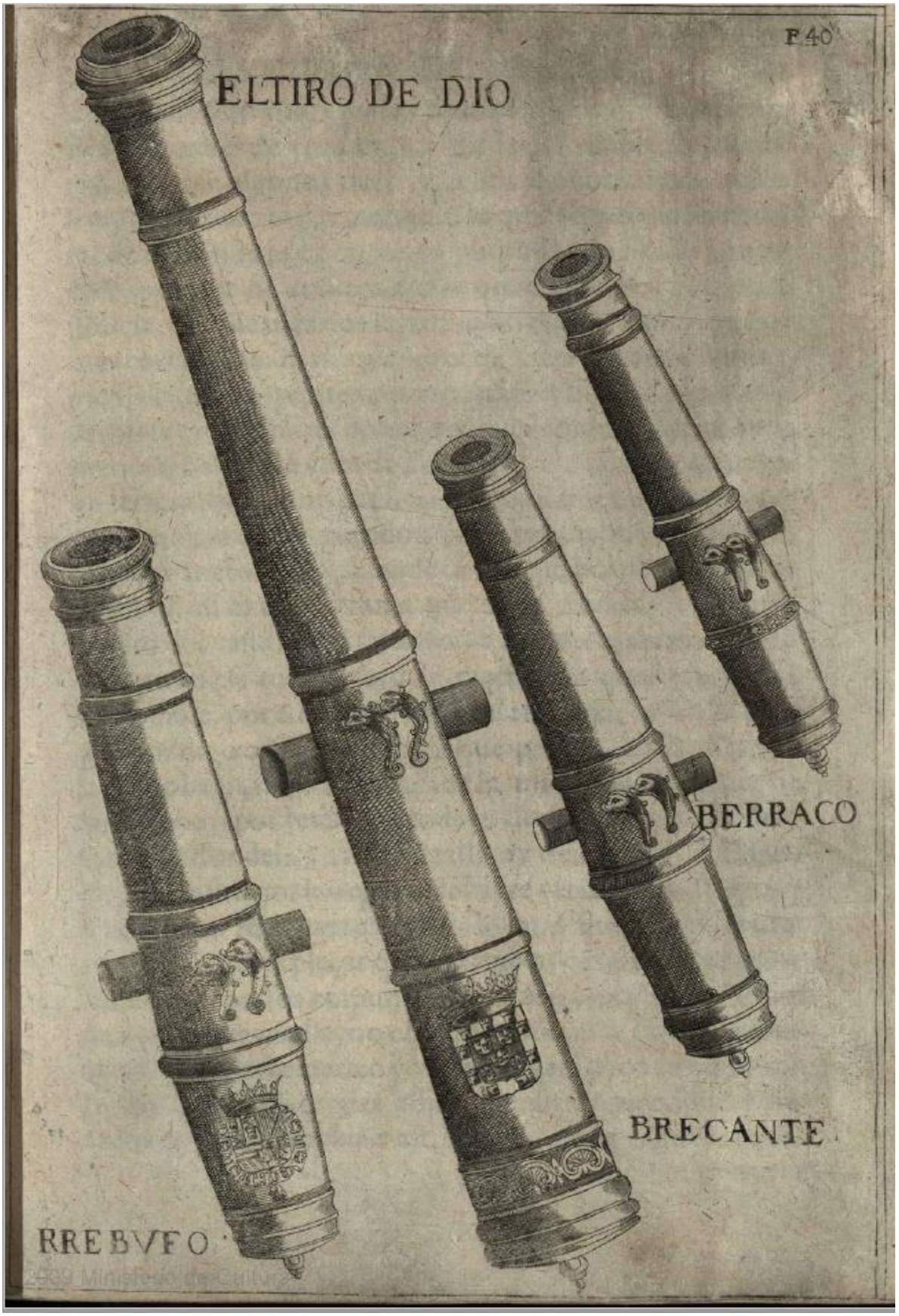


Figure 1.26
Diego Ufano, *Tratado dela artilleria…*, Bruxelles, 1613, planche p. 40.
Biblioteca Central Militar (Madrid), SM-1613 [BVPB]

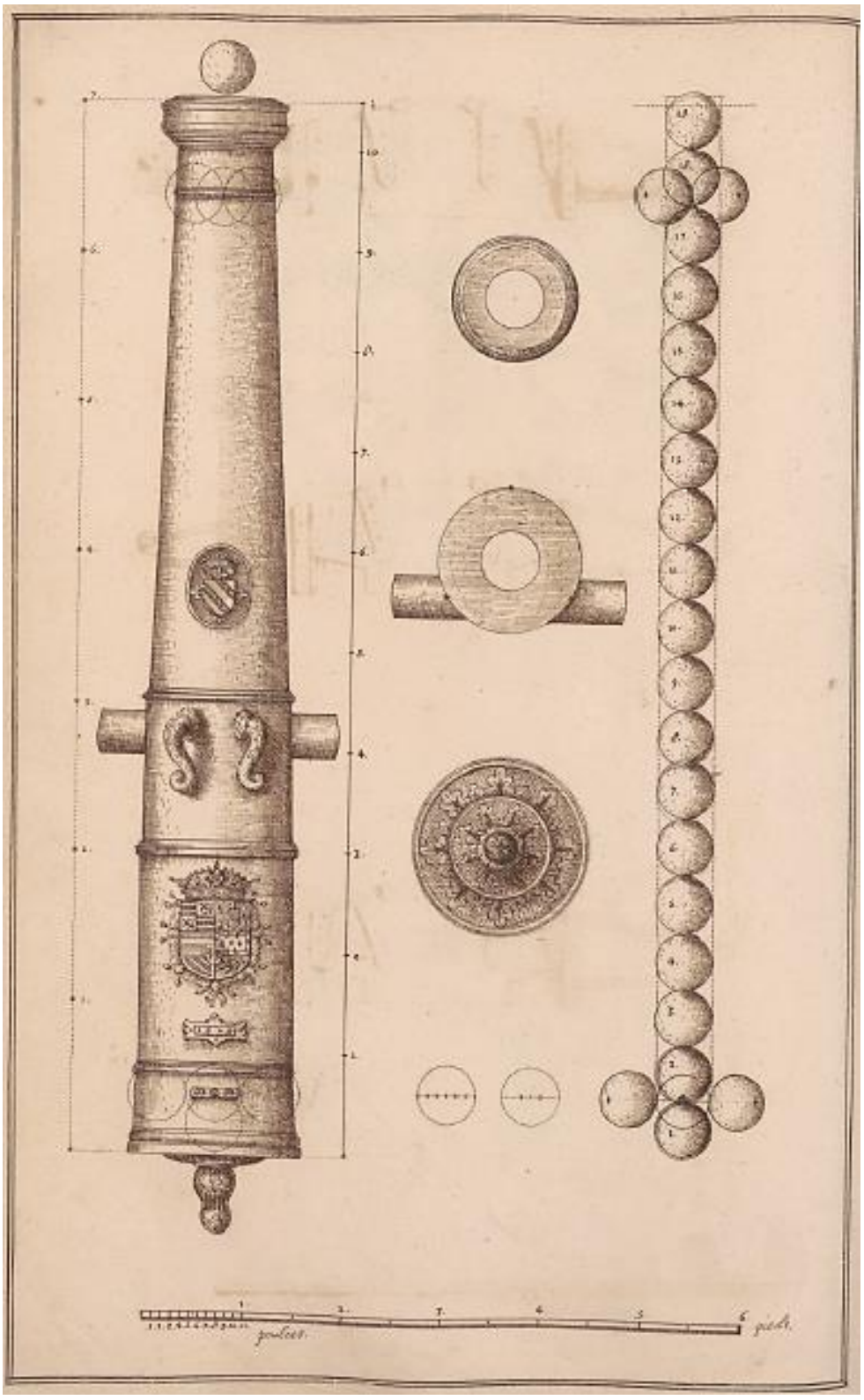


Figure 1.27
Anon., *Arquitectura y maquinas militares …*, vers 1610, fol. 47v,
Ms RES/210, Biblioteca nacional de España [BVPB].

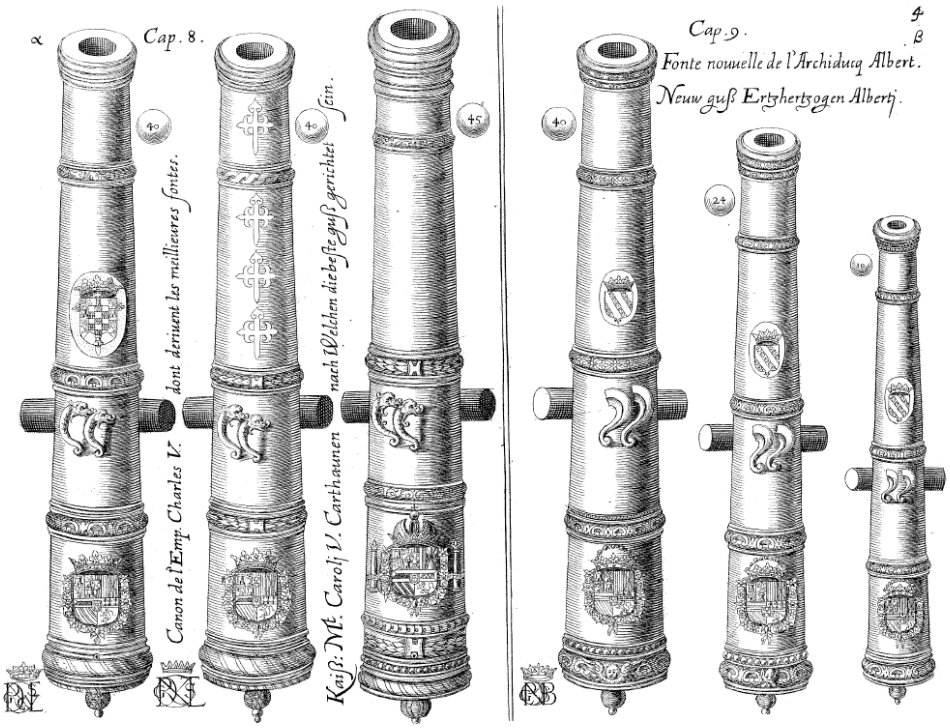


Figure 1.28

Ufano, Diego, *Artillerie…*, Francfort 1613, planche 4, p. 122 [CNUM].

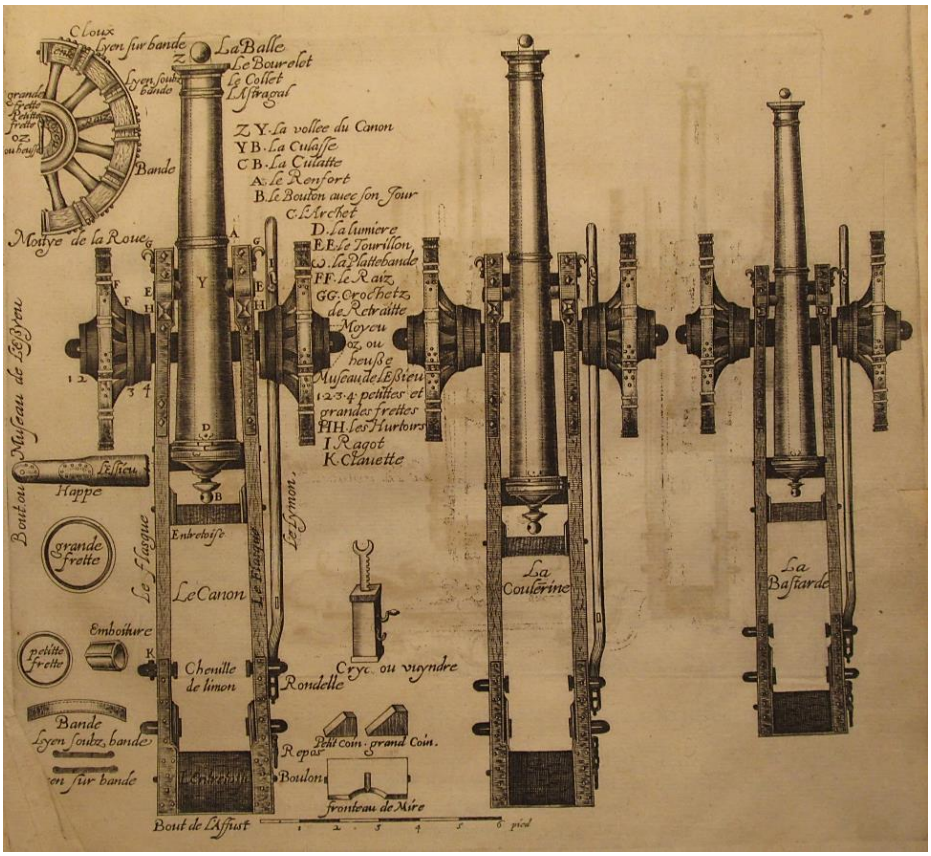


Figure 1.28

Errard, Jean, *La Fortification…*, Paris 1620, planche 1, p. 2 [Bibliothèque Monge, Beaune].

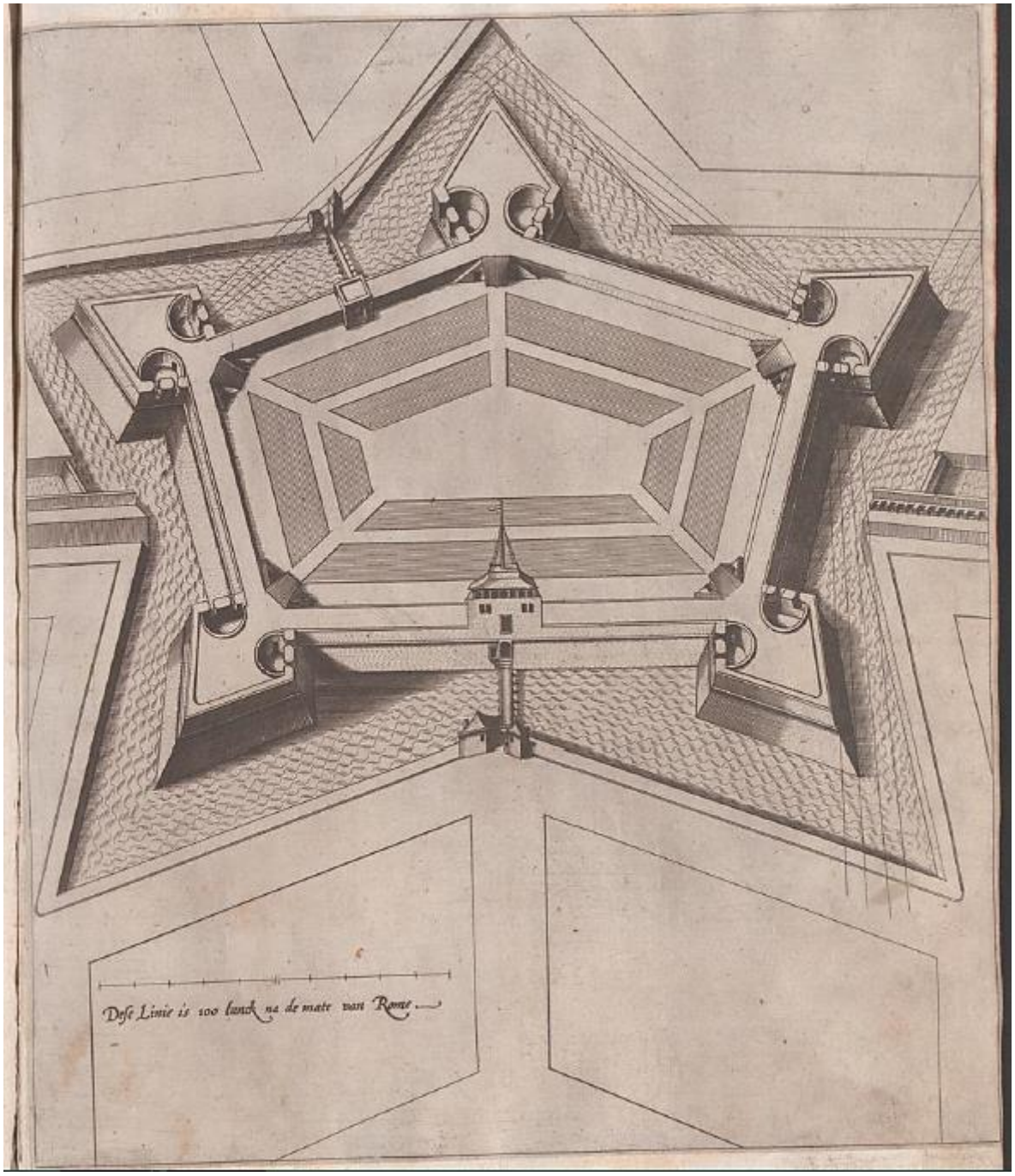


Figure 2.1
Van Schille, Jan, *Form und Weis zu bauwen*… Anvers 1580, fol. 2, non paginé.
Zentralbibliothek Zürich, ZV 110,2 [e-rara]

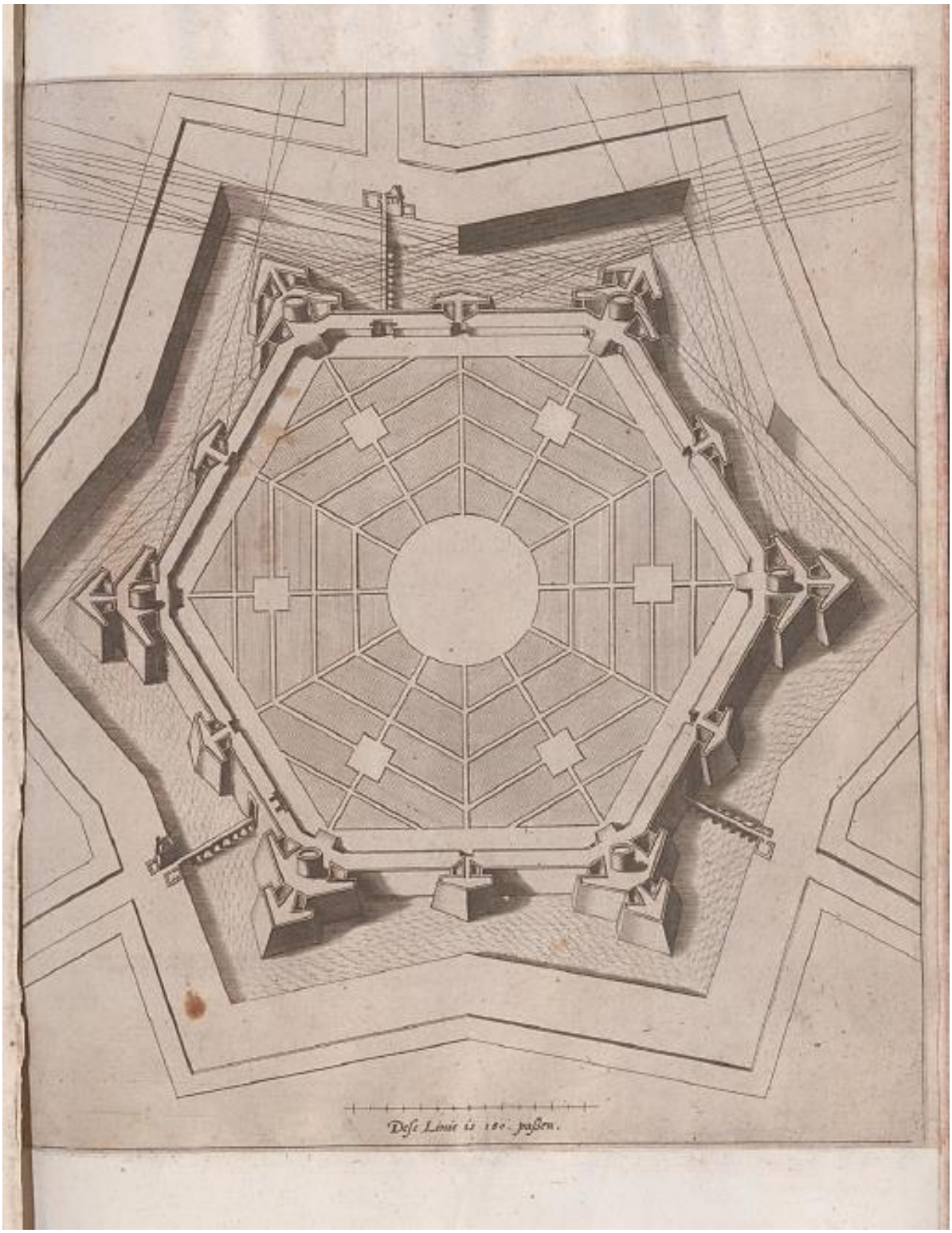


Figure 2.2
Van Schille, Jan, *Form und Weis zu bauwen… op. cit.*, fol. 5, non paginé.

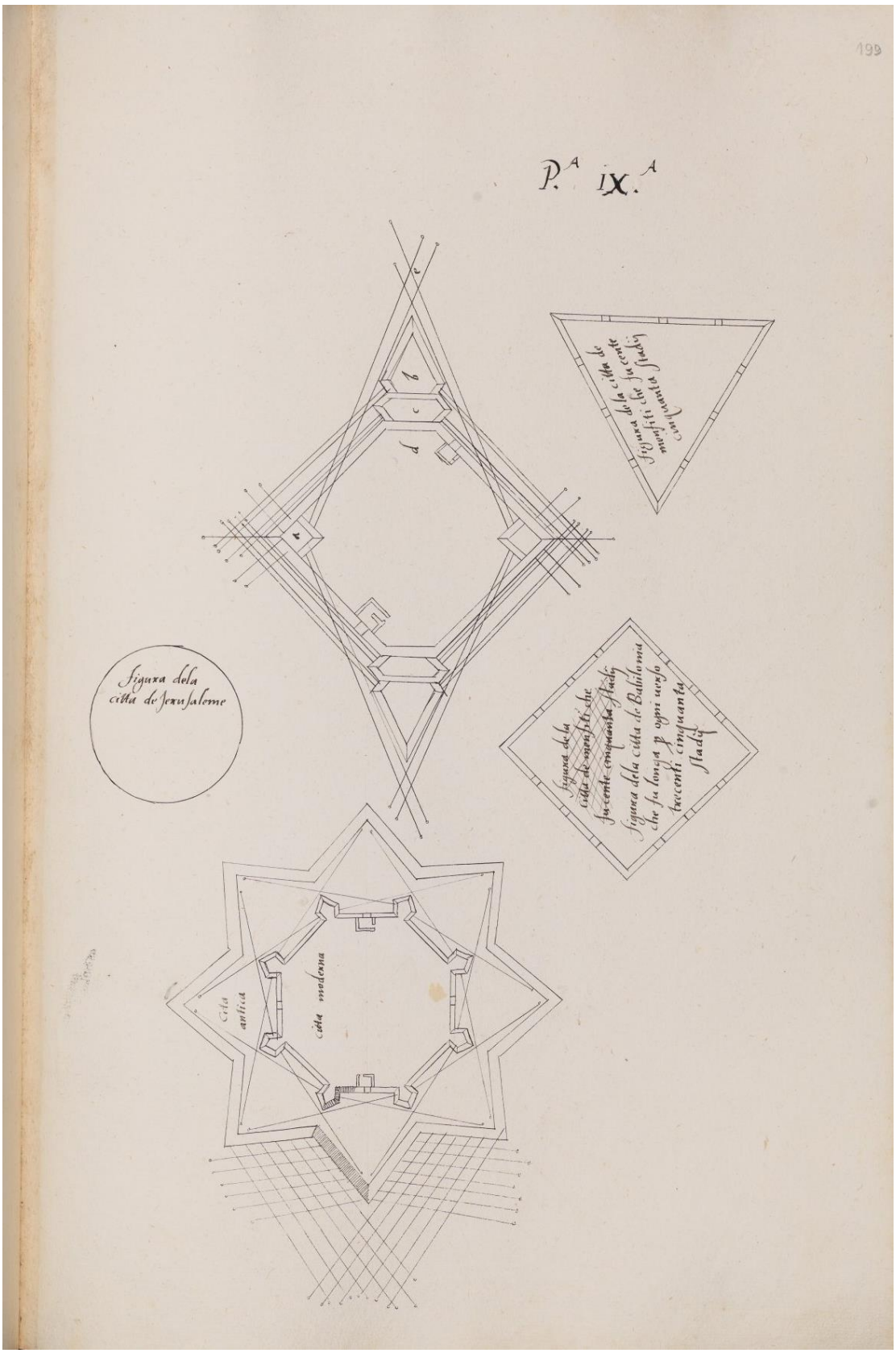
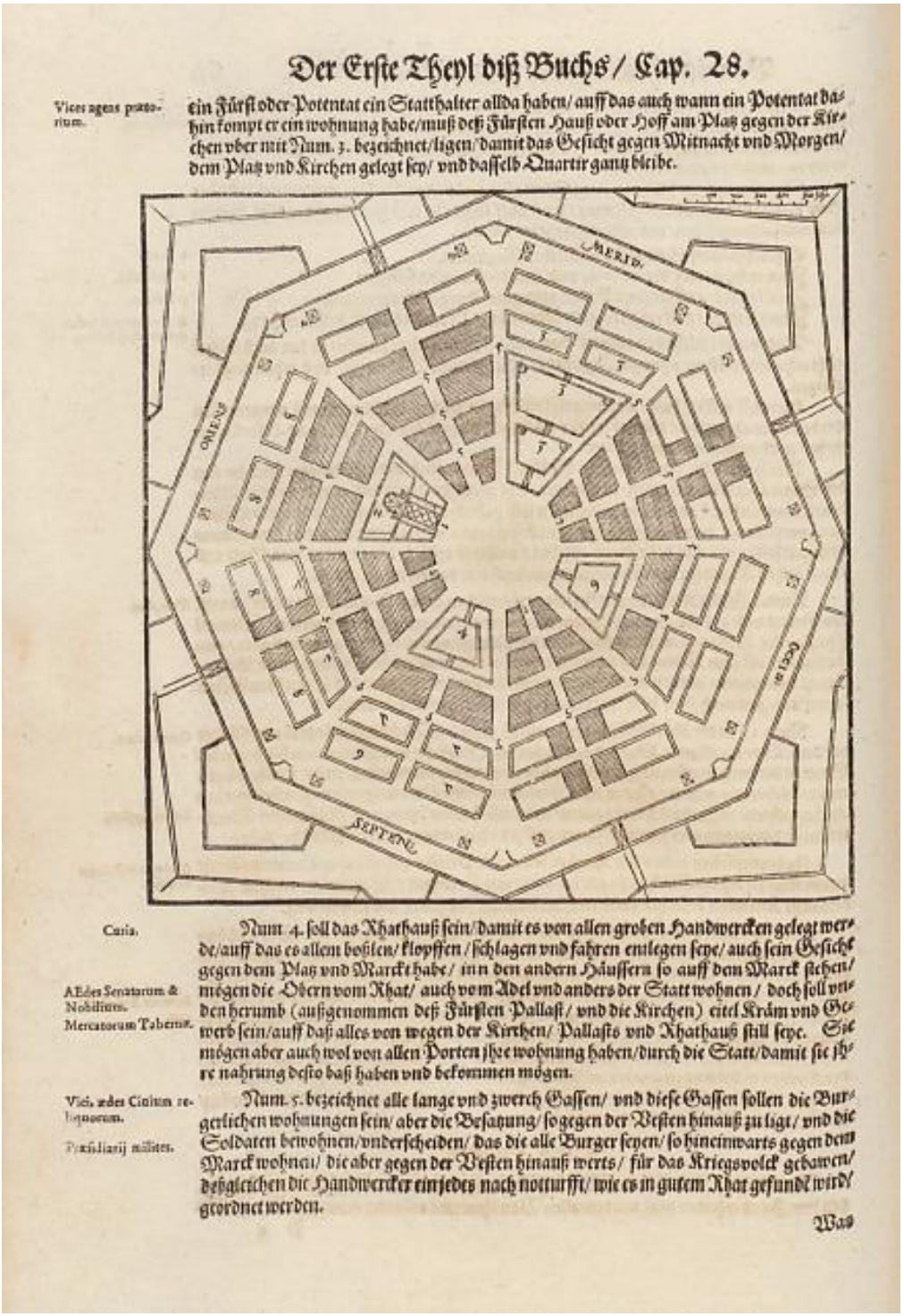


Figure 2.3

Specklin, Daniel, *Architectur* … Strasbourg 1575, fol. 199r.

Württembergische Landesbibliothek, Stuttgart, Codex mathematicus - Cod.math.fol.4, [DSWL]



Der Erste Theyl diß Buchs / Cap. 28.

Vicus agens prætorium.

ein Fürst oder Potentat ein Statthalter allda haben / auff das auch wann ein Potentat dahin kompt er ein wohnung habe / muß deß Fürsten Hauß oder Hoff am Platz gegen der Kirchen vber mit Num. 3. bezeichnet / ligen / damit das Gesicht gegen Mitnacht vnd Morgen / dem Platz vnd Kirchen gelegt sey / vnd dasselb Quartir gantz bleibe.

Curia.

Num. 4. soll das Rhathauß sein / damit es von allen groben Handwercken gelegt werde / auff das es allem bösen / klopffen / schlagen vnd fahren entlegen seye / auch sein Gesicht gegen dem Platz vnd Marckt habe / in n den andern Häussern so auff dem Marck stehen / mögen die Obern vom Rhat / auch vom Adel vnd anders der Statt wohnen / doch soll vnden herumb (außgenommen deß Fürsten Pallast / vnd die Kirchen) eitel Krâm vnd Gewerb sein / auff daß alles von wegen der Kirchen / Pallasts vnd Rhathauß still seye. Sie mögen aber auch wol von allen Porten jhre wohnung haben / durch die Statt / damit sie jhre nahrung deſto baß haben vnd bekommen mögen.

Ædes Senatorum & Nobilium. Mercatorum Tabernæ.

Vici, ædes Civium regiorum.

Num. 5. bezeichnet alle lange vnd zwerch Gassen / vnd diese Gassen sollen die Burgerlichen wohnungen sein / aber die Besatzung / so gegen der Vesten hinauß zu ligt / vnd die Soldaten bewohnen / vnderscheiden / das die alle Burger seyen / so hineinwarts gegen dem Marck wohnen / die aber gegen der Vesten hinauß werts / für das Kriegsvolck gebawen / dergleichen die Handwercker ein jedes nach notturfft / wie es in gutem Rhat gefunde wird / geordnet werden.

Was

Præsidiarij milites.

Figure 2.4

Specklin, Daniel, *Architectura von Vestungen*… Strasbourg 1599, fol. 58v.
ETH-Bibliothek Zürich, Rar 9614 fol [e-rara]

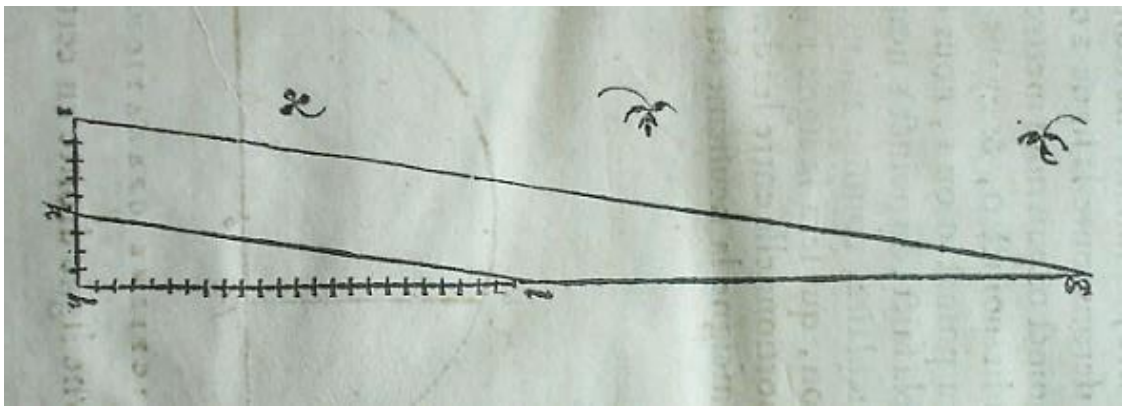
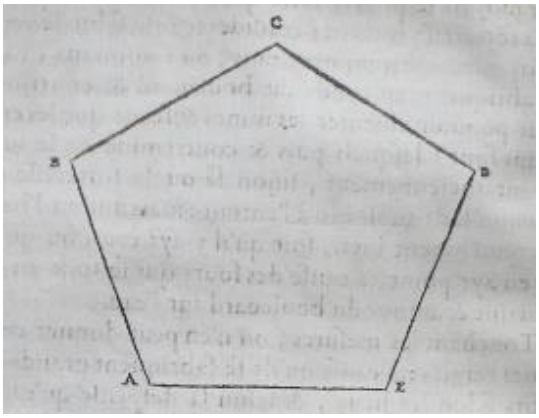
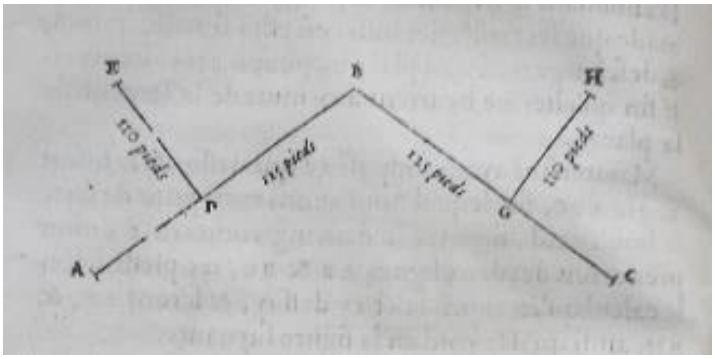


Figure 2.5
Cattaneo, Girolamo, *Le Capitaine*… Lyon, Roussin 1593, p. 21, fol. signé C3
Bibliothèque municipale de Montbéliard, Gu 14 [figure originale verticale].





Figures 2.6 & 2.7
Cattaneo, Girolamo, *Le Capitaine*… *op. cit.*, p. 28, p. 32.

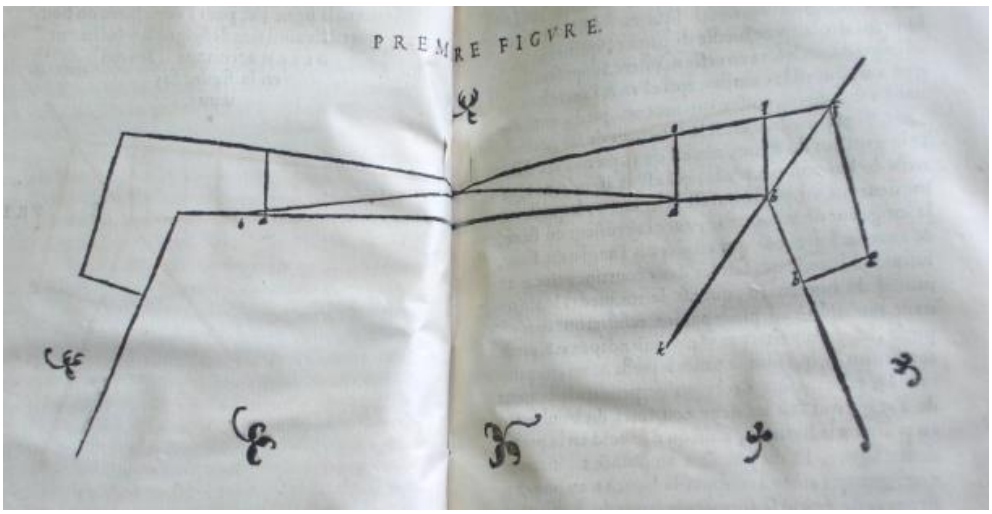


Figure 2.8
Cattaneo, Girolamo, *Le Capitaine*… *op. cit.*, p. 34-35.

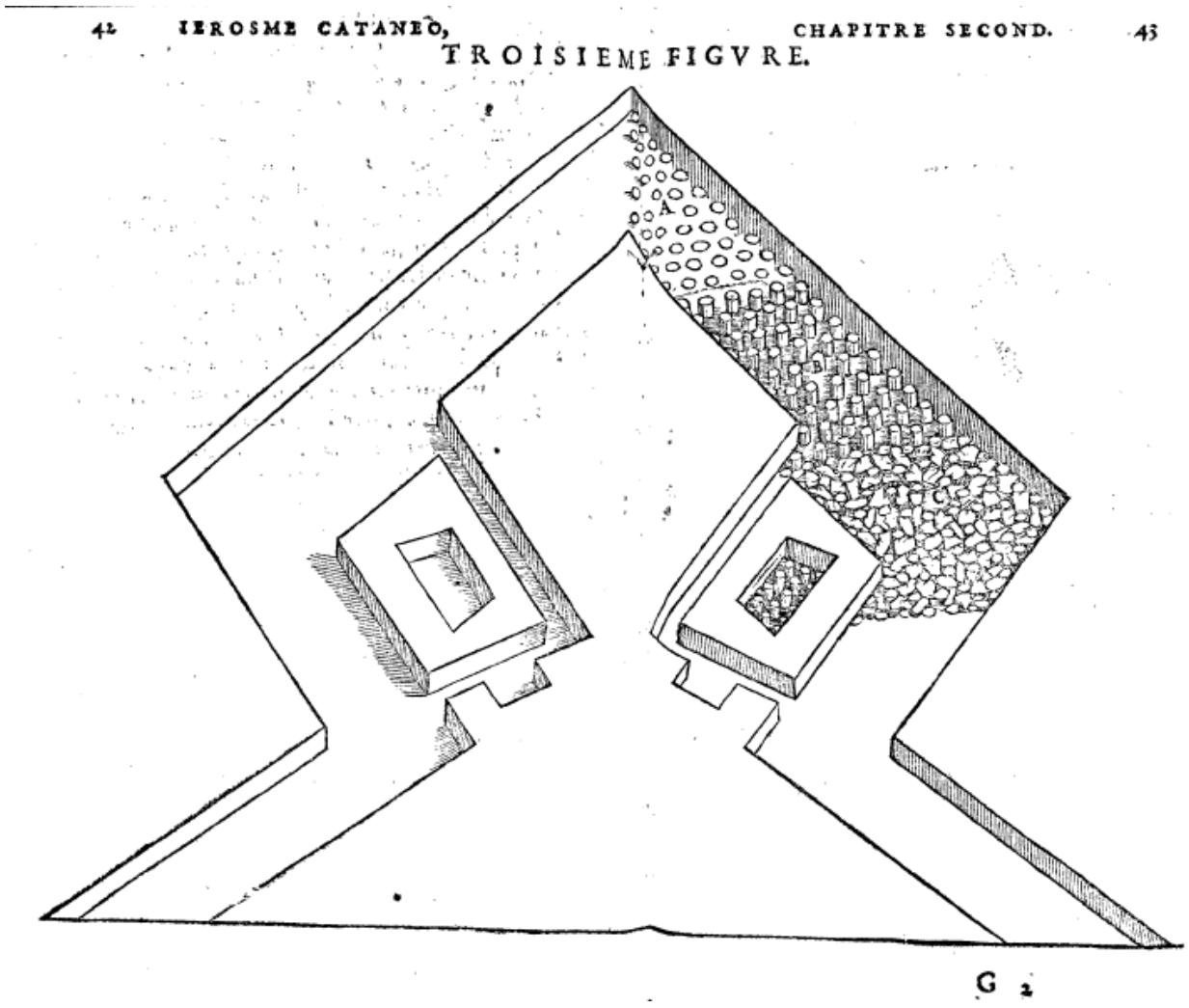


Figure 2.9
Cattaneo, Girolamo, *Le Capitaine*…, Lyon, Roussin, 1593, p. 42-43.
Bibliothèque d'étude et de conservation, Besançon, 238 466.

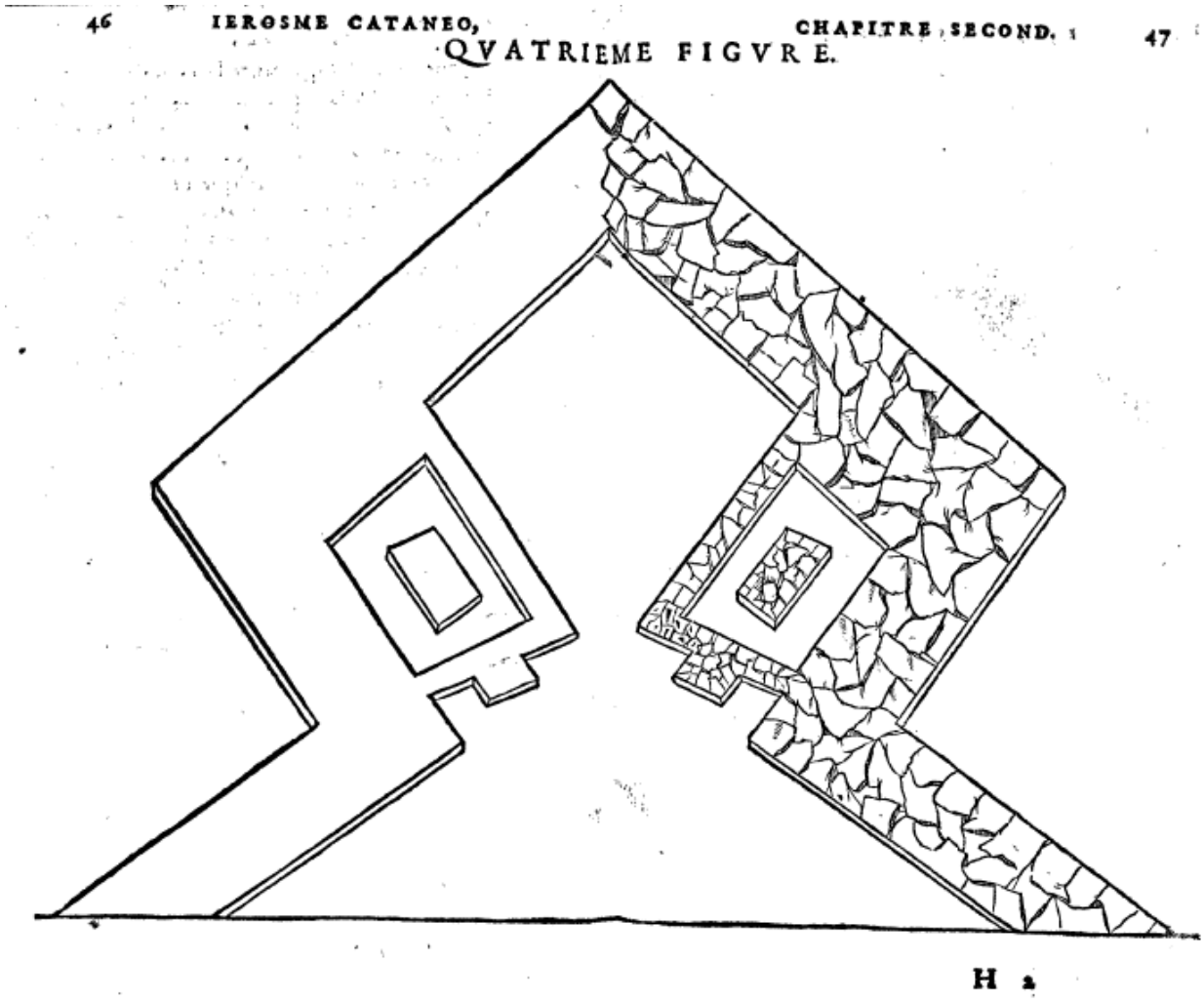


Figure 2.10
Cattaneo, Girolamo, *Le Capitaine… op. cit.*, p. 46-47.

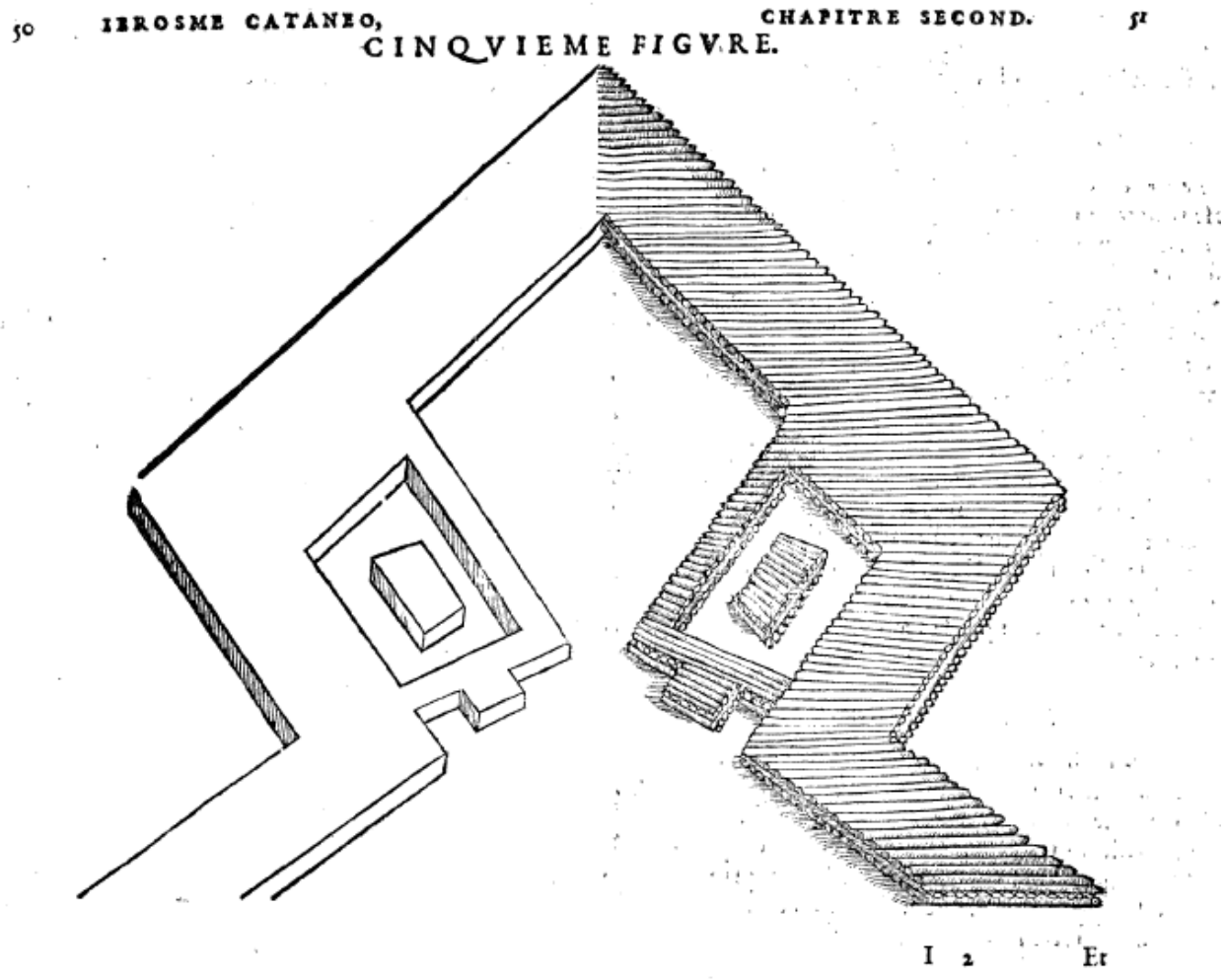


Figure 2.11
Cattaneo, Girolamo, *Le Capitaine… op. cit.*, p. 50-51.

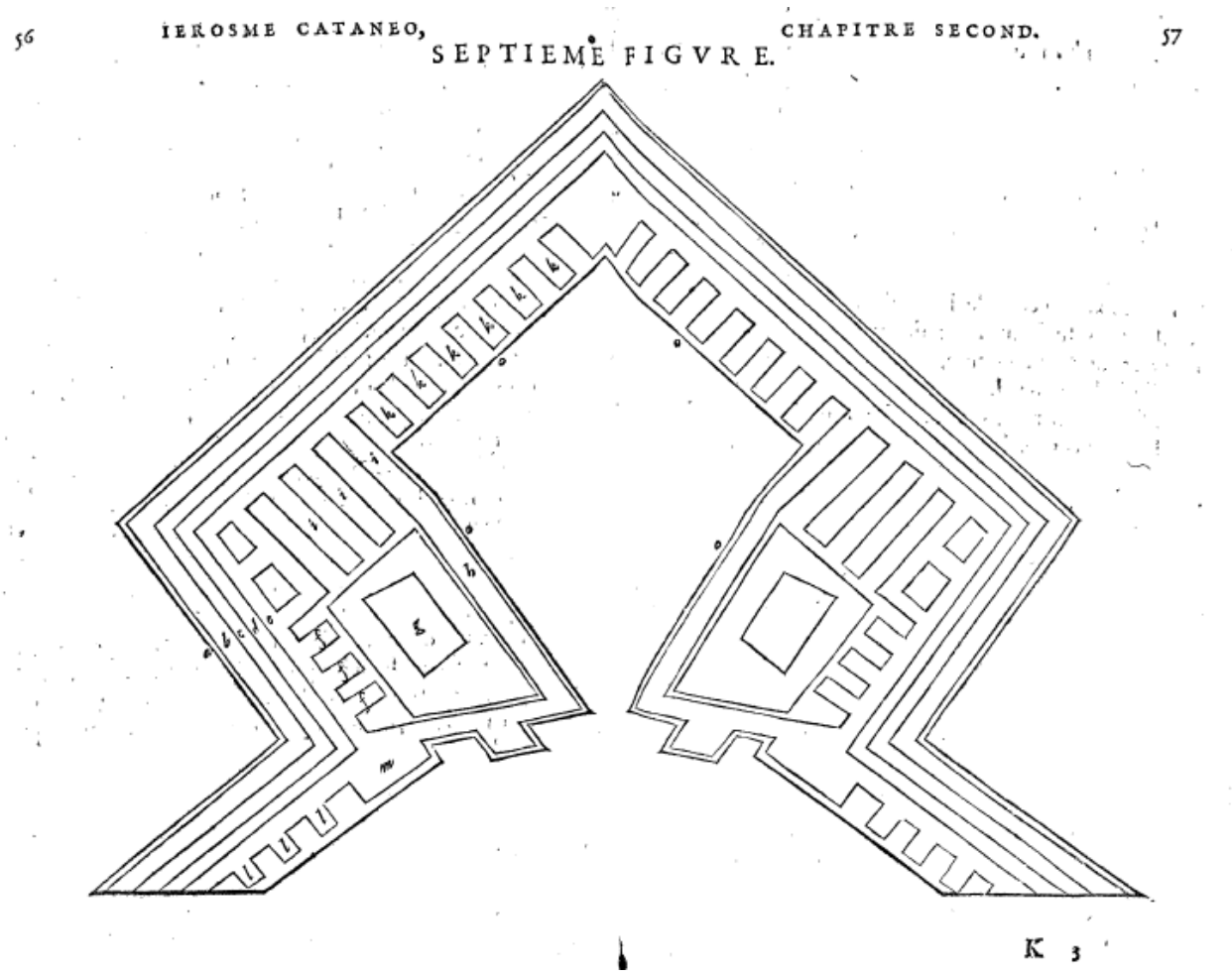


Figure 2.12
Cattaneo, Girolamo, *Le Capitaine… op. cit.*, p. 56-57.

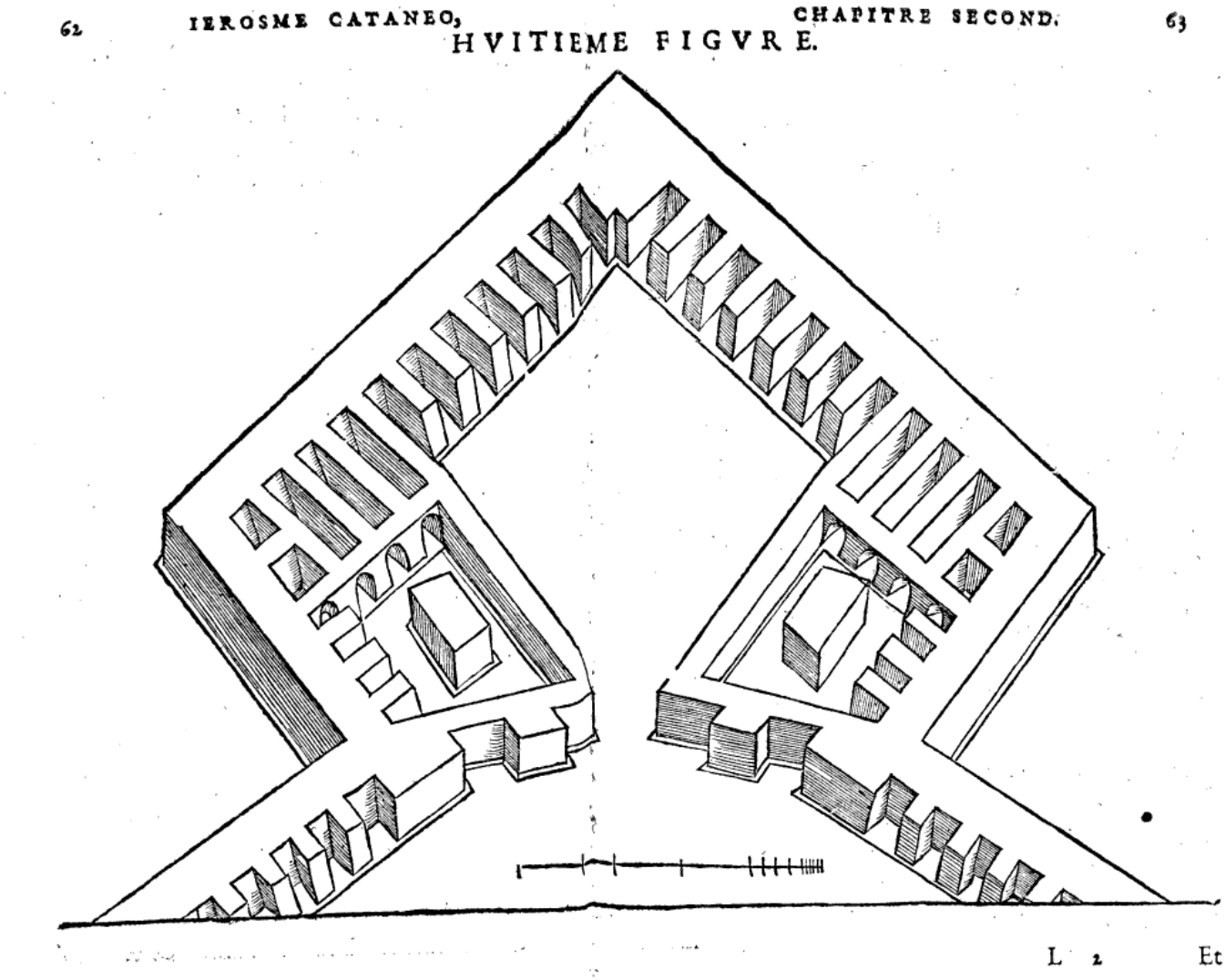
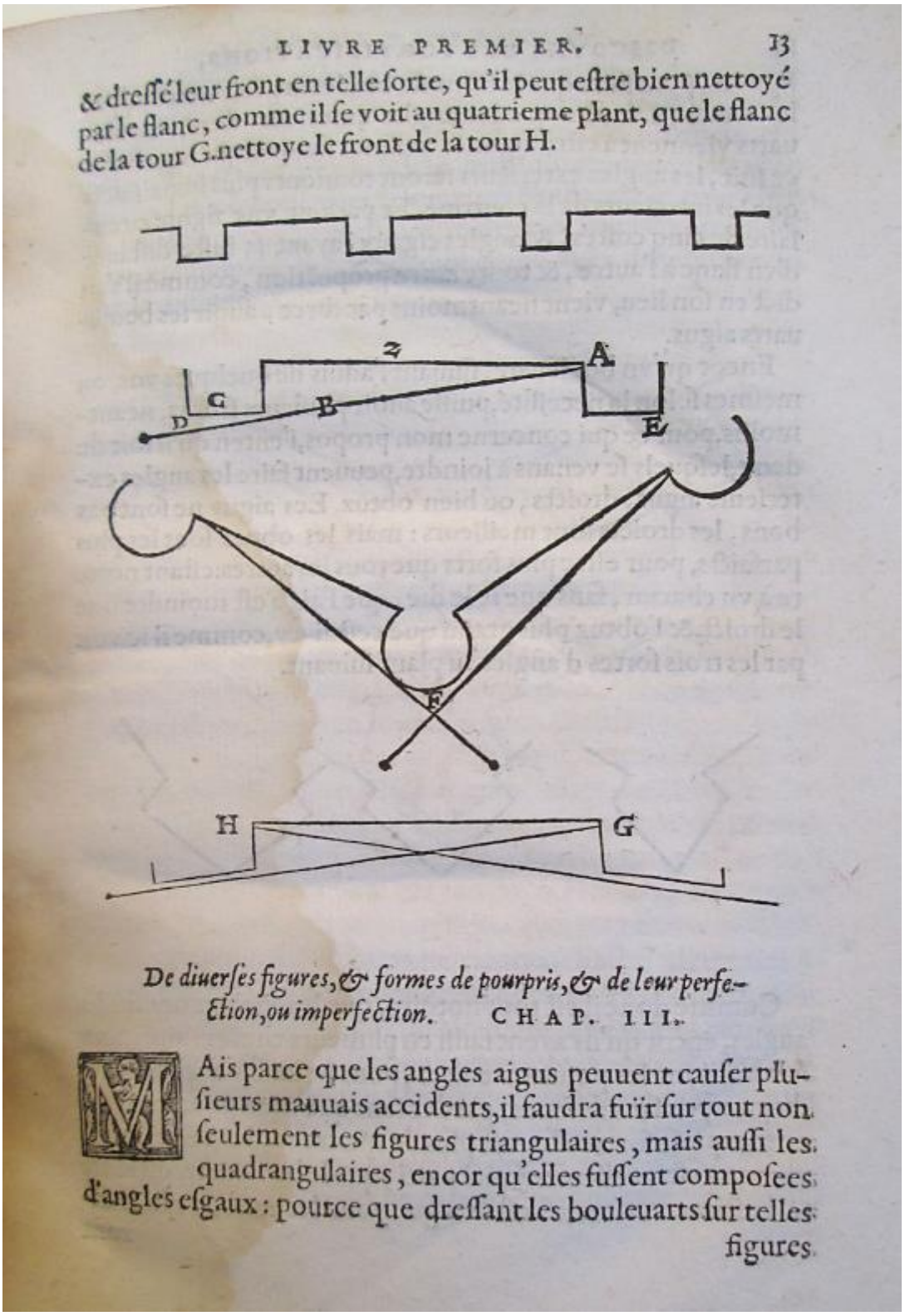


Figure 2.13
Cattaneo, Girolamo, *Le Capitaine… op. cit.*, p. 62-63.



LIVRE PREMIER. 13

& dreſſé leur front en telle ſorte, qu'il peut eſtre bien nettoyé par le flanc, comme il ſe voit au quatrieme plant, que le flanc de la tour G. nettoye le front de la tour H.

Z A G B D E F H G

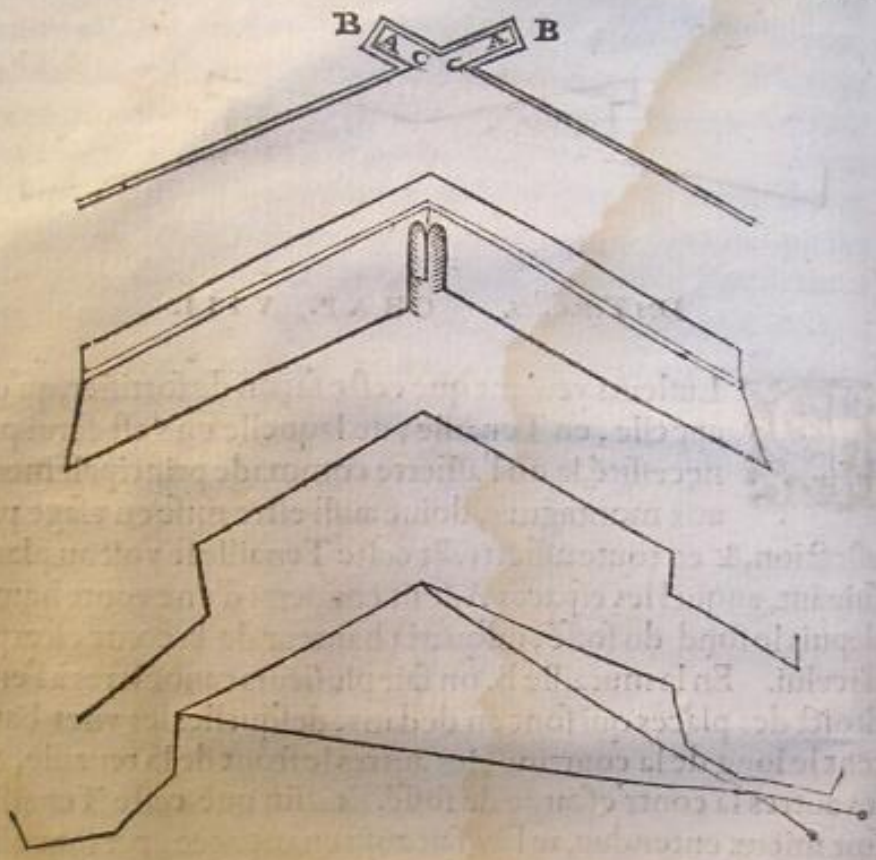
De diuerſes figures, & formes de pourpris, & de leur perfection, ou imperfection. CHAP. III.

MAis parce que les angles aigus peuuent cauſer pluſieurs mauuais accidents, il faudra fuïr ſur tout non ſeulement les figures triangulaires, mais auſſi les quadrangulaires, encor qu'elles fuſſent compoſees d'angles eſgaux: pource que dreſſant les bouleuarts ſur telles figures

Figure 2.14

Theti, Carlo, *Discours sur le faict des fortifications*… Lyon, 1589, p. 13.
Bibliothèque Gaspard Monge, Beaune, ancien B 397.

tant des flancs, neantmoins, à mon aduis, elles peuuent, & doiuent eſtre prattiquees aux montagnes, ou là où l'aſſiette commande : car en ceſte façon vn homme de iugement enclorra la place, laquelle eſtant delaiſſee, pourroit donner commodité à l'ennemi d'executer ſes deſſeings. Et ne reſtant aucun endroict duquel l'ennemi puiſſe endommager grandement la fortereſſe, ces tenailles ſont à louër: comme au contraire, elles



ſont à condamner, les faiſant en lieu où l'aſſiette n'aſtraint pas à les faire. Et dreſſant ſur icelles des bouleuarts, cõme on voit en ce plant, il en aduiendra d'autant plus d'inconuenients, qui pourront eſtre conſiderés par qui aura iugement, ſuiuant ce qui a eſté deſia ſouuent dict en ces diſcours : ce qui ſemblera, peut eſtre, mal aiſé à ceux qui ſe perſuadent, que pour forcer

vne

Figure 2.15

Theti, Carlo, *Discours sur le faict des fortifications*… op. cit., p. 44.

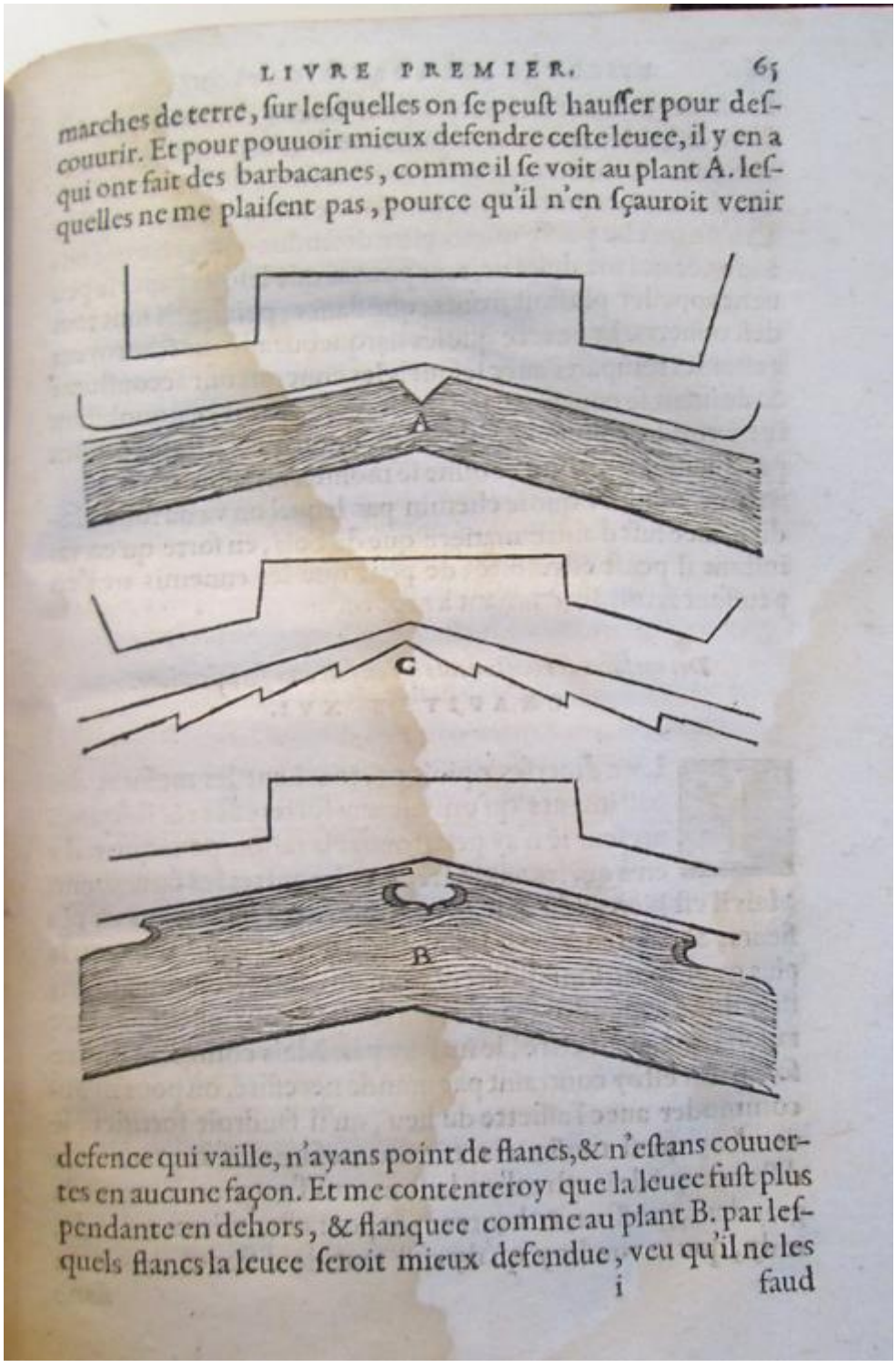


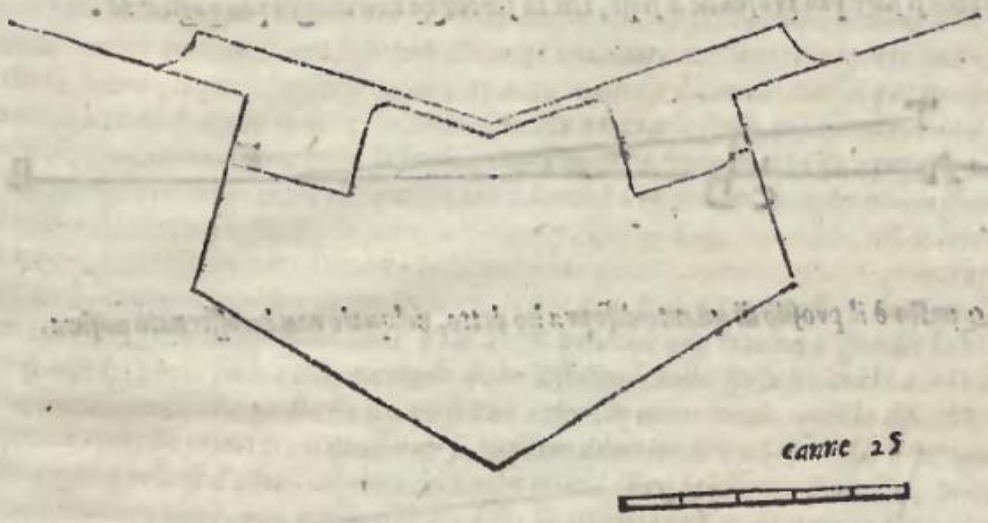
Figure 2.16

Theti, Carlo, *Discours sur le faict des fortifications*… op. cit., p. 65.

piu alti, perche trauaglieranno piu gli inimici.

Li corridori ouer anditi che si faranno in loco doue ci ha da caminar l'artiglieria: denno esser larghi da uenti doi palmi, accioche incontrandosi doi carri d'artiglierie, l'un non possa impedir l'altro.

L'altezza nelli argini deue esser tanto che un' huomo a cauallo possa caminar dietro di quella, senza esser scoperto di fuori, & l'ultima parte de gli argini deue esser da lungo canne cento da la facciata della fortezza.



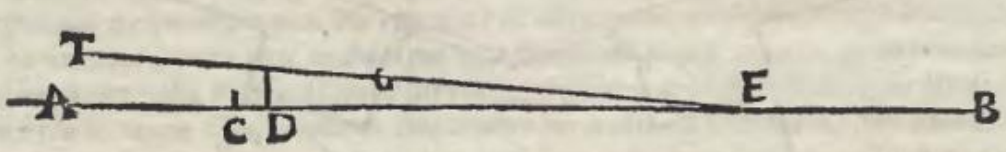
Et perche molti sogliono dire che la muraglia d'una fortezza deue esser alta quanto a lor pare, senza dimostrarne ragione, non mi è parso fuor di proposito dir minutamente quanto sopra di tale altezza m'occorre, & prima dirò che ognuno sa che la muraglia quanto piu sarà alta & coperta, tanto sarà meglio, ma bisogna auuertire alla spesa, & a quel che non se ne puo far di manco, & lasciare in arbitrio d'ogni persona l'agiugnere perfettione alle cose ben fatte, & uenendo al particolare conchiudo che non si puo dir con ragione che la muraglia cosi dal cordone in su, come dal cordone in giu, deue esser tanto, percioche questa altezza & profondità, uiene alterata dalla larghezza del fosso, & da l'altezza che si uorrà nell'argine, e primo che si dica altro, bisogna farne la proua, & procedere de la maniera seguente. La linea. A. B. sia il piano de la campagna doue si ha da fare una facciata della fortezza nel segno .A. deue uenir posta la muraglia: la larghezza del fosso termine nel. C. laquale facciamo che sia canne quindici dal. C. al D. sia la larghezza della strada da sortire, laquale sia larga canne tre, la linea perpendicolare in segno D. sia l'altezza che si uorrà nell'argine. Il segno. E. sia l'ultima parte della pendentia dell'argine: laquale deue esser canne cento distante dalla facciata. A. Hora presupposto quanto ho detto conchiudo che l'argine si accõmodarà nel modo che dimostra la linea. G. laqual comincia dal segno. E. & toccando per la linea. D. doue die finir l'argine; seguita quella drittura, per insino al perpen-

Figure 2.17

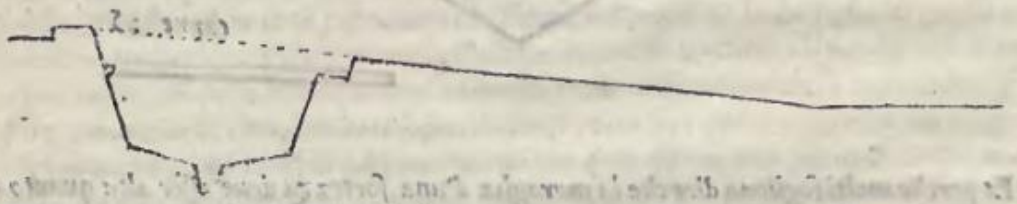
Theti, Carlo, *Discorsi di fortificationi*…, Rome, 1569, fol. 24r.

Biblioteka Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław, XVI.Qu.11 286 [DBC]

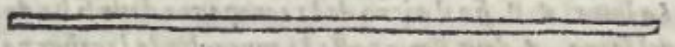
perpéditulo della lettera A. ilquale è T.& ueduto che ſarà quanto è il ſpatio dal ſegno.T. al ſegno A.quello ſi deue radoppiare per due uolte & mezo,come ſarebbe a dire che ſi dal A.al T.foſſe due cáne la foſſa non douerebbe eſſer manco profonda di ſei canne & meza, la ragione è,che quella muraglia che uien coperta da l'argine e piu facile a eſſere battuta, & per far la foſſa atta a riceuere tal rouuine acciò li fianchi non uenghino impediti per tal cauſa di far l'officio loro, l'altezza del parapetto ſi farà dal ſegno.T.in ſu laquale deue eſſe re tonda o a barba dalla parte di fuora, e dalla parte di dentro alto quanto altroue ho det to,acciò l'artiglieria poſſa tirare da ogni parte della fortezza. Et queſto è quanto per ho- ra mi occorre ſopra di tal materia, auuertendo,come altroue ho detto che io non niego che uolendoſi fare piu profondo il foſſo, che la fortezza non uenghi piu gagliarda.



Queſto è il profilo di quanto diſopra ho detto, nelquale non ho oſſeruato miſura.



Terza parte d'un palmo d'architetto Romano.



Li caſtelli o cittadelle ſi ſoglion fare per uoler tener il populo in freno, e per non tener ordinariamente il preſidio di gente aſſai in un luogo piu d'importanza,percioche eſſer do cuſtodito il caſtello,ilche ſi puo fare con non molta ſpeſa, per uia di quello ſi potria ri- cuperar la città che foſſe ſtata rubata, hauendo però quel che biſogna per tal ricuperatio- ne,

Figure 2.18
Theti, Carlo, *Discorsi di fortificationi*…, Rome, 1569, *op. cit.*, fol. 24v.

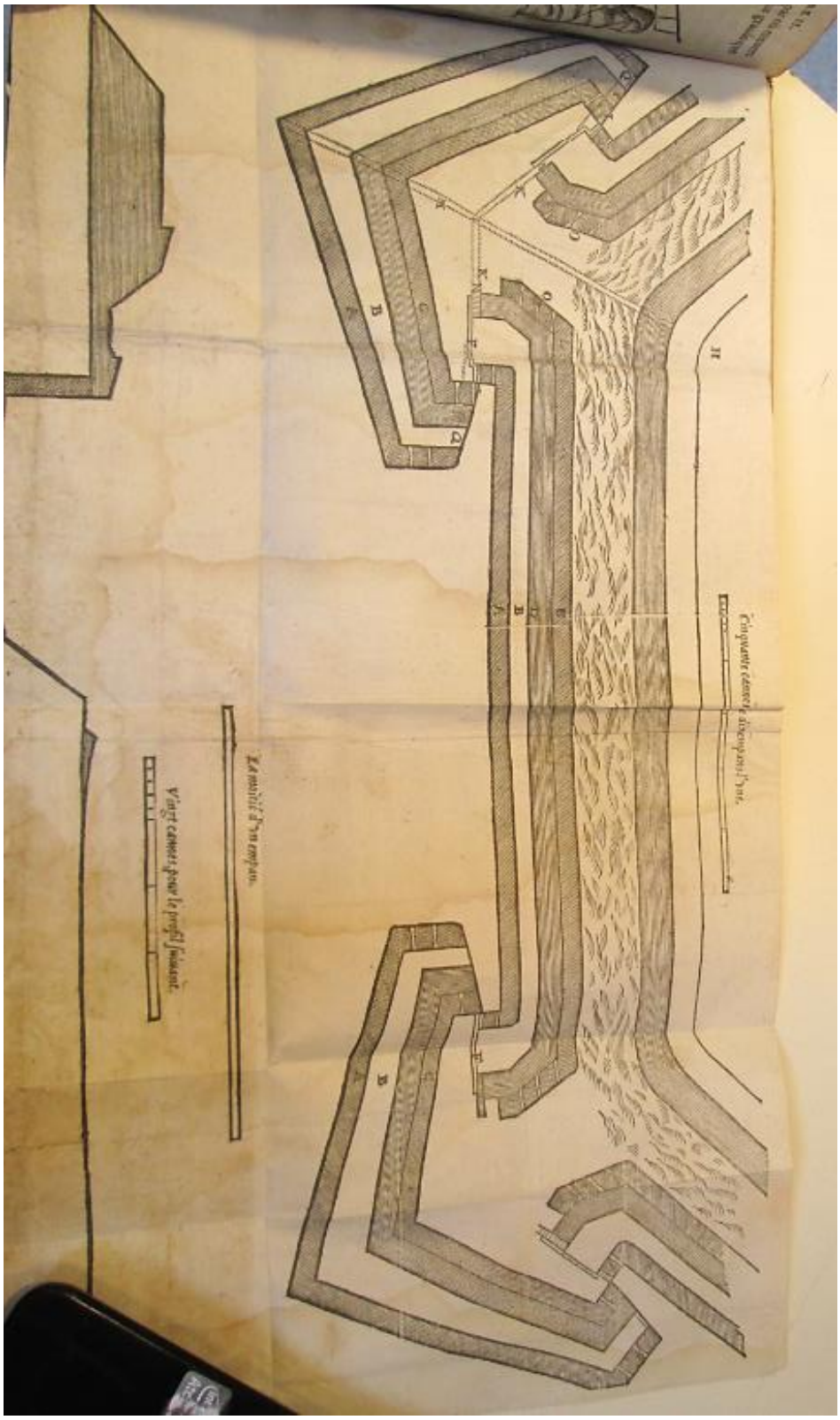


Figure 2.19
Theti, Carlo, *Discours sur le faict des fortifications…* Lyon, 1589, planche hors-texte.
Bibliothèque Gaspard Monge, Beaune, ancien B 397.

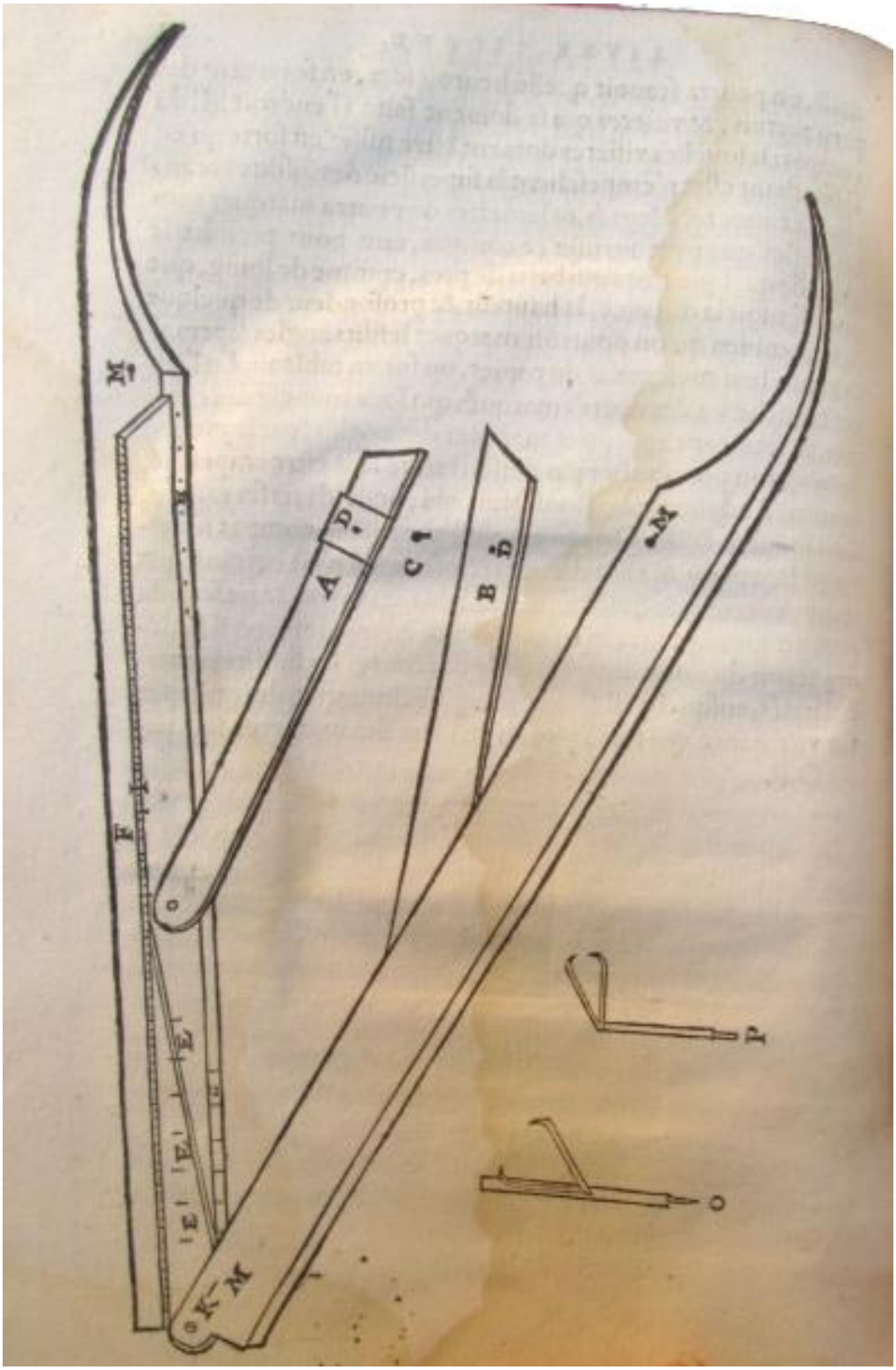


Figure 2.20
Theti, Carlo, *Discours sur le faict des fortifications*… Lyon, 1589, *op. cit.*, p. 112.

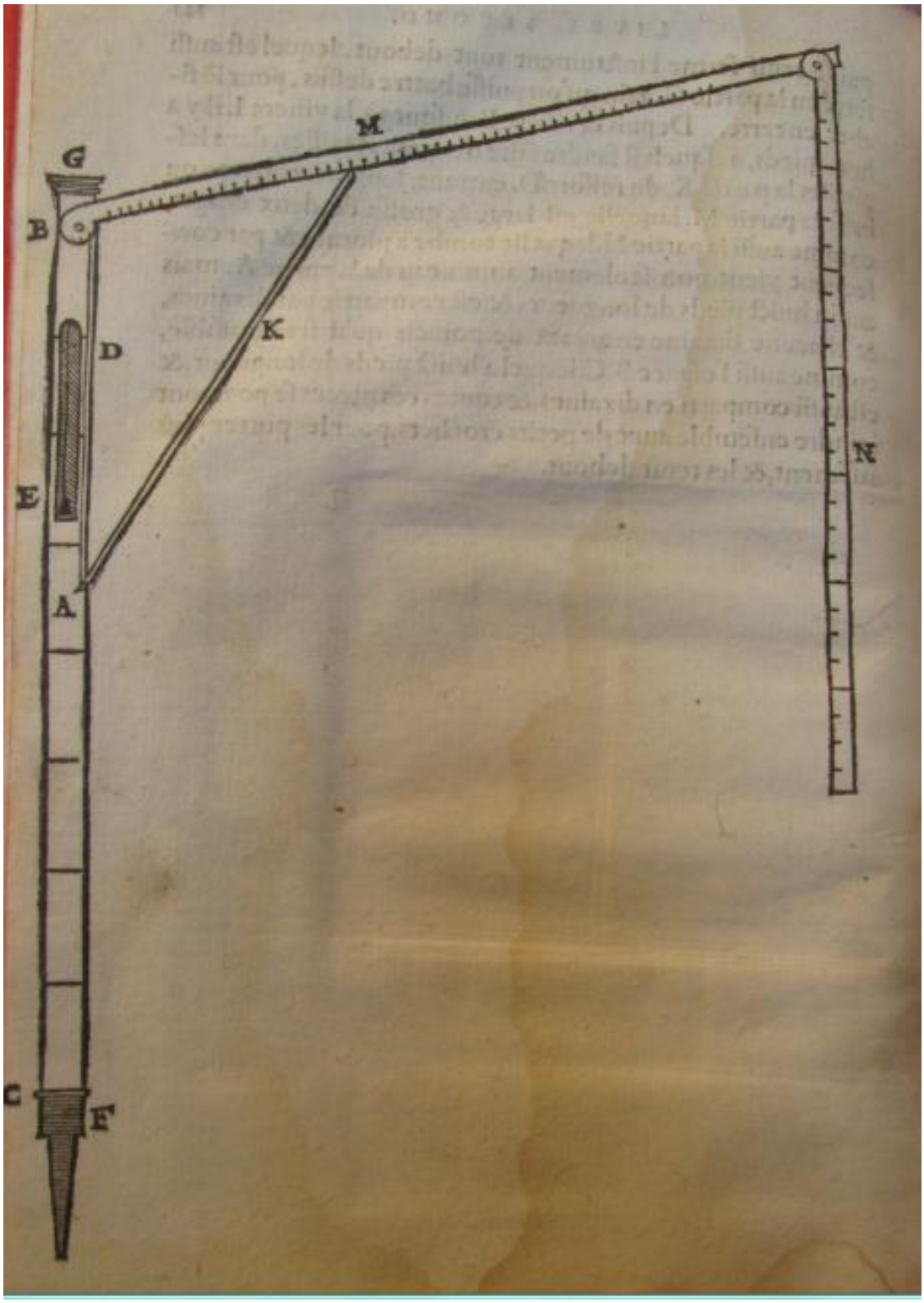


Figure 2.21
Theti, Carlo, *Discours sur le faict des fortifications… op. cit.*, p. 122.

Figure 2.22

Alghisi, Galasso, *Delle fortificationi di M. Galasso Alghisi da Carpi* … [Venise], 1570, frontispice.
Bibliothèque municipale de Toulouse, Fa A 1107.
Notons que cet exemplaire provient du Collège de Clermont (Jésuites de Paris)

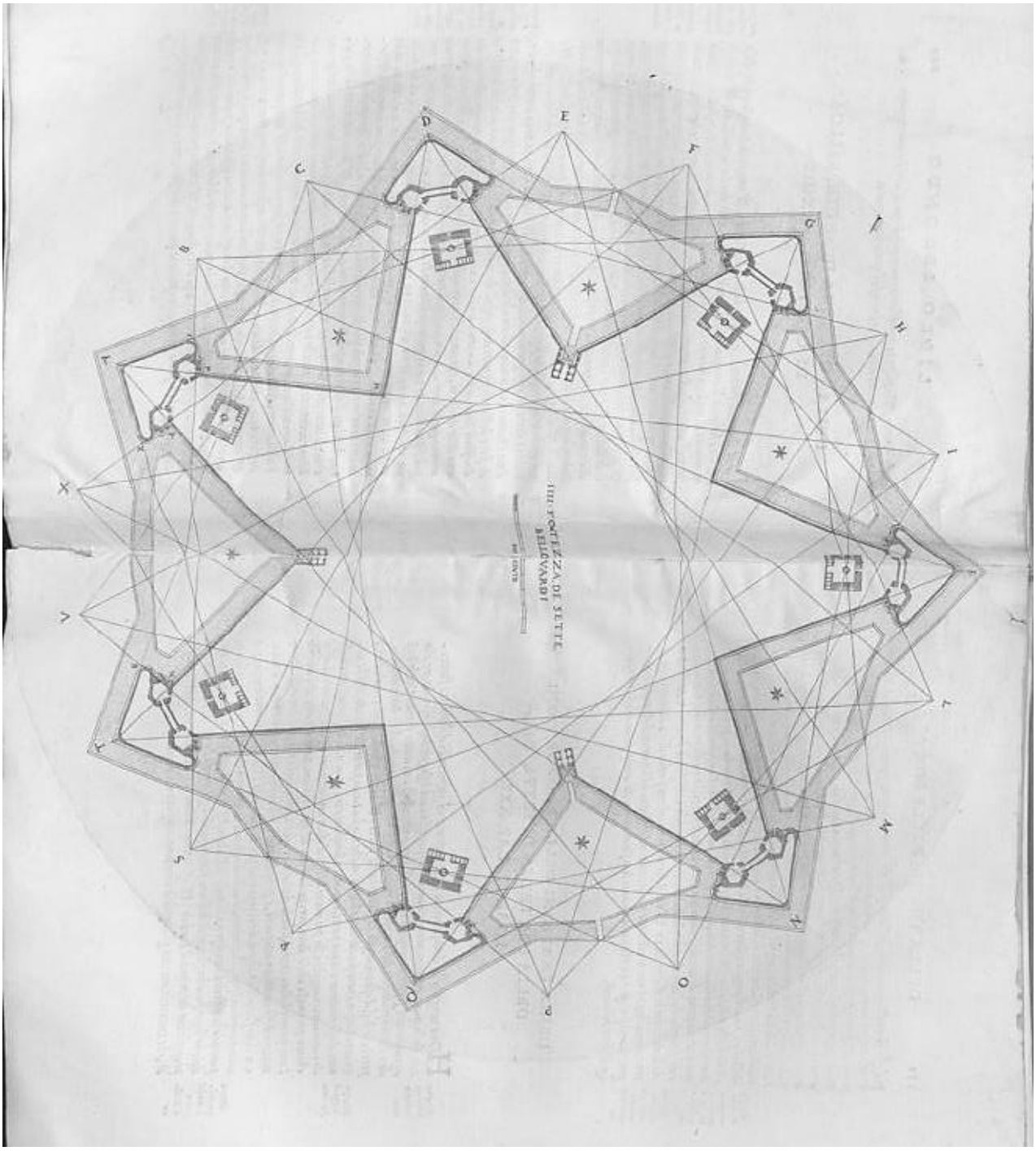


Figure 2.23
Alghisi, Galasso, *Delle fortificationi di M. Galasso Alghisi da Carpi …* [Venise], 1570, p. 130-131.
Médiathèque Jean Lévy, Lille, Réserve fonds précieux, 44423.

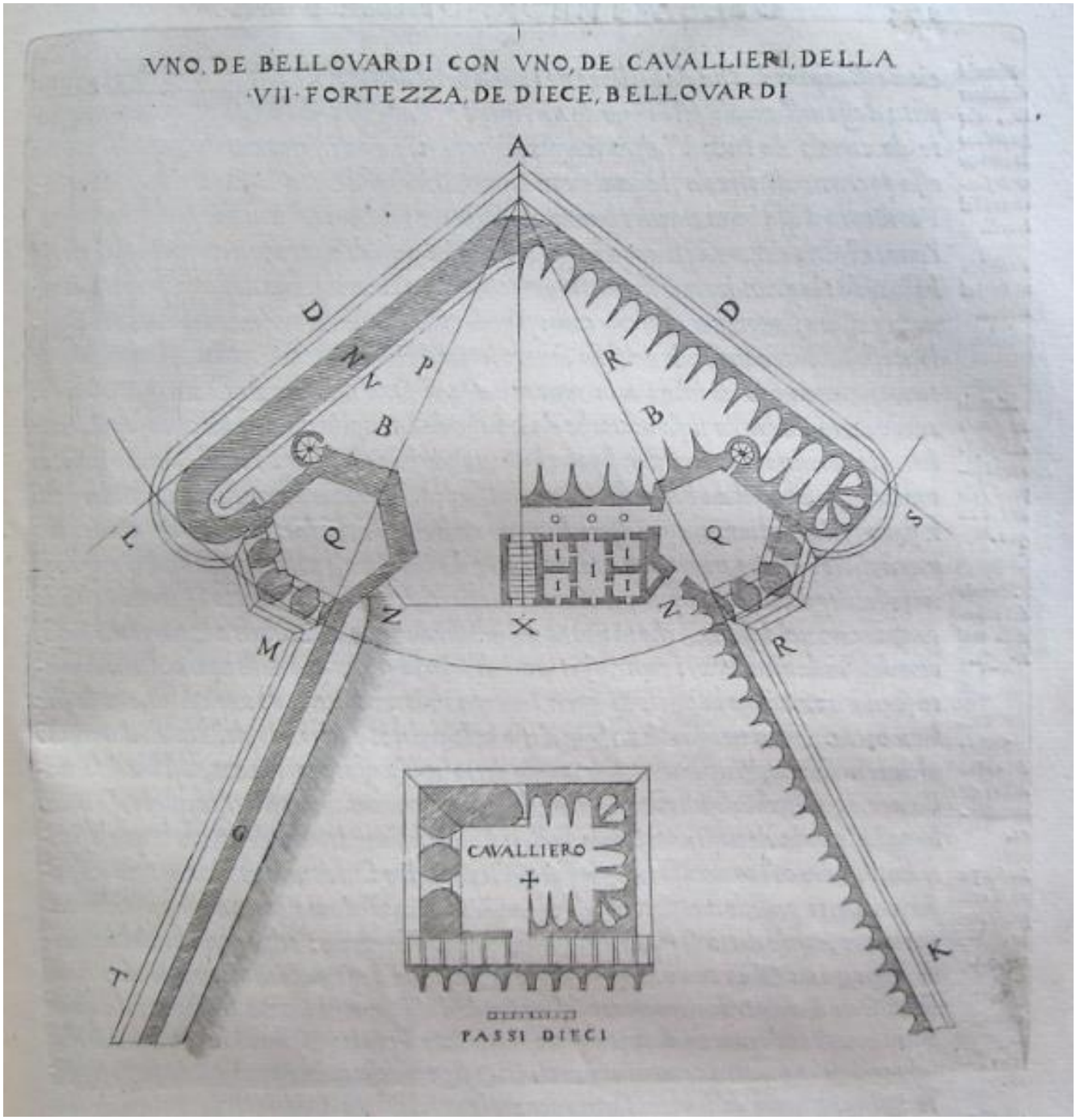


Figure 2.24

Alghisi, Galasso, *Delle fortificationi di M. Galasso Alghisi da Carpi …*, *op. cit.*, p. 173.

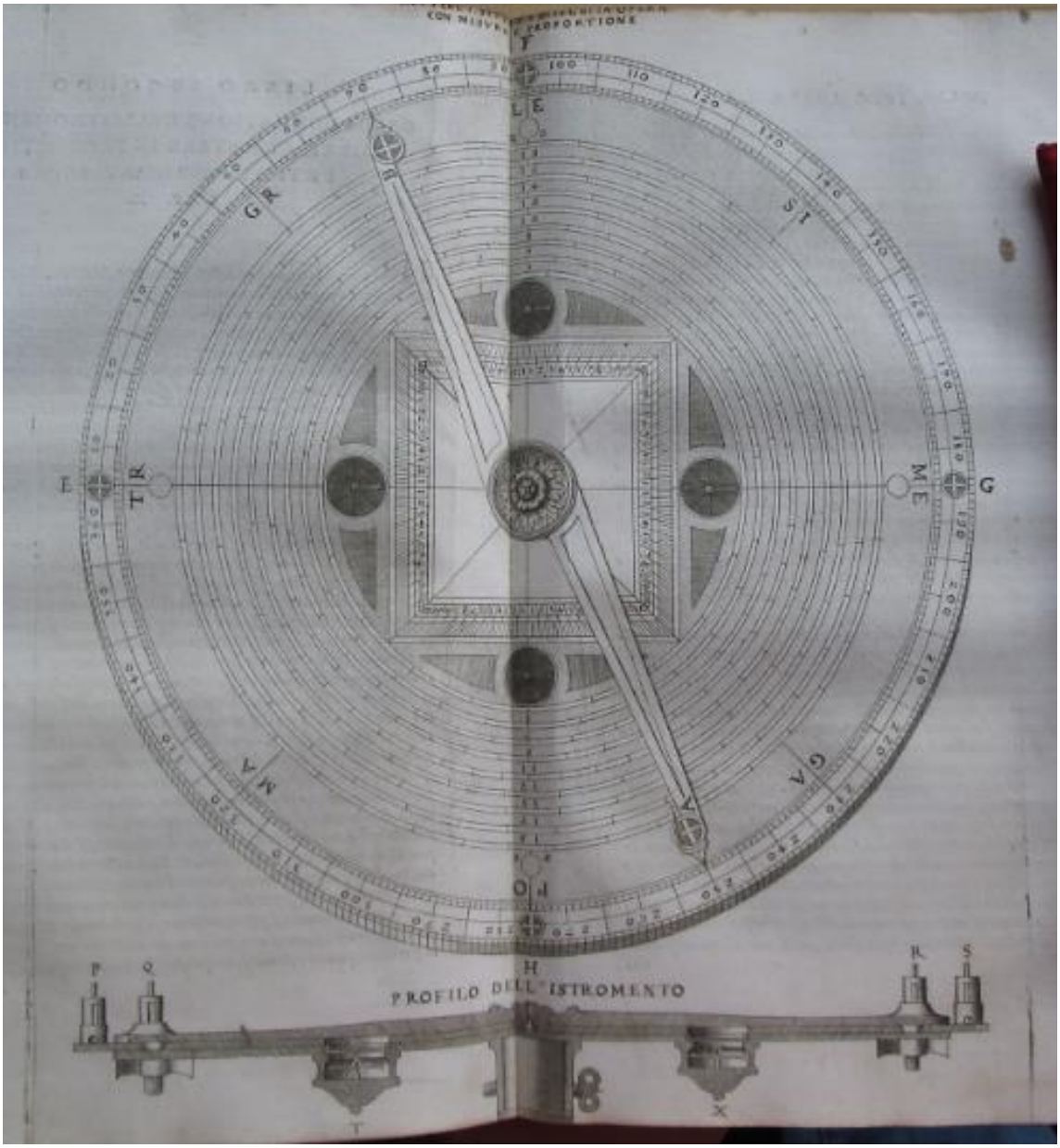


Figure 2.25
Alghisi, Galasso, *Delle fortificationi di M. Galasso Alghisi da Carpi …*, *op. cit.*, p. 72-73.

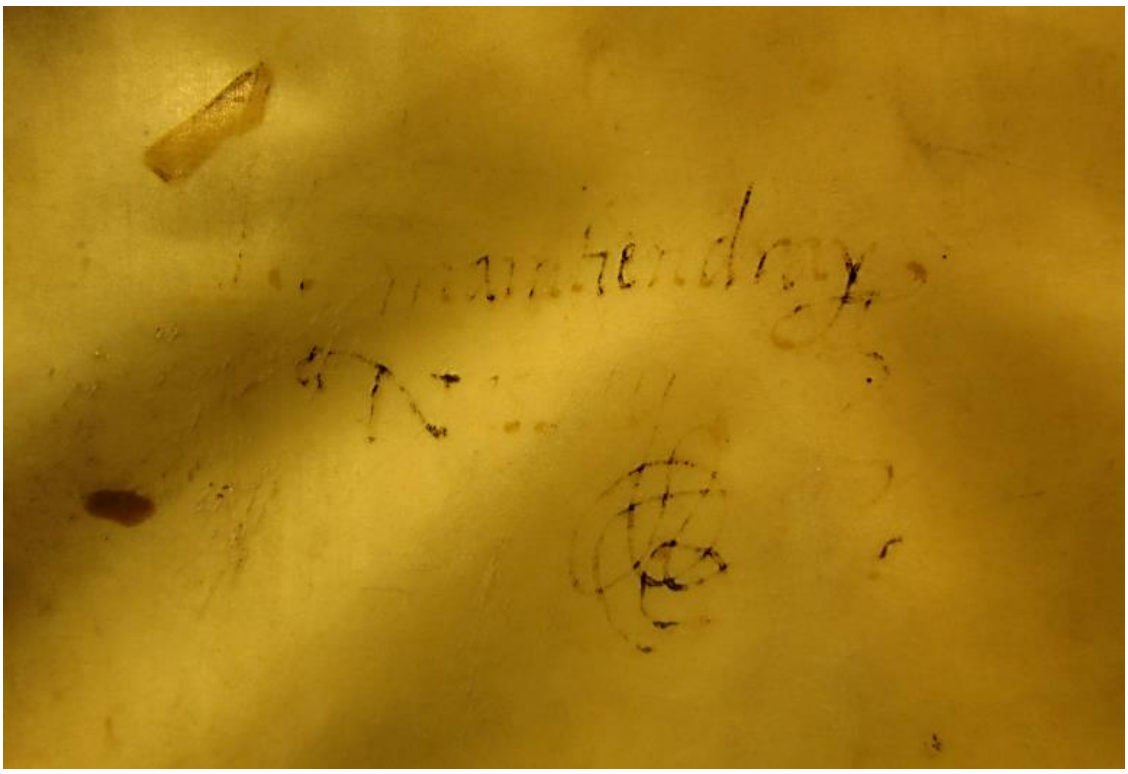


Figure 2.26

Discours de M. Aurelio de Pasino Ferrarois Architecte de tresillustre Seigneur Monseigneur le Duc de Buillon. Sur plusieurs poincts de l'architecture de guerre …, p. 173, reliure, dos.
Bibliothèque royale de Belgique, Ms 9956.

Figure 2.27

Discours de M. Aurelio de Pasino Ferrarois…, *op. cit.*, Dédicace, premier fol., non paginé.

Figure 2.28
Discours de M. Aurelio de Pasino Ferrarois…, op. cit., p. 12

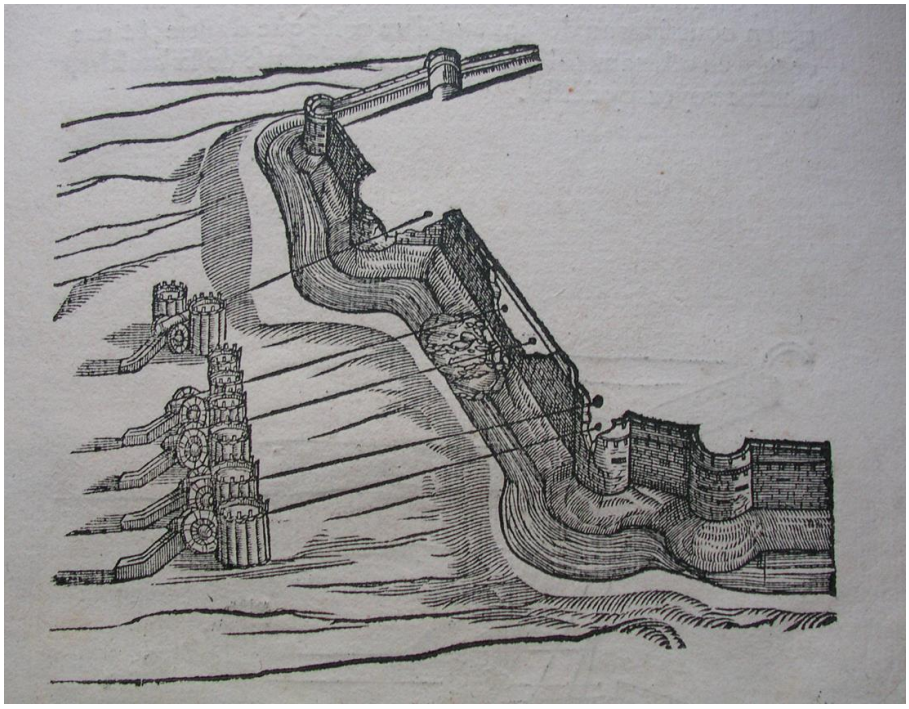


Figure 2.29
Pasino, Aurelio de, *Discours sur plusieurs poincts…*, op. cit., Anvers, 1579, p. 27
Bibliothèque municipale de Dijon, 11133.

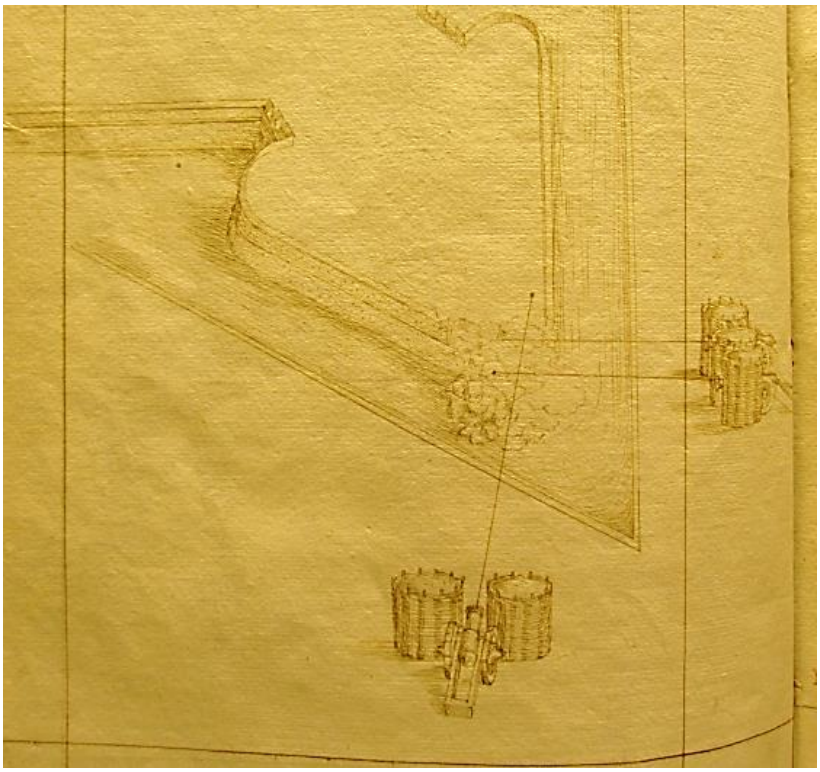


Figure 2.30
Discours de M. Aurelio de Pasino Ferrarois…, op. cit., p. 12

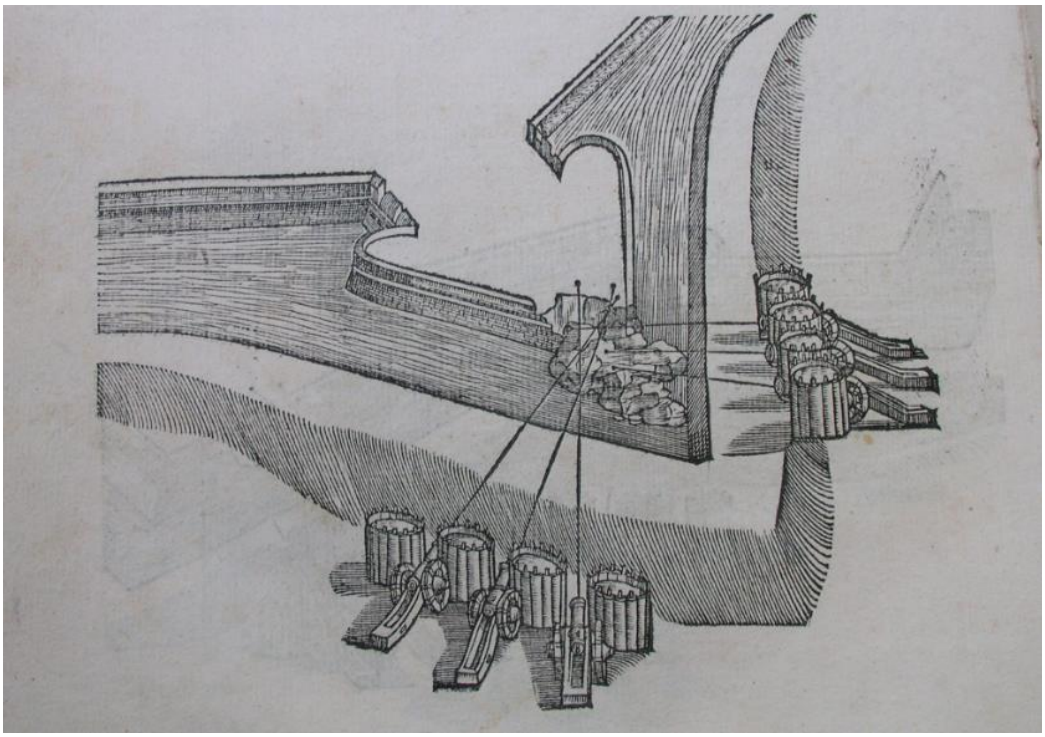


Figure 2.31
Pasino, Aurelio de, *Discours sur plusieurs poincts…*, op. cit., Anvers, 1579, p. 30.

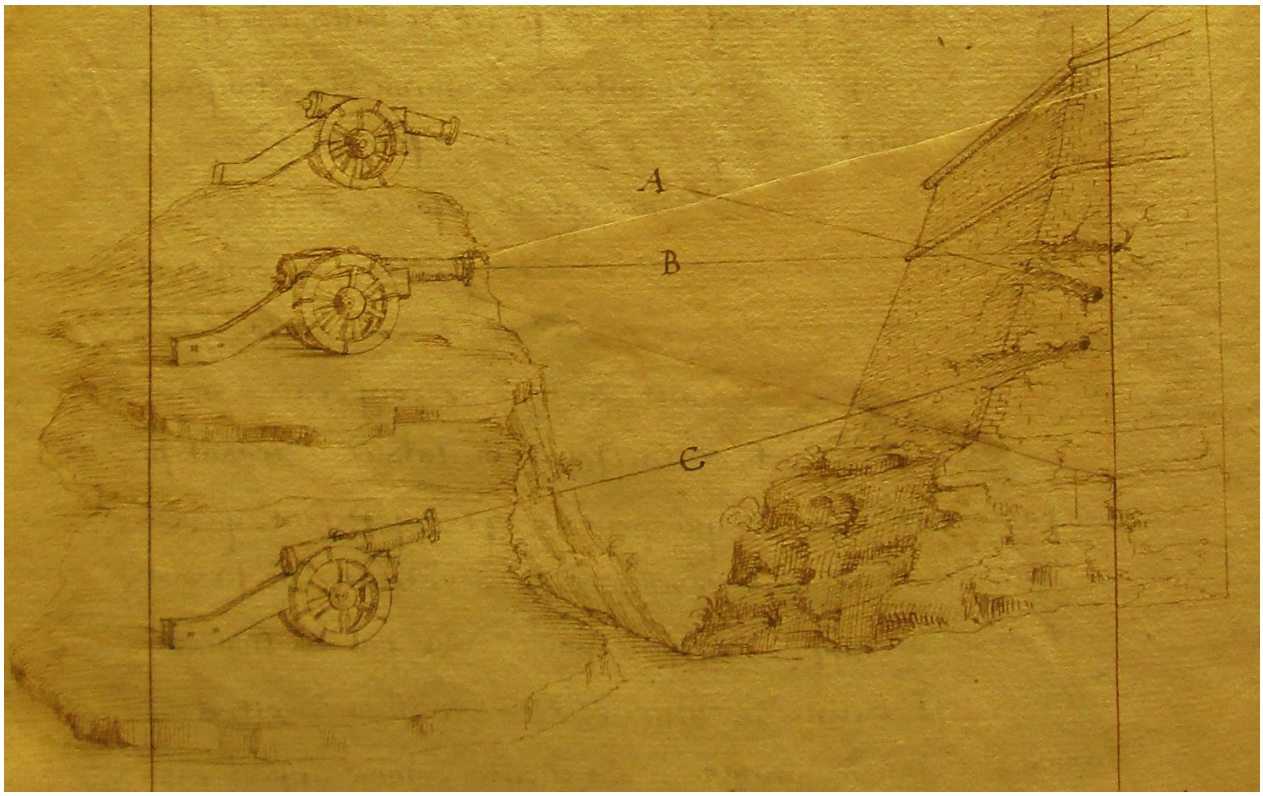


Figure 2.32
Discours de M. Aurelio de Pasino Ferrarois…, *op. cit.*, Dédicace, fol. 16v.

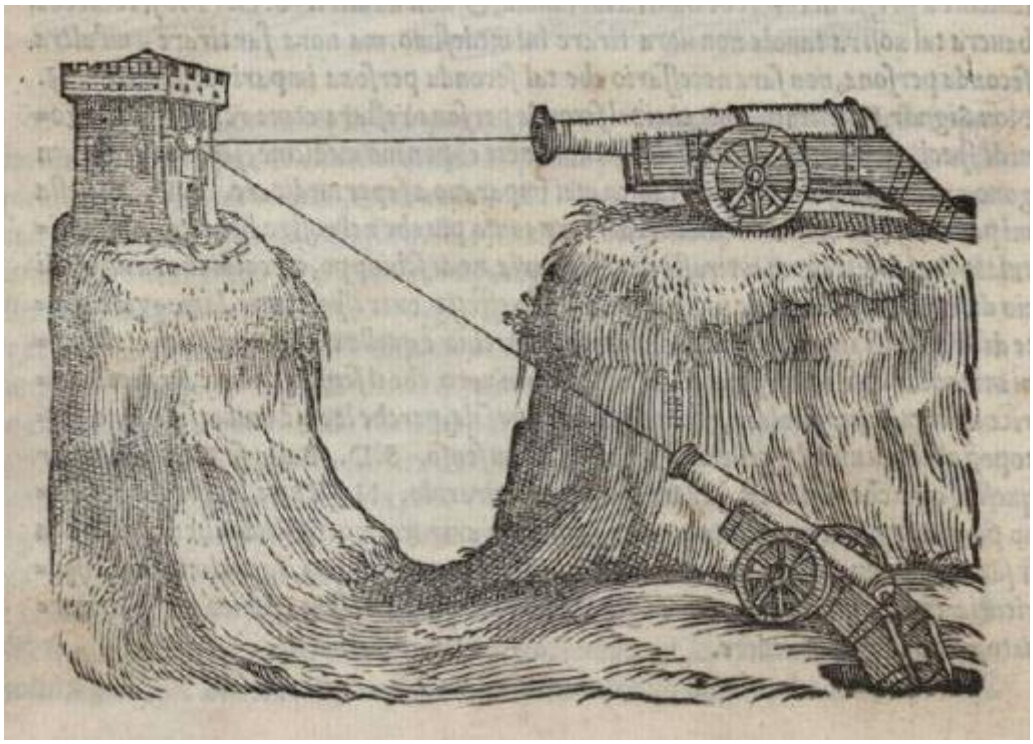


Figure 2.33
Tartaglia, Niccolo, *Quesiti et inventioni diverse…*, Venise, 1546, fol. 7v.

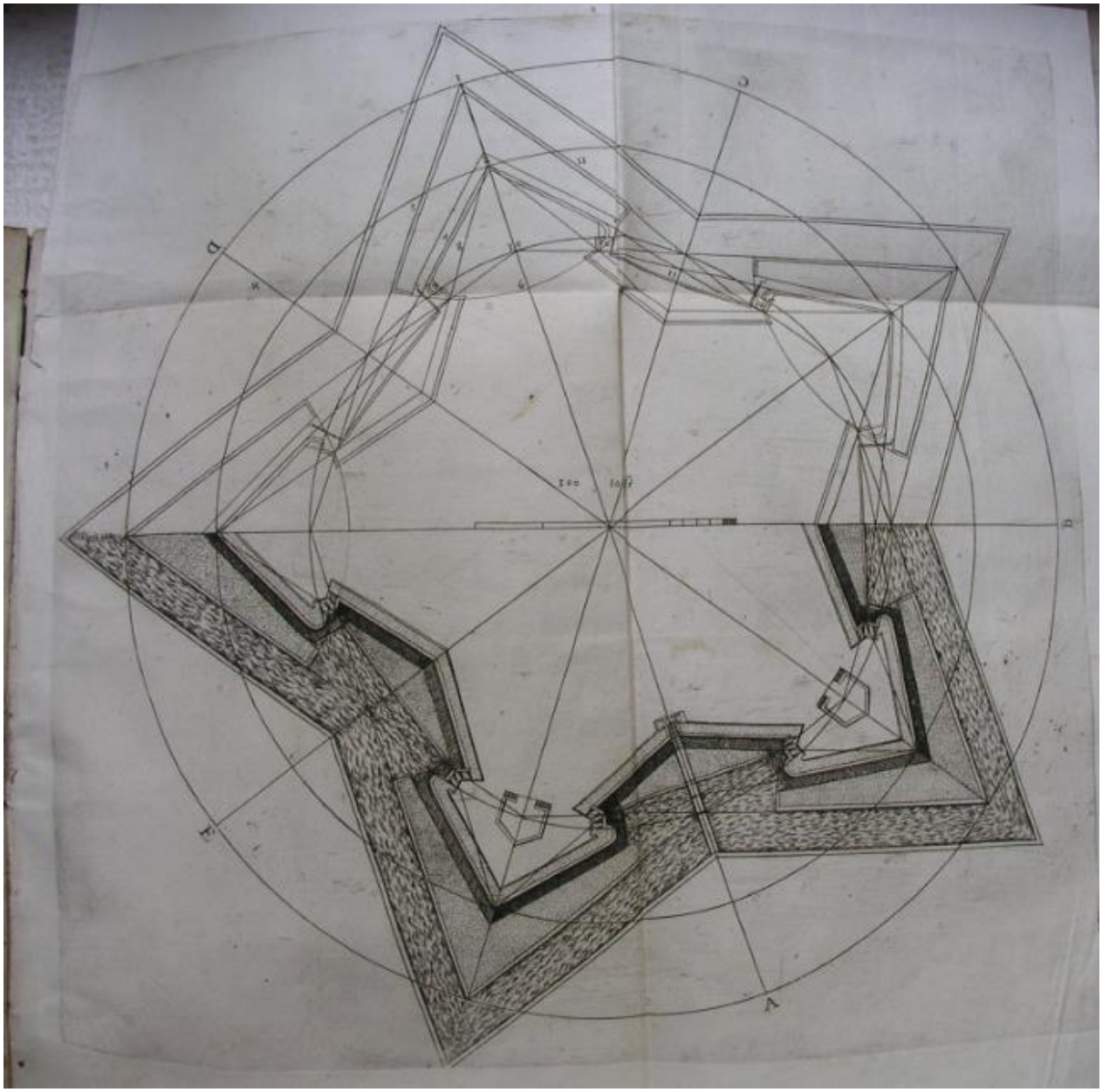
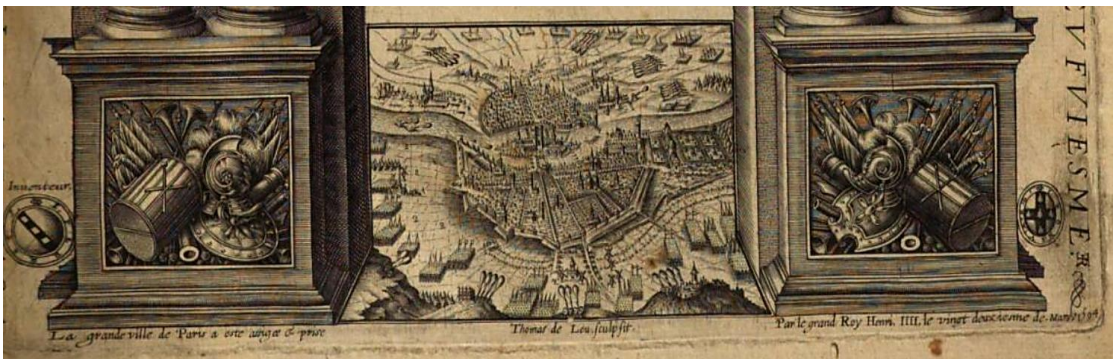
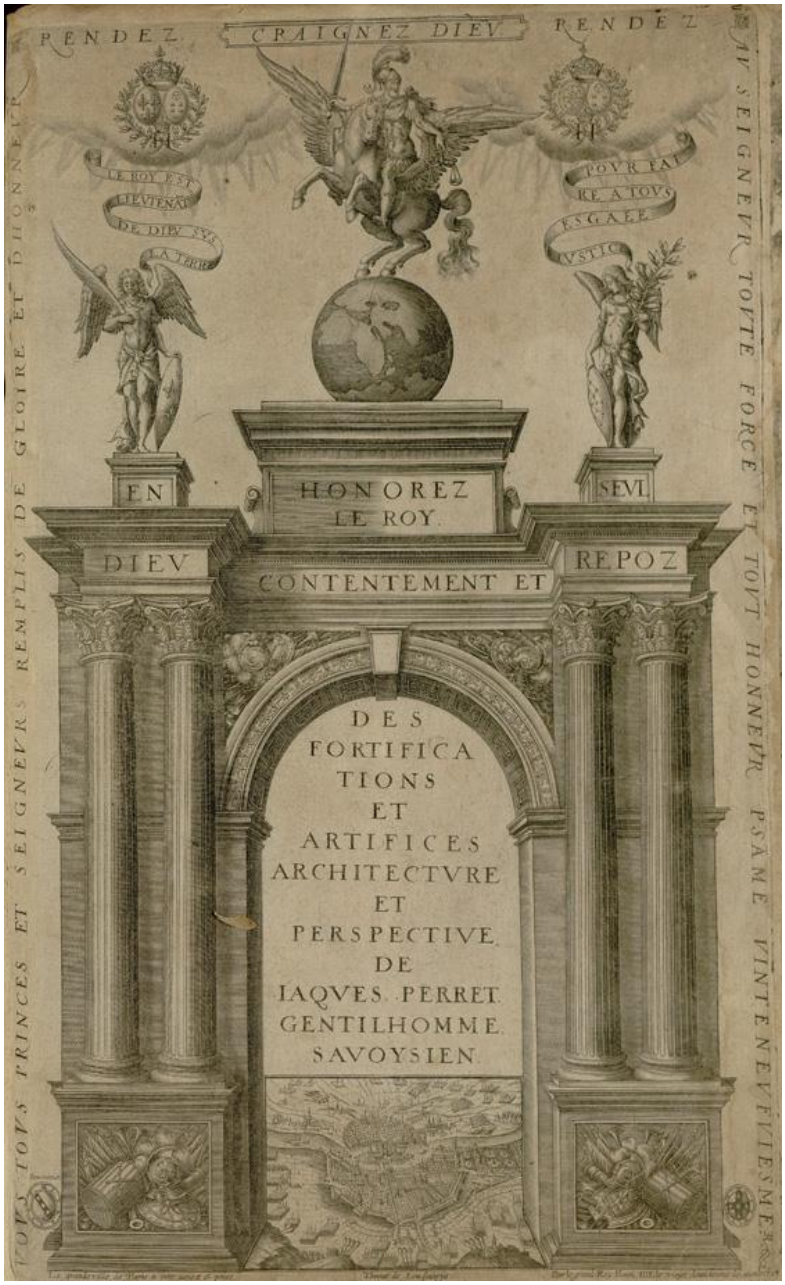


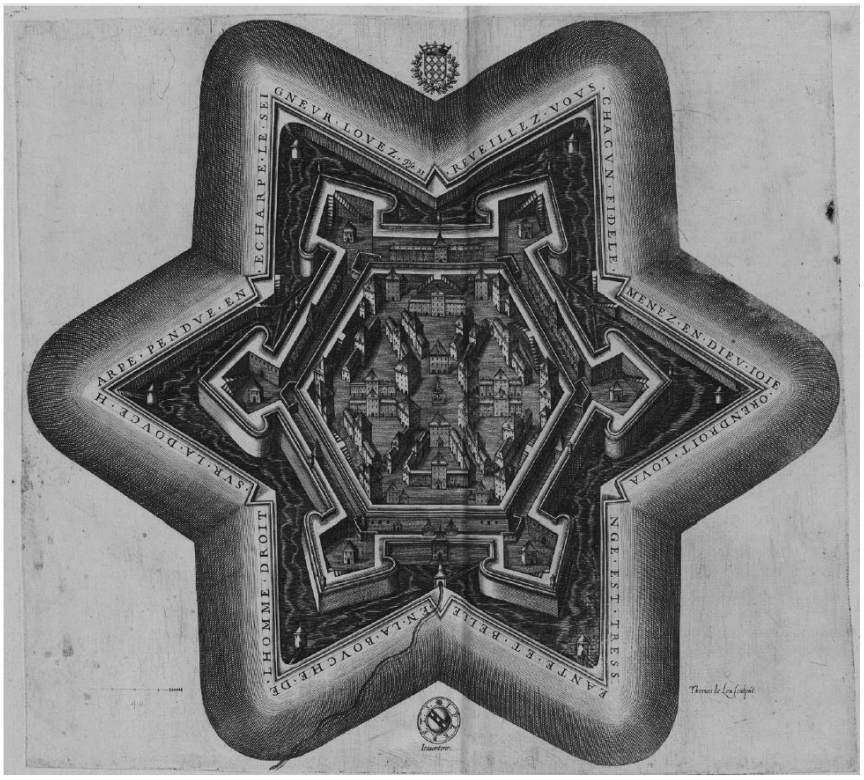
Figure 2.34
Pasino, Aurelio de, *Discours sur plusieurs poincts*…, op. cit., Anvers, 1579, planche hors-texte.
Bibliothèque municipale de Dijon, 11133.



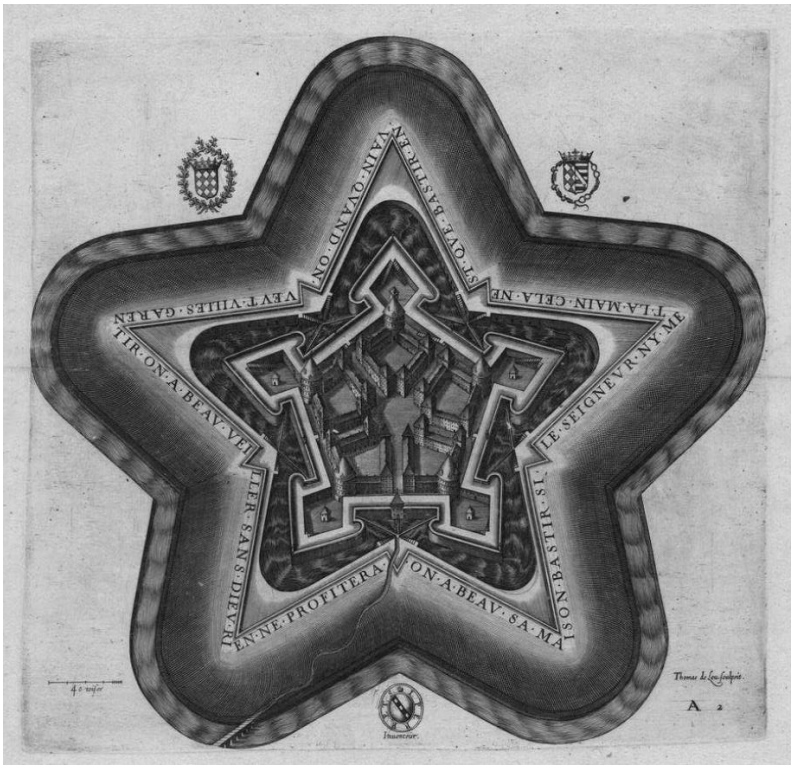
Figures 2.35 & 2.36

Perret, Jacques, *Des fortifications et artifices*... [Paris], [1601], frontispice et extrait
Österreichische Nationalbibliothek, BE.5.F.20 [ÖNB]





Figures 2.37 & 2.38
Perret, Jacques, *Des fortifications et artifices*... [Paris], [1601], planche des fol. 14v-15.
Biblioteca Central Militar, Madrid, V-61-1-9 [BVPB]



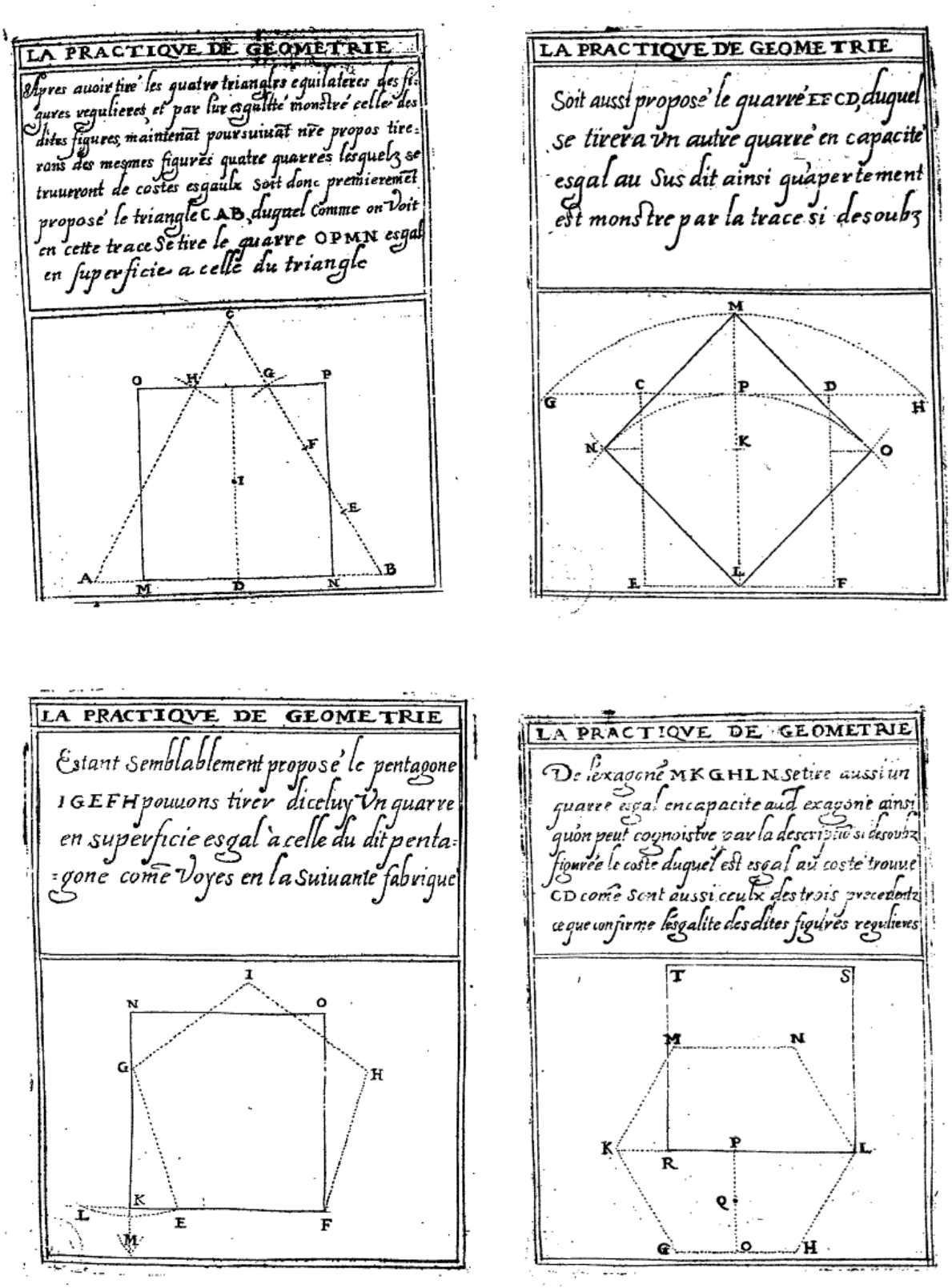


Figure 2.39

Bachot, Ambroise, *Le Timon*... [Paris], [1587], vignettes du fol. 8v (non paginé). Bibliothèque Sainte Geneviève, Paris, FOL V 341 INV 418 RES.

A LA BANDE GVERRIERE, EN RECOMMENDATION
DE L'AVTHEVR DENOMME PAR LES CAPITALLES.

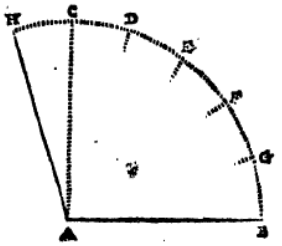
Alchimede voulant ſon pays garentir,
Machinoit des engins, pour garder Siracuſe,
Batiſſoit des rempars, praticquoit quelque ruſe,
Repos aux ennemis, ne vouloit conſentir.
O race de Vulcan, te veux tu departir?
Y a il auiourd'huy cauſe que tu t'excuſe?
Sus, ſus Bande Guerriere, entens, apprends, & vſe,
En ce liure comment, les forts, tu doibs baſtir.
Beſoing nous auons tous, preuenir l'ennemy:
Au beſoing on cognoiſt celuy qui eſt amy,
Chacun dira aſſez, mais faire il ne luy chault.
Heureuſe-es qu'en ce temps, vn Francois de naiſſance,
Ouuert t'a des deſſeings, pour garentir la France:
Te ſauuant des perilz, quel pris vault vn BACHOT?
Par I. E.

Figure 2.40
Bachot, Ambroise, *Le Gouvernail*... Melun, 1598, acrostiche de la p. 4.
Bibliothèque nationale de France, Rés. V-411 [Gallica].

Eſtant donnee vne ligne droicte, on peult ſur l'vne de ſes extremitez deſcrire vn Angle d'vn Pentagone regulier.

2

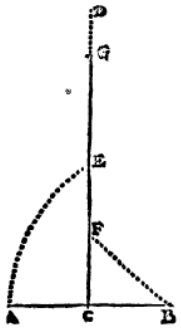
SOit la ligne donnee AB, i'erige ſur le poinct A vne perpendiculaire, à ſçauoir AC, eſgale à AB, & du poinct A & de l'interualle AB ie deſcris la circonference BC, laquelle ie partis en cinq parties eſgalles par les poincts DEFG, & continue la circonference iuſques au poinct H, de ſorte que l'arc HC ſoit eſgal à l'arc CD : & lors ie tire du poinct H au poinct A la ligne HA, laquelle auec la donnee AB conſtituent l'angle demandé.



Eſtant donnee vne ligne droicte prinſe pour coſté d'vn Pentagone, on peult du milieu d'icelle faire ſortir vne perpendiculaire qui ſoit la hauteur du Pentagone.

3

SOit la ligne donnee AB diuiſee eſgallement au poinct C, ſur lequel ſoit erigee la perpẽdiculaire CD, & du centre B, & de l'interualle BA ſoit deſcrite la portion de circonference AE, & la diſtance EC ſoit diuiſee eſgalement au poinct F, duquel ſoit tiree vne ligne au poinct B, & ſoit appliquee la ligne FB ſur la ED, & vienne ſon extremité au poinct G, & trouuerez que CG ſera la hauteur du Pentagone, dont la ligne propoſee luy ſera baſe & l'vn de ſes coſtez.



Figures 2.41 et 2.42
Bachot, Ambroise, *Le Gouvernail*..., *op. cit.*, p. 5.

Au dessus d'vne ligne donnee prinse pour costé d'vn Pentagone pouuons trouuer vn poinct qui sera le centre du Pentagone.

4

SOit la ligne donnee A B, il faut du centre B & de l'interualle B A descrire vne portion de circonference, & du centre A & du mesme interualle A B en descrire vne autre, lesquelles s'entrecouperont en vn poinct, à sçauoir en c. Soit maintenant diuisee la circonference C A en cinq parties esgalles par les poincts G F E D, & del'autre part en autant, & seront les distances C H & H I en mesme distance que C G, & soient tirees les lignes F H & G I, lesquelles s'entrecoupent au poinct k Ie disque le poinct k sera le centre du Pentagone, duquel A B sera la base.

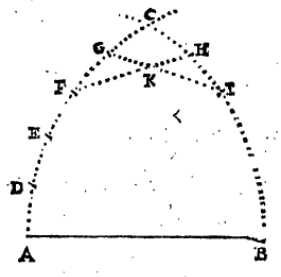


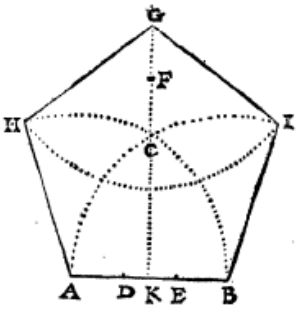
Figure 2.43

Bachot, Ambroise, *Le Gouvernail...*, *op. cit.*, p. 5-6.

Sur vne ligne donnee descrire vn Pentagone regulier.

10

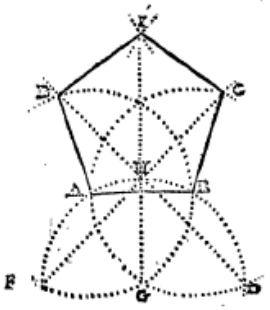
SOit la ligne donnee A B pour l'vn des costez du Pentagone que nous demandons estre composé sur icelle, ladite ligne sera couppee en trois parties esgales au terme D E, & sur le milieu d'icelle soit la perpendiculaire k G erigee tant qu'il sera de besoin. Puis soit l'ouuerture du compas de distance A B, & à l'entour du centre A soit descript la portion du cercle B H, & semblablement à l'entour du centre B soit la portion du cercle A I. Et à leur intersection soit le terme C, puis soit prins la distance A D, ou D E, & raporté sur la perpendiculaire, & au dessus de C faire le terme F, & de la mesme distance au dessus de F faire le terme G, qui sera la cime de nostre Pentagone, prenant l'ouuerture du compas de la premiere distance A B, & raportant à l'entour du centre G, faire la portion du cercle H I la où est l'entrecoupe des autres portions des cercles, & aurons la forme du Pentagone comme il se void par ces termes H G I B A.



Sur vne ligne donnee former vn Pentagone regulier sans bouger l'ouuerture du compas esgalé à la ligne donnee.

11

SOit la ligne donnee A B, & du poinct B & de l'interualle B A descrit le cercle C D, & à l'entour du poinct A & du mesme interualle soit descrit le cercle E F, lesquels se coupent au poinct G d'vne part sur lequel soit dressee vne perpendiculaire tant longue qu'il sera besoing : & du centre G soit descrit vn cercle, la circõference duquel coupe la perpẽdiculaire au poinct H, & des sections F & D par ledict poinct H soient conduites les lignes F C & D E, & du centre C soit descrite vne petite portion de circonference qui coupe la perpendiculaire au poinct I, & apres soiẽt menees les lignes I E, & E A, & I C, & C B, & aurez descrit le Pentagone d'vne seule ouuerture, comme on s'estoit proposé de faire.



Figures 2.44 et 2.45

Bachot, Ambroise, *Le Gouvernail...*, *op. cit.*, p. 8.

12

SOit le centre du cercle donné A, & le diametre ſoit B C, le ſemidiametre B A, duquel ſoit party eſgalement au poinct D, & ſoit erigee la perpendiculaire A E. Cela faict du centre D, & de l'interualle D E, ſoit deſcrite la circocference E F, & du poinct E, & de l'interualle E F, ſoit encores deſcripte la portion de circonference F G, & ſoit tiree la ligne E G, laquelle ſera le coſté du Pentagone que demandons lequel trouué, on peut de là meſme ouuerture du compas fournir les autres poincts H I k, & tirer les lignes pour paracheuer voſtre figure.

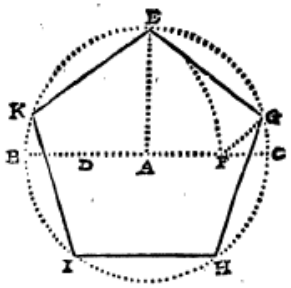


Figure 2.46

Bachot, Ambroise, *Le Gouvernail...*, *op. cit.*, p. 9.

Et venant à l'operation de l'Architecture, comme cy deuant auons promis, ſoit donnee vne ſimple trace d'vn Pentagone, & vne ligne de l'interualle, de laquelle faille par dedans faire fondemens.

14

APres auoir cy deuant donné tous les plus clairs moyens qui ſe puiſſent trouuer pour la conſtruction d'vn Pentagone, nous ſuppoſons maintenant que ſuyuant leſdictes reigles on nous donne vn Pentagone & partant deſcript en vn plan. Et de plus m'eſt propoſee vne diſtãce de la largeur de laquelle on nous demãde faire tout alentour, par dedans des fondemẽs à eſleuer les murailles de ladite figure. Cõme par exemple ſoit donnee la trace du Pentagone A B C D E, & la ligne F G, de la largeur de laquelle faille par dedans faire les fondemens. Pour ce faire ie deſcrips au dedans le Pentagone H I k L M, de ſorte que la largeur entre les deux coſtez des figures ſoit eſgale à la ligne donnee F G, Et puis ie caue entre les deux lignes tant qu'il eſt beſoing pour ſouſtenir les choſes qu'on doibt eſleuer.

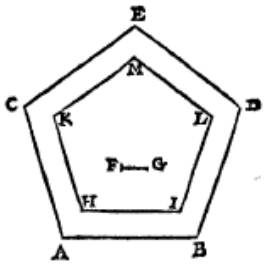


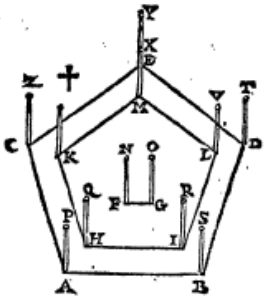
Figure 2.47

Bachot, Ambroise, *Le Gouvernail...*, *op. cit.*, p. 9.

Ayant par la precedente deſcription les fondemens, on donne ſur les extremitez de la largeur deux perpendiculaires, de la grandeur deſquelles faut ſur tous les angles, eſleuer des perpendiculaires.

15

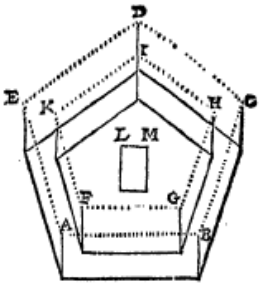
SOient les fondemens donnez A B C D E, & H I k L M, & ſur la largeur donnee, ſoient auſſi donnees les perpendiculaires F N, & G O. Ie dreſſe ſur les poincts A B C D E, & H I k L M, les perpendiculaires P A, Q H, R I, S B, T D, V L, X M, Y E, Z c, & † k, de la grandeur des propoſees à ſçauoir F N, ou G O, qui eſt ce qu'on demandoit pour paruenir à la congnoiſſance des eſleuations de nos ſuyuantes propoſitions, leſquelles nous ſeront demonſtrees enſuyuant par reigles familieres.



Nous eſtants donnees les perpendiculaires eſleuees ſur les fondemens, on propoſe de tirer de la ſommité de l'vne à l'autre des cordeaux.

16

SOient donnees les perpendiculaires A, B, C, D, E, & F, G, H, I, k, eſleuees ſur les fondements, ie tire de la ſumité des perpendiculaires les lignes marquees par poincts, à ſçauoir A B, B C, C D, D E, & E A, leſquelles forment la figure d'vn Pentagone, comme clairement ſe monſtre en la trace: Apres ie tire par meſme ordre les lignes F G, G H, H I, I k, & k F, qui en forment vn autre, & tous les deux enſemble forment vne figure entierement ſemblable aux fondemens propoſez, comme ſe voit en la figure, qui eſt ce qu'on ſe propoſoit de faire.



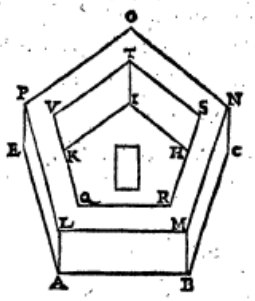
Figures 2.48, 2.49 et 2.50

Bachot, Ambroise, *Le Gouvernail...*, *op. cit.*, p. 10.

Ayant monſtré en la precedente propoſition tout ce qui eſt contenu pour ſon eleuation à ceſte preſente, nous voyons ce que noſtre œil deſcouure au corps de noſtre figure propoſee.

18

SOit donc la figure qui doibt repreſenter le corps de noſtre propoſition, en laquelle voulons monſtrer par lignes ce que noſtre œil peult recognoiſtre en ſon corps. Et premierement obſeruerons que le pied de la courtine qui eſt droictement oppoſee à noſtre regard, auec les pieds des courtines qui ſont aux coſtez, ſont deſcouuertes à noſtre veuë, & partant ſont repreſentees par les lignes A B, B C, & A E, auec les quatres perpendiculaires L A, M B, N C, & P E. Et apres cela faut conſiderer auſſi que tout le deſſus nous eſt apparant, lequel eſt tout ſemblable au fondement, & eſt marqué par les lignes L M, N O, P L, & Q R, R S, S T, T V, V Q. Et des murailles internes ſe voyent outre cecy la perpẽdiculaire T I, & les deux pieds I k, & I H. Et partant ſont marquees comme les autres de lignes apparantes comme voyez en la preſente figure. Et ce qui eſt caché n'a eſté icy noſtre propos de le monſtrer.



Apres auoir monſtré par l'art de Geometrie & perſpectiue de repreſenter les corps esleuez, trouuons que n'eſtans fournis que de lignes, ne peuuent repreſenter le relief comme la clarté la doibt faire diſcerner, parquoy eſtant beſoing de monſtrer le moyen de l'ombrage auons choiſi la preſente figure, propre à la demonſtration de tel effect.

19

PArquoy la fignre que i'ay propoſee ſera notee k, la forme de laquelle m'a ſemblé aucunemẽt propre à cauſe de la quãtité de ſes aiſles, laquelle i'ay ombragee ſelon l'ordre qu'il m'a ſemblé eſtre neceſſaire, pour m'en ſeruir à noſtre figure ſuyuante, & a vne infinité de courtines auſſi s'il vient à poinct. Et en conſideration que la clarté eſt celle qui nous eſclairciſt & donne la cauſe de diſcerner l'ombrage aupres d'elle, preſuppoſant que la clarté nous viẽt d'ẽhaut du coſtè de ſeneſtre nous donnant à la dextre. Ie trouue qu'elle nous illumine noſtre figure k ſur la ſommité, à cauſe qu'aucune choſe ne luy empeſche. Et auſſi en cõſideration de ce qui eſt en apres le pl' illuminé, ie trouue que la hauteur de l'aiſle notee E, eſt celle laquelle eſt plus illuminee apres la ſommité, à cauſe qu'elle eſt la plus inclinee vers ladicte clarté: par-

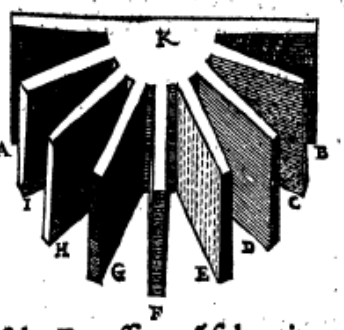


Figure 2.51

Bachot, Ambroise, *Le Gouvernail...*, *op. cit.*, p. 11.

Ayant donné l'art de l'ombrage en la figure precedente, laquelle deſirons voir en pratique ſur ceſte preſente figure de muraille perpendiculaire.

20

SOit donc la figure du Pentagone k qui eſt la ſommité laquelle doibt demeurer eſclairee de la clarté, à cauſe qu'aucune choſe ne l'empeſche, comme i'ay dict en noſtre precedente figure k. Et pour le regard des hauteurs de ſon corps, & de pouuoir diſcerner les courtines plus enclinees vers la clarté, ou vers l'obſcurité, nous prendrons pour exemple la courtine qui eſt l'oppoſite de noſtre œil, à ſçauoir B, & rechercherons en noſtre figure precedente ſa parallele, cõme ſera A ou B, laquelle nous trouuons ombragee de contre-lignes, & ferons ſemblable noſtredicte courtine, puis prenant la courtine à dextre, notee G, & cherchans en la precedente ſa parallelle laquelle eſt notee auſſi G, & hachee de triples lignes & de poincts ou quartes lignes, parquoy ferons noſtre-dicte courtine ſemblable. Et par meſme moyen à la ſeneſtre notee E, chercherons ſa parallelle à noſtre precedẽte, laquelle trouuons ombragee de poincts, & ſemblablement ferons noſtre-dicte courtine auſſi ombragee de poincts. Et pourſuyuant iuſques à I, rechercherons ſa parallelle en noſtre precedẽte, laquelle trouuerõs auſſi notee I, & contre-hachee & ſemee de poincts, & ferons noſtre courtine ſemblable: Et puis cherchãt la parallelle de D, en noſtre precedẽte, la trouuons ombragee de lignes ſimples, & ferons noſtre-dicte courtine de la meſme ſorte auſſi. Et par tel moyen aurons nos cinq courtines ombragees ſelon l'ordre de noſtre precedente figure, lequel ordre pourra ſeruir à quelque figure qui ſera cy apres, eſquelles ſe pourra trouuer plus

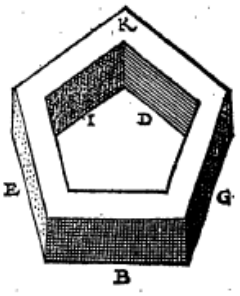


Figure 2.52

Bachot, Ambroise, *Le Gouvernail...*, *op. cit.*, p. 12.

APres auoir par cy deuant traicté pluſieurs particularitez pour l'inſtruction & ordre de venir a la cognoiſſance des fortifications, mon intention à eſté de cõmencer par les plus ſimples particularitez, & peu à peu amplifier pour paruenir à la cogniſſance des plus hauts effects de noſtre-dicte fortification. Et pour ce regard ayant cogneu que leſdictes particularitez n'eſtoient qu'inſtructions. I'ay conſideré que pour raiſon du profit & vtilité que l'on deſire de r'aſſembler les fruicts du continuel trauail. I'ay continué ceſte preſente figure, là où ſe peut recognoiſtre les principales parties d'vne forteresſe, comme ſoit de ſon foſſe, de ſa muraille, & de ſon terre-plein, & ſemblablement de ſa contre-eſcarpe, auec la demonſtration de ces ombrages, ſuyuant ces declinations, & l'ordre de nos precedentes demonſtrations. Comme il appert par ceſte preſente figure, en laquelle ſont aſſemblees les principales parties cy deuant demonſtrees, auec l'eſperance de l'amplification, comme es ſuyuantes propoſitions, clairement ferons cognoiſtre.

Apres la promeſſe cy deuant donnee, à ſcauoir de la claire amplification de noſtre-dicte forteresſe, pour plus familiere demonſtration, donnons icy le plan d'vn baſtion de competante grandeur pour diſcerner auec plus de facilité les reigles de noſtre conception, r'apportant toutesfois tout le ſecours de nos premieres doctrines, et ſur l'angle ſeneſtre du Pentagone.

32.

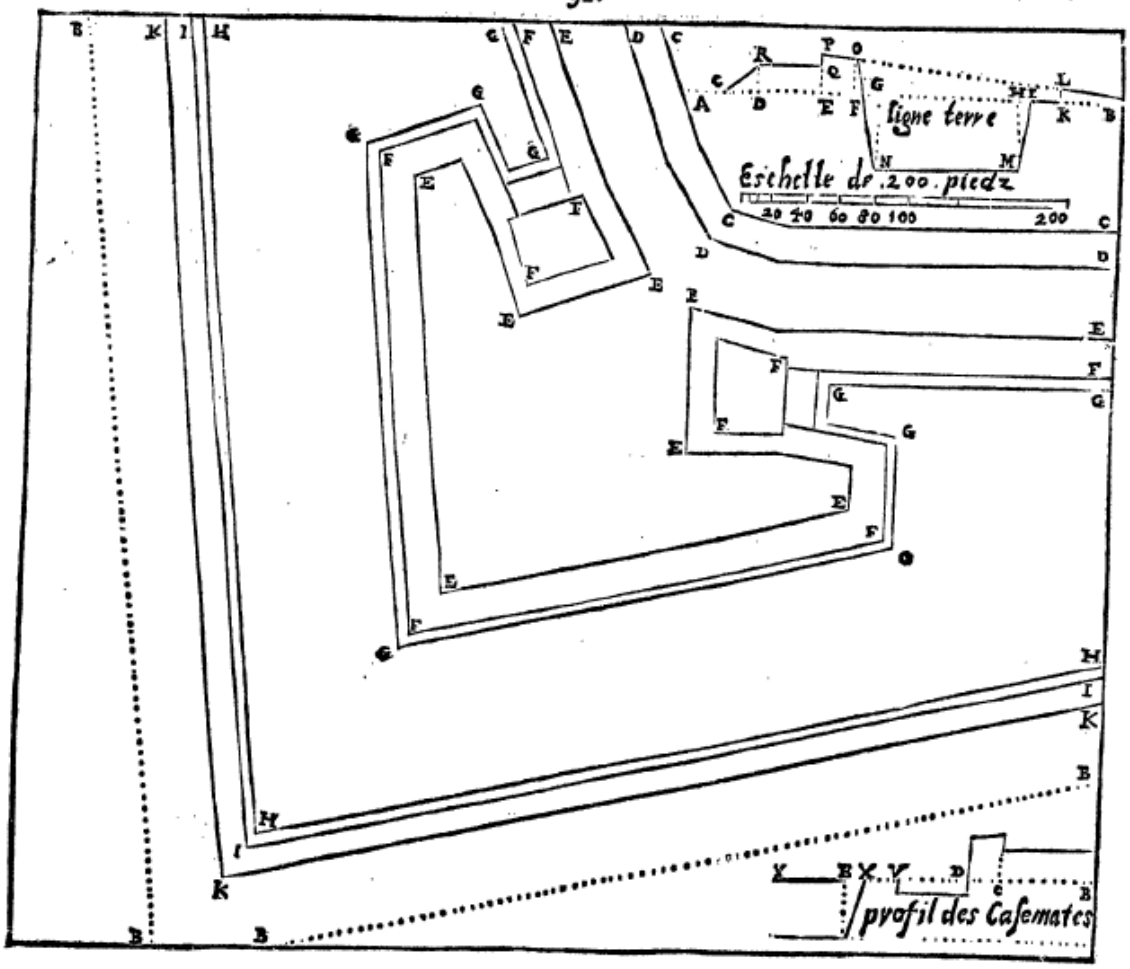
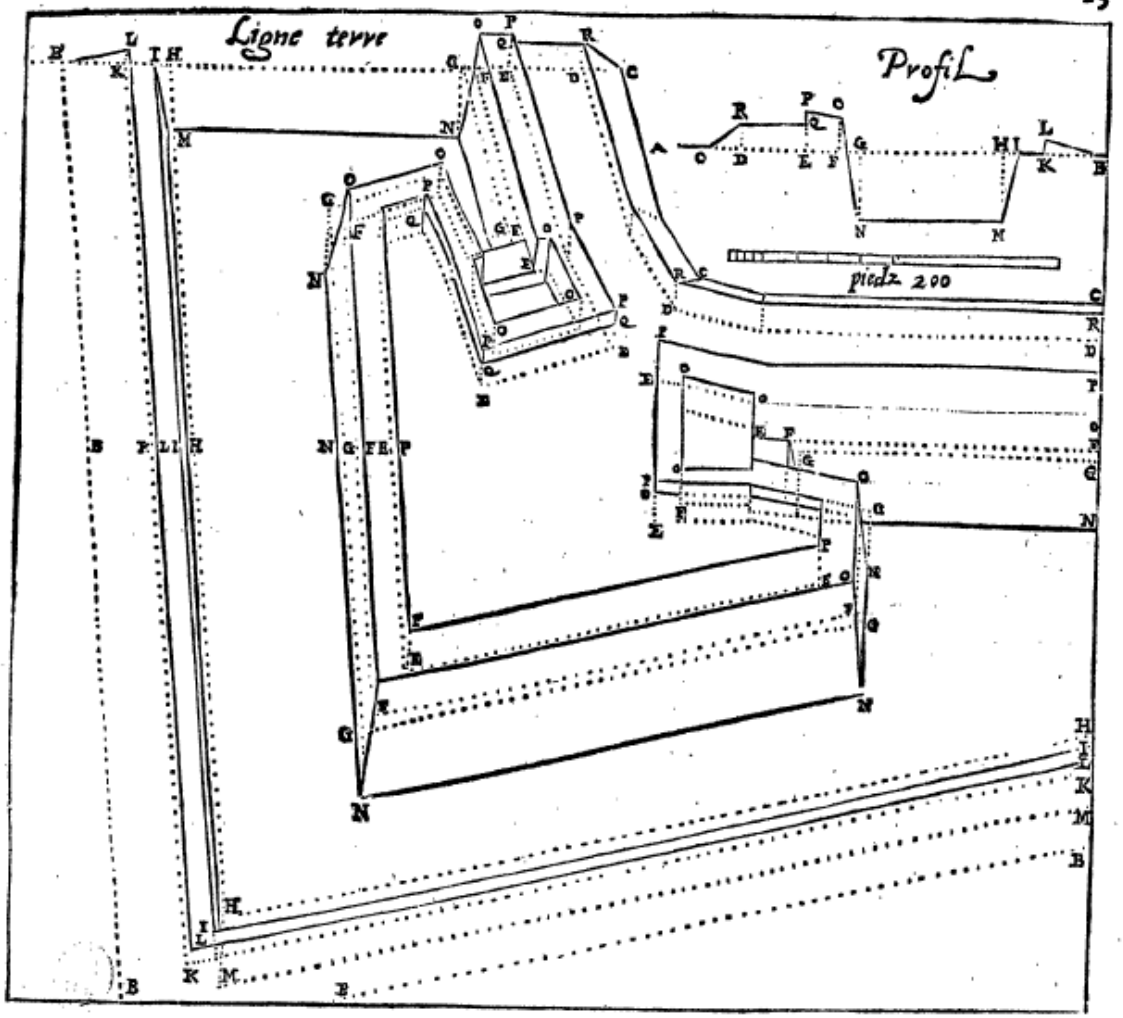


Figure 2.53
Bachot, Ambroise, *Le Gouvernail...*, *op. cit.*, p. 21.

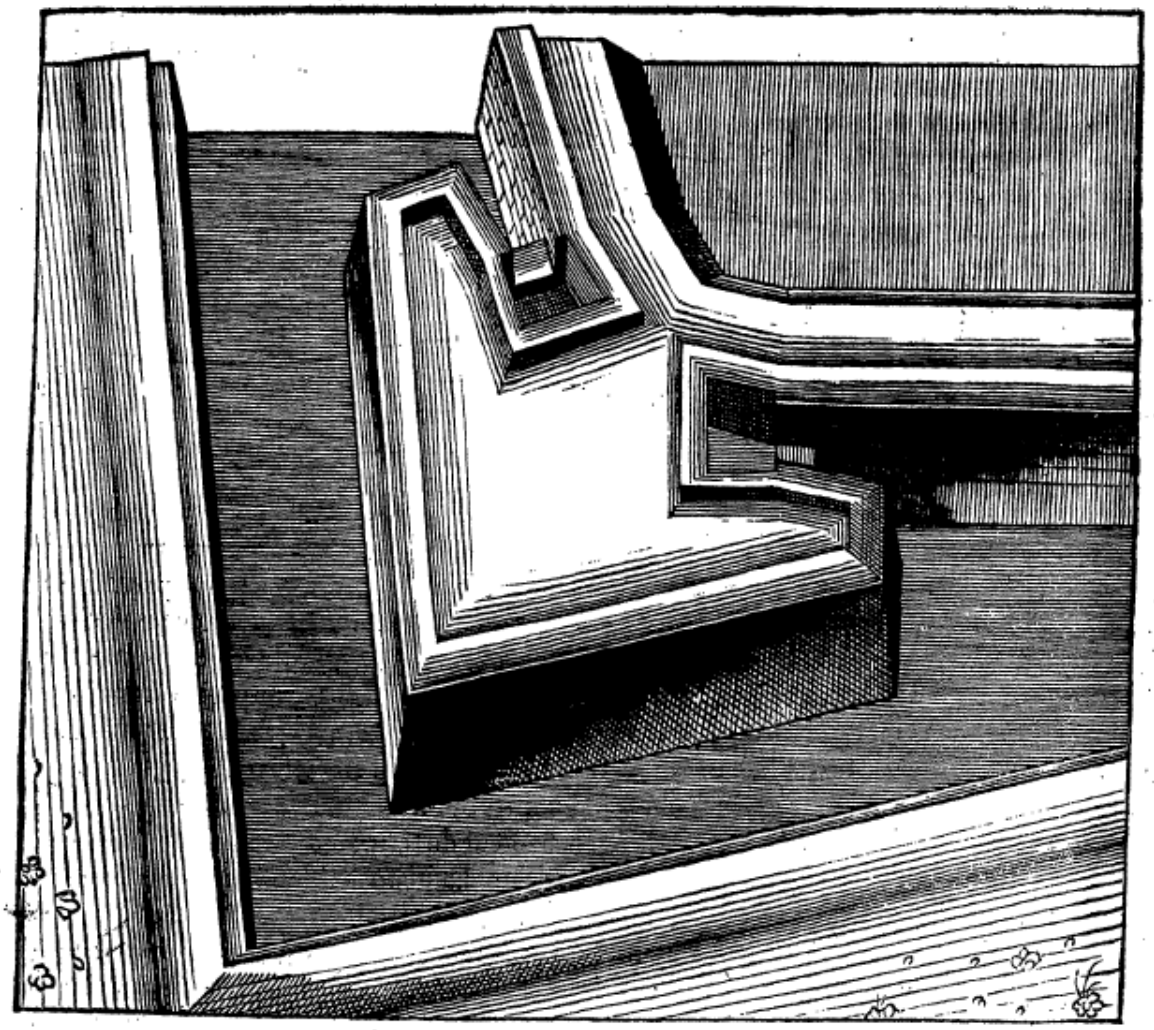


APres la propoſitiõ precedẽte demõſtree, & la declaratiõ des termes d'iceluy plan ſur la ligne AB, repreſentãt la ſuperficie de la terre, ſur leſquels termes formerõs noſtre-dict profil, ſuyuant les hauteurs ou profondeurs, ſelon les reigles de noſtre conce, tion. Et partant commençãt au foſſé nous aurons la diſtance du terme G, a N, & ſemblablement du terme H, à M, pour la profondeur du foſſé. Et aurons du terme k, a L, la hauteur du parapet & de la cõtre-eſcarpe, & finalemẽt du terme F, à O, la hauteur au deſſus de la ſuperficie de la terre pour la face de dehors de la muraille, & de E, a P, pour le dedãs de la muraille, & de P, a Q, pour le parapet d'icelle muraille, de D, à R, pour la hauteur du terre plein, de ſorte qu'ẽ noſtre precedente nous auons declaré les diſtances du plan de nos hauteurs. Et icy les hauteurs & profondeurs. Et finalement dirons la ſuperficie de noſtre-dit profil, laquelle eſt de A, à C, repreſentant le dedans de la place de noſtre dite forteresſe de C, à R, le talu & montes du terre-pleu de R, à Q la largeur du terre-plein, de Q, à P, le parapet de la muraille, de P, à O, l'eſpeſſeur d'icelle muraille, & de O, à N, le contenu & talu de la muraille, iuſques a la profondeur de ſon foſſé, & de N, à M, le fons & largeur du foſſé, de M, à I, la hauteur & talu du dehors du foſſé, de I, à k, la largeur de la contre-eſcarpe, de k, à L, le parapet de ladicte contre-eſcarpe, de L, à B, le glacif dudict parapet, qui termine la campaigne. Maintenant apres auoir donné la declaration d'iceluy profil, pour nous en ſeruir de reigles a eſleuer ſur les termes de noſtre plan, leſdictes hauteurs ou profonditez propoſees, auec la recognoiſſance des termes de noſtre plã pour vn chacun d'iceux r'ap-

Figure 2.54
Bachot, Ambroise, *Le Gouvernail...*, *op. cit.*, p. 23.

porter en noſtre plan chacun en ſon lieu,& ſur chacun d'iceux ſuyuãt le profil eſleuer des pe pendiculaires,ou enfoncer ſelon le beſoing,& ſur icelles perpendiculaires r'apporter les me mes diſtãces que noſtre profil nous a engendré, comme il ſe voit en ce deſſeing,prenãt la pe pendiculaire G N,dont le terme N,repreſente le pied de noſtre-dicte forteresſe, & conſecutiue ment la perpendiculaire H M,dont M,eſt le fons du dehors du foſſé,& la perpendiculaire k L, l hauteur du parapet de noſtre contre-eſcarpe, & F O,pour la hauteur de la face de la muraille pa le dehors,& B P,pour la cime de la muraille au dedãs,P Q,pour ſon parapet,R D,pour l'eſpeſſeu du terre-plein.Et ainſi les hauteurs & profondeurs raportees par ordre,& leurs extremitez al liees par lignes parallelles a leur plan,nous aurons la cognoiſſance & ordre de l'eſleuatiõ dudit baſtion de noſtre forteresſe,comme il appert en la preſente trace.

De la figure precedente,ayant pris ſeulement la part que noſtre œil deſcouure,voulons maintenant luy donner l'ombrage,ſuyuant les reigles & ordre qu'auons cy deuant donné.



VV la capable grandeur de ce deſſeing,& le regart des demonſtrations cy deuant donnees,m'a ſemblé pouuoir clairement diſcerner les parties de cedit baſtion,tãt pour reſpect de ſa trace que de ſon ombrage:des parties d'iceluy,pour clairement iuger d'icel-

Figure 2.55
Bachot, Ambroise, *Le Gouvernail...*, *op. cit.*, p. 24.

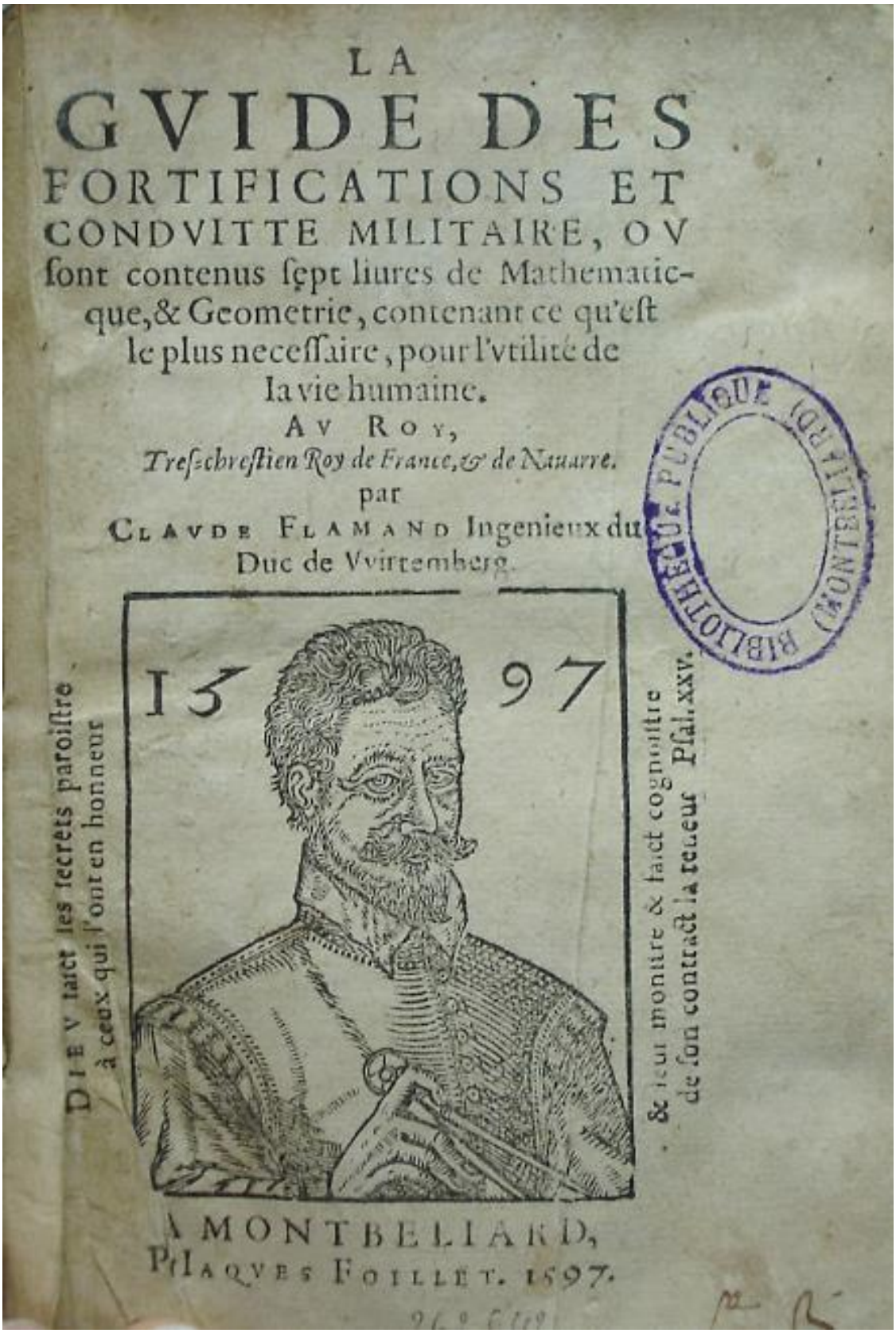
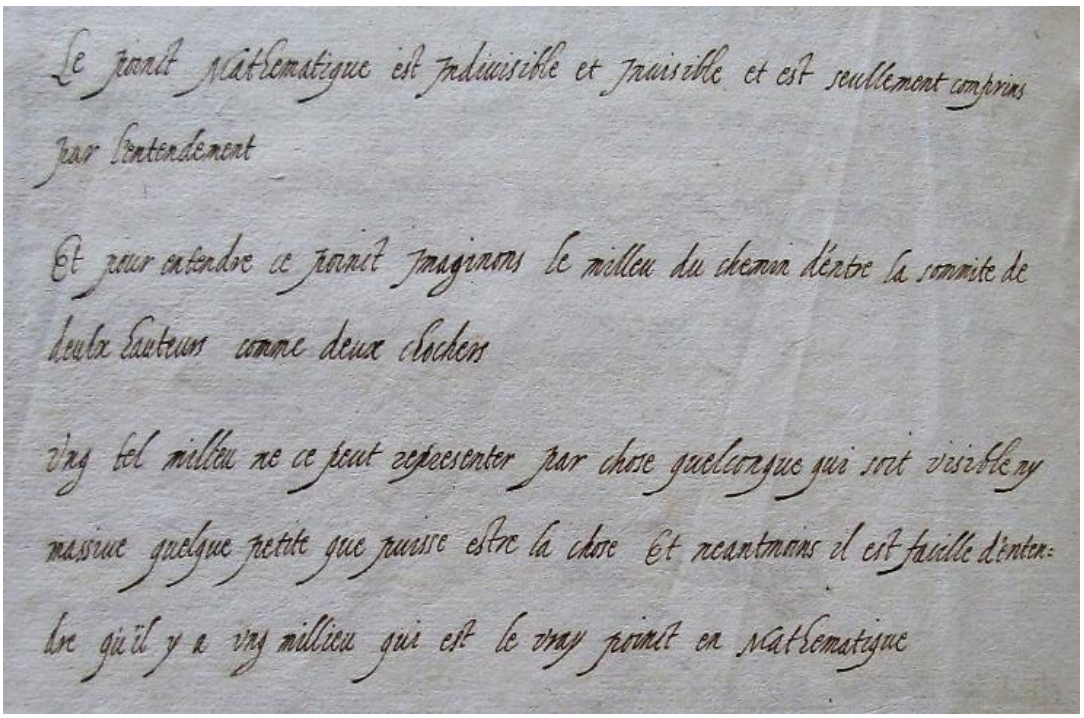


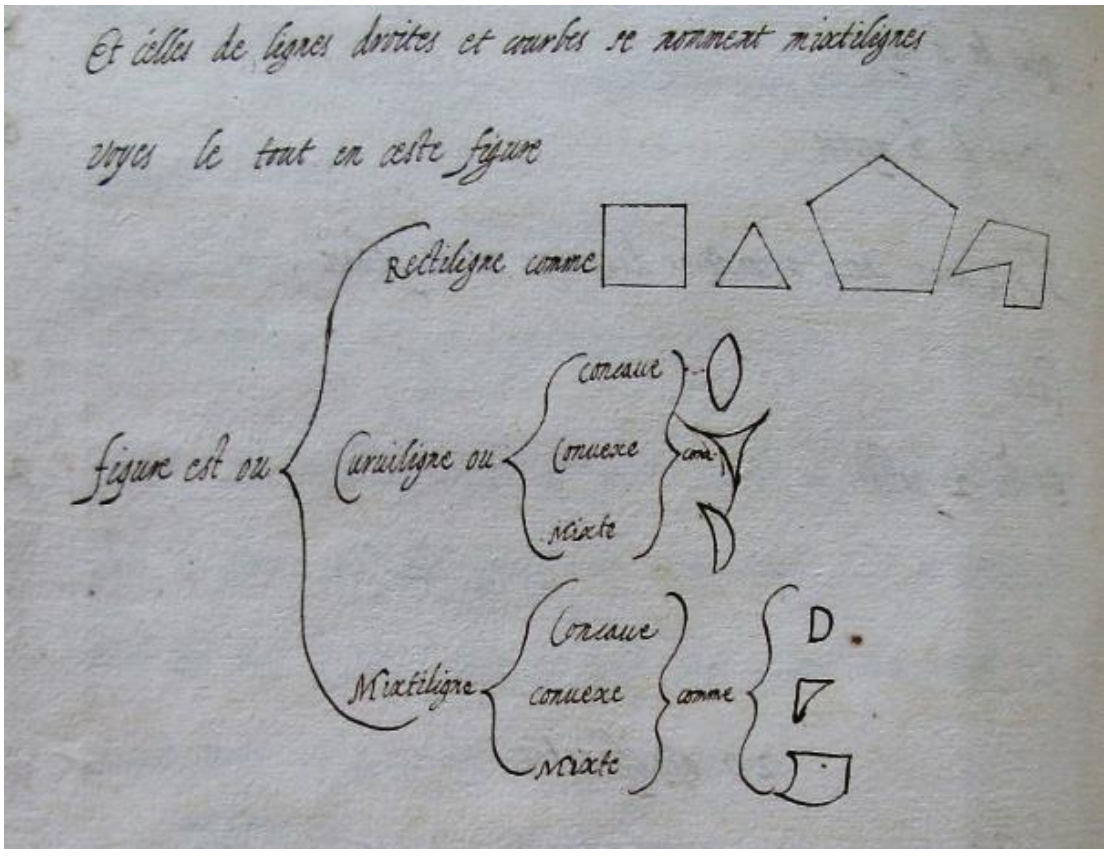
Figure 2.56
Flamand, Claude, *La Guide...*, frontispice.
Médiathèque de Montbéliard, Fonds comtois, Etoile 74-b.


Le ſoinct mathematique eſt indiuiſible et inuiſible et eſt seullement compris par lentendement

Et pour entendre ce ſoinct imaginons le milleu du chemin dentre la sommite de deulx Tauteurs comme deux clochers

Vng tel milleu ne ce peut repreſenter par chose quelconque qui soit visible ny massiue quelque petite que puisse estre la chose Et neantmoins il est facille dentendre quil y a vng milleu qui est le vray soinct en mathematique

Figures 2.57 et 2.58
Constantinoys, Allain, *Recueil de géométrie et architecture militaire*, fol. 1v & fol. 13v.
Médiathèque Pierre Fanlac (ex-Bibliothèque municipale) de Périgueux, ms 6.



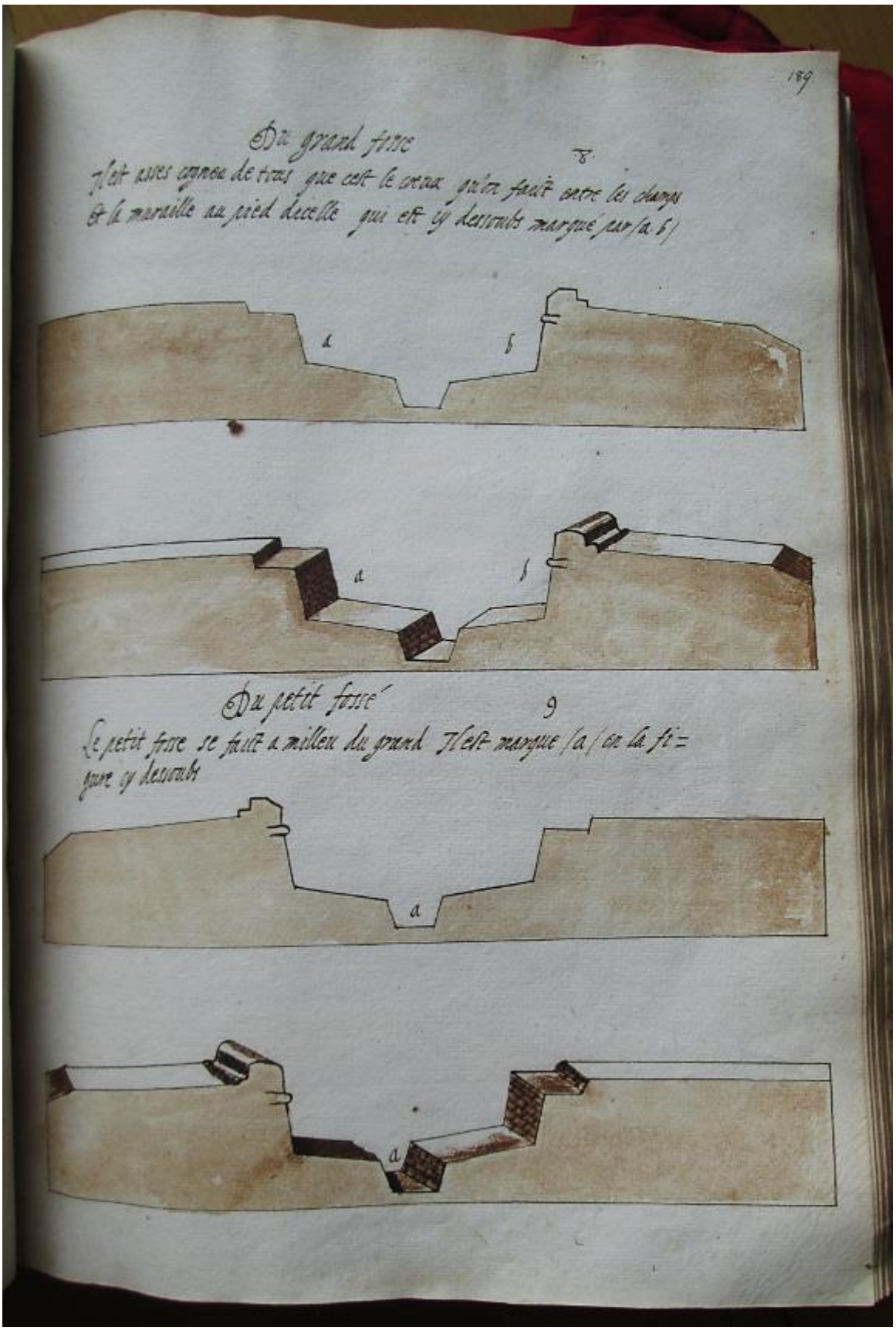


Figure 2.59
Constantinoys, Allain, *Recueil…*, op. cit., fol. 189.

Figure 2.60
Constantinoys, Allain, *Recueil…*, op. cit., fol. 195.

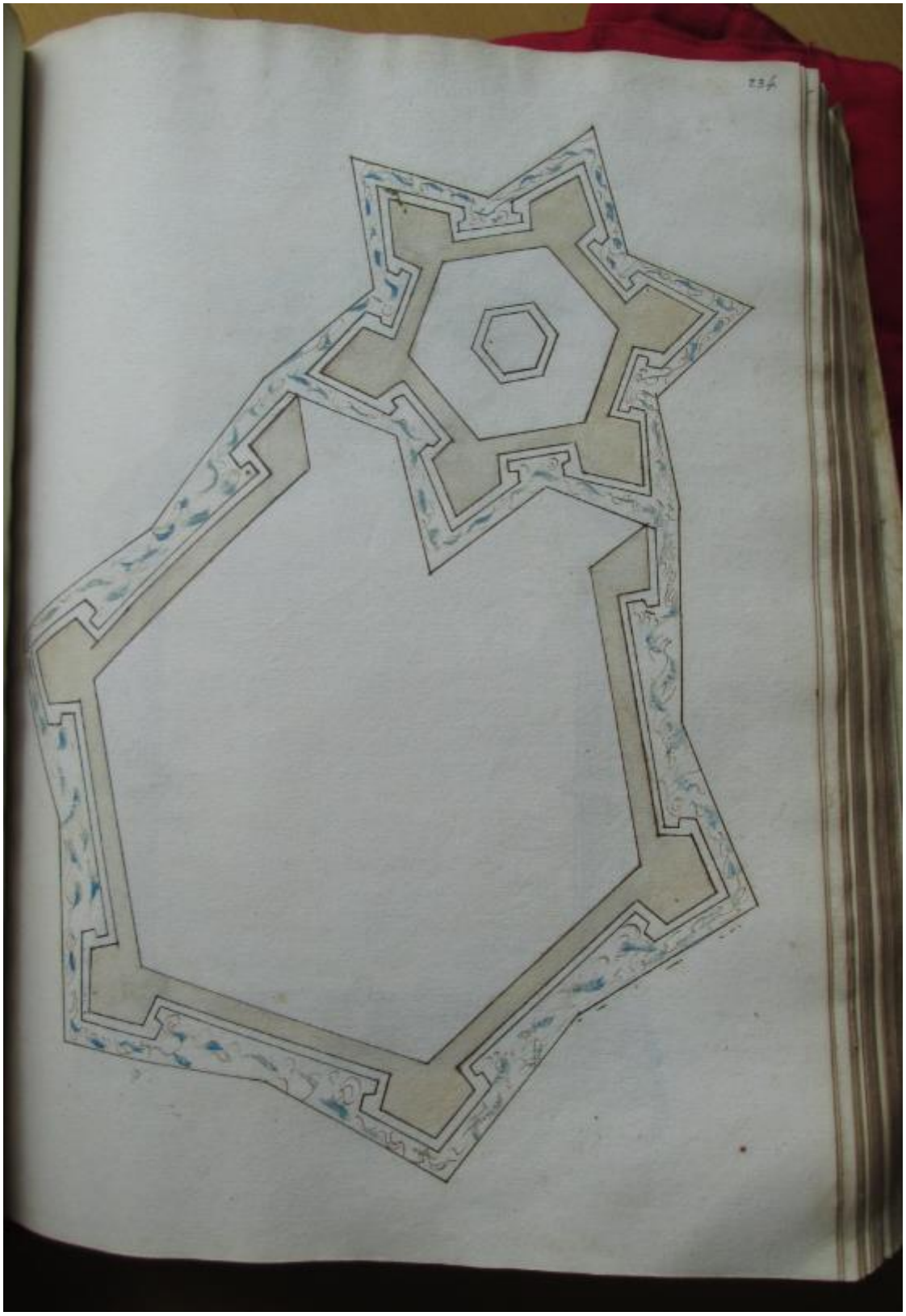


Figure 2.61
Constantinoys, Allain, *Recueil…*, *op. cit.*, fol. 234.

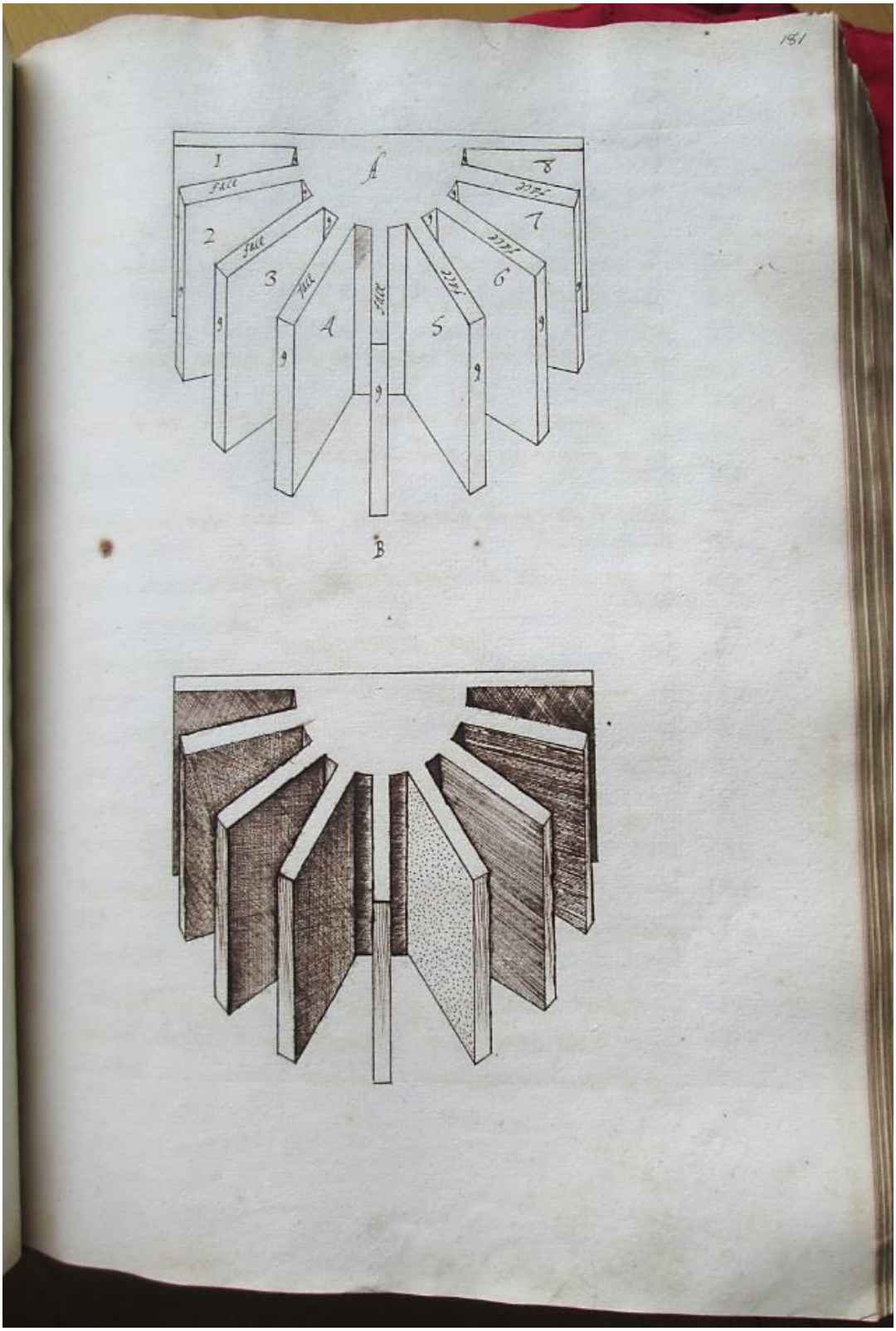


Figure 2.62
Constantinoys, Allain, *Recueil…*, *op. cit.*, fol. 282

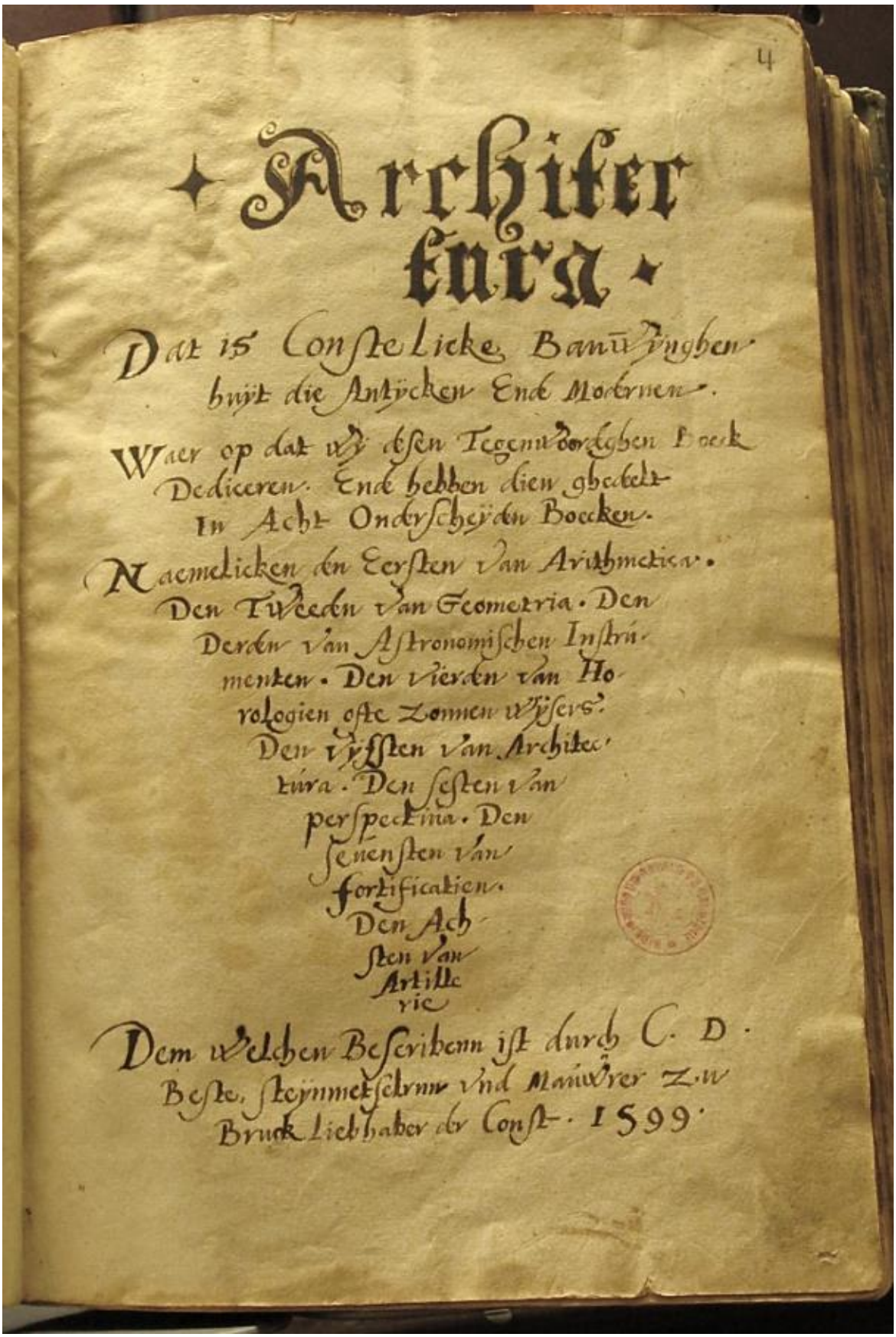


Figure 2.63
Beste, Charles de, *Architectura…*, page de titre, fol. 4.
Bibliothèque royale de Belgique, Bruxelles, ms. II 7617.

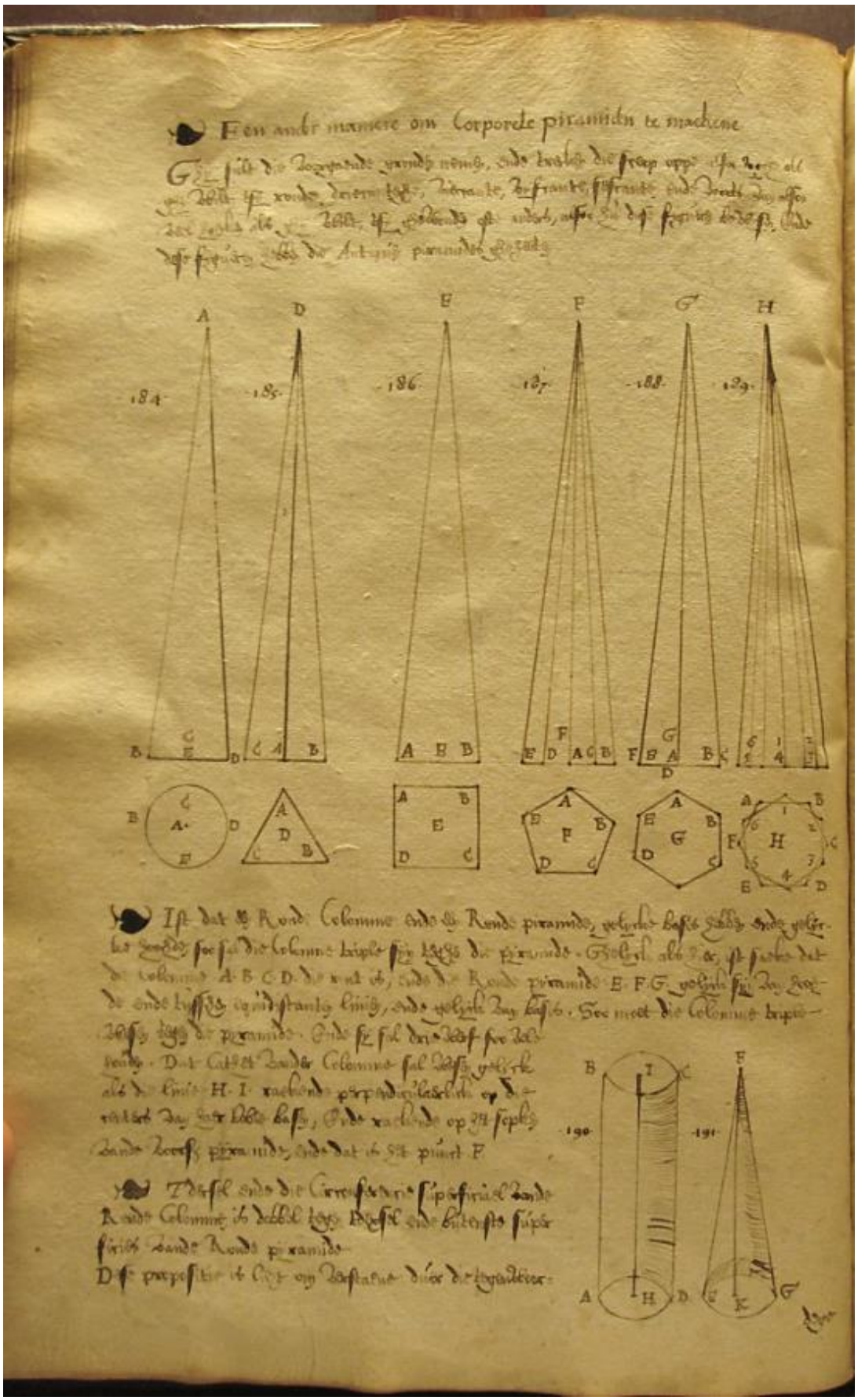


Figure 2.64
Beste, Charles de, *Architectura…*, *op. cit.*, fol. 37v.

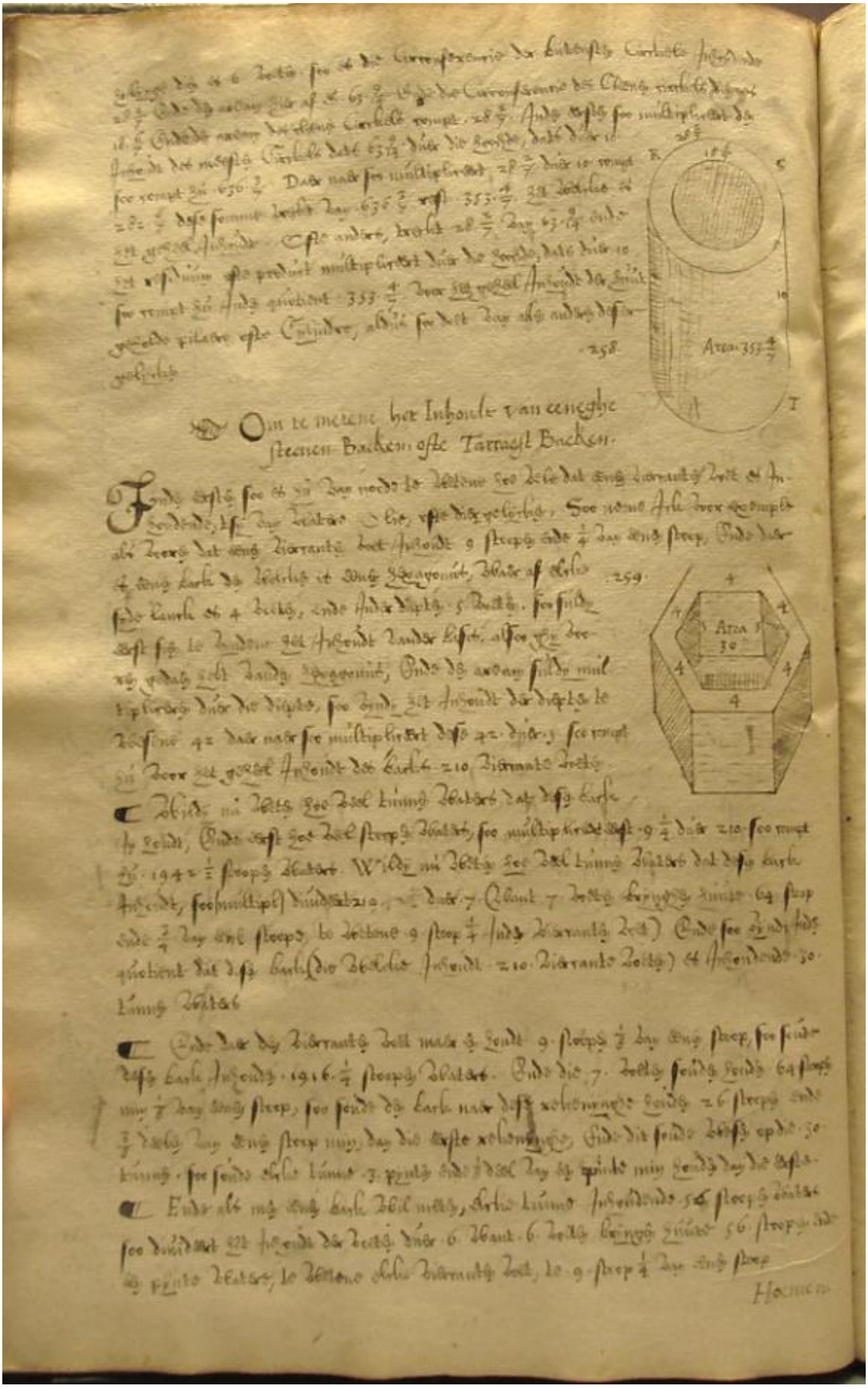


Figure 2.65
Beste, Charles de, *Architectura…*, *op. cit.*, fol. 50v.

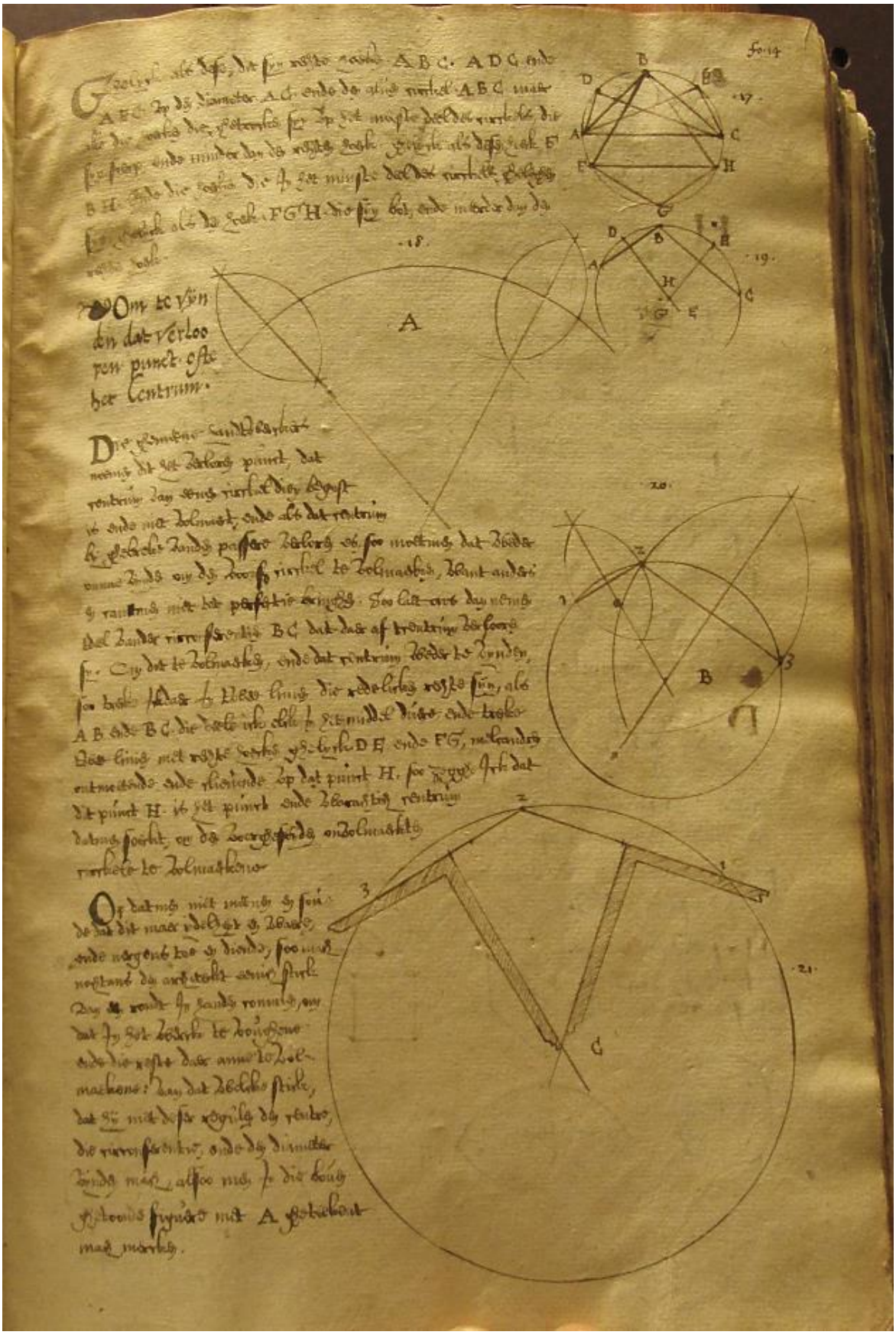


Figure 2.66
Beste, Charles de, *Architectura…*, *op. cit.*, fol. 14.

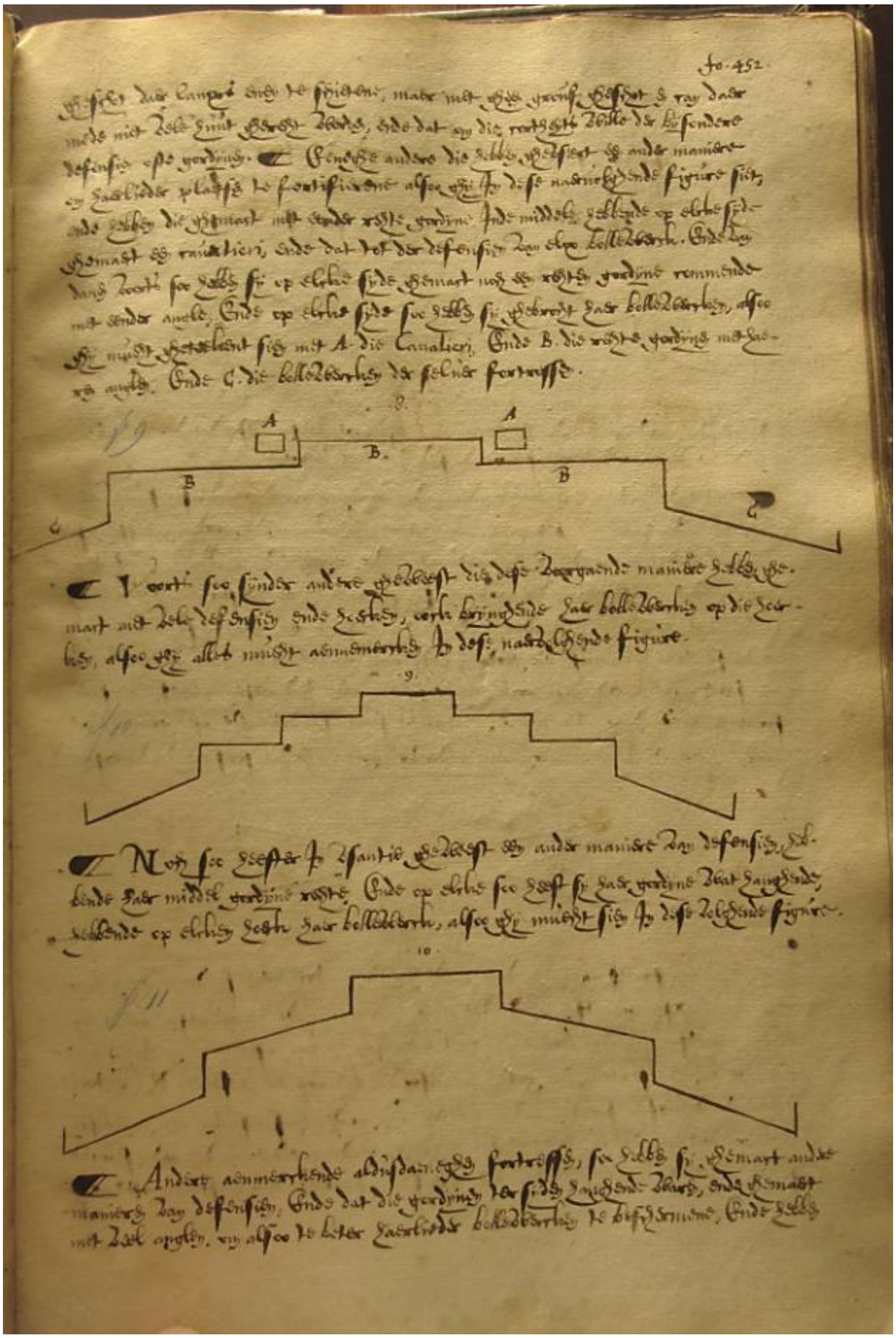


Figure 2.67
Beste, Charles de, *Architectura…*, *op. cit.*, fol. 452.

Figure 2.68
Beste, Charles de, *Architectura…*, *op. cit.*, fol. 497.

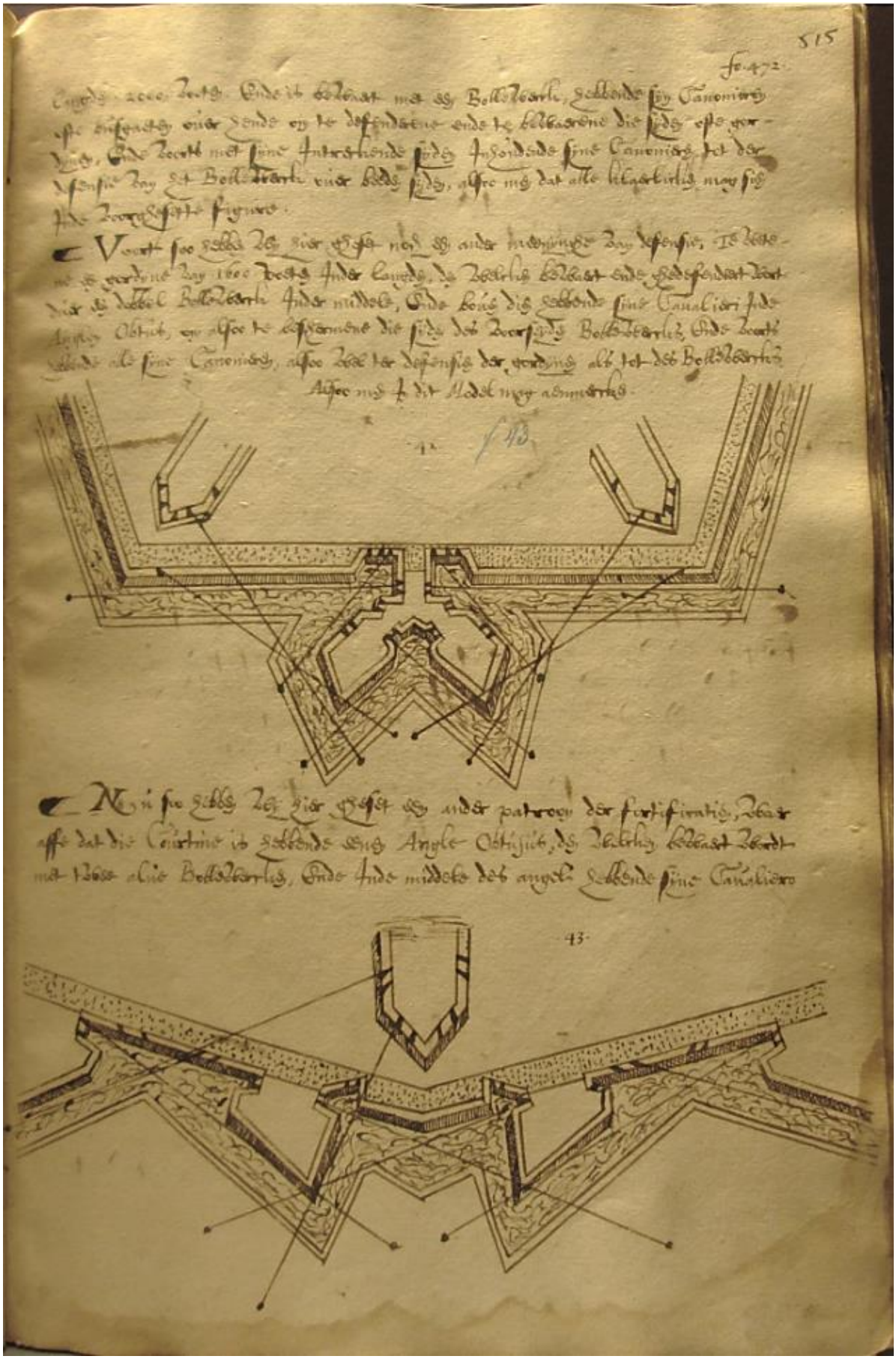


Figure 2.69
Beste, Charles de, *Architectura…*, *op. cit.*, fol. 515.

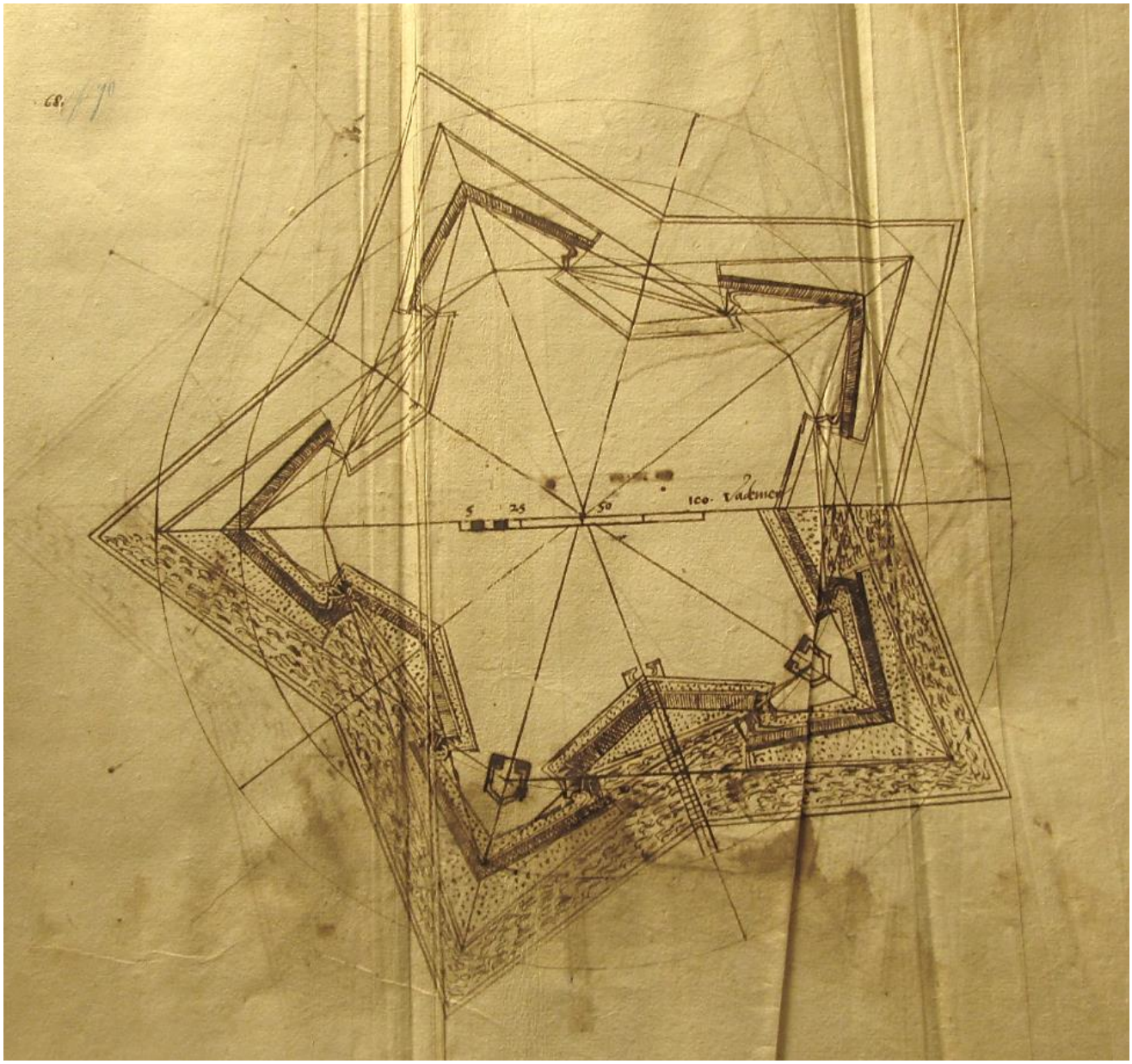


Figure 2.70
Beste, Charles de, *Architectura…*, *op. cit.*, fol. 534.

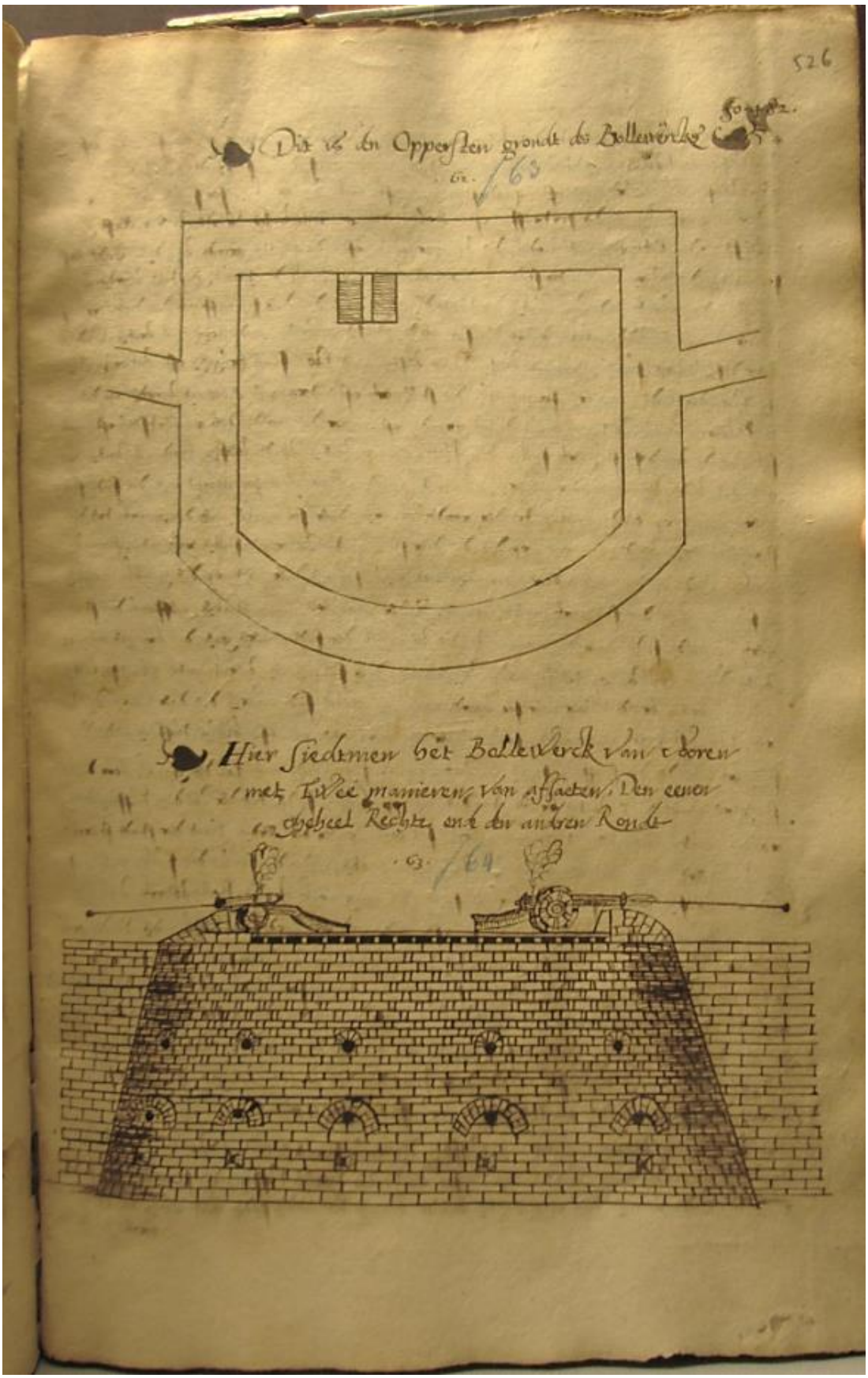


Figure 2.71
Beste, Charles de, *Architectura…*, *op. cit.*, fol. 526.

Figure 2.72
Beste, Charles de, *Architectura…*, *op. cit.*, planche entre les fol. 543 et 544.

Figure 2.73

Cœulre, Jacques, Pierre et Cornille de, *La Pratique Generalle et ample description…*, 1605, frontispice. Bibliothèque de l'université de Gand, HS.2244.

Figure 2.74

Cœulre, Jacques, Pierre et Cornille de, *La Pratique Generalle et ample description…*, *op. cit.*, p. 1.

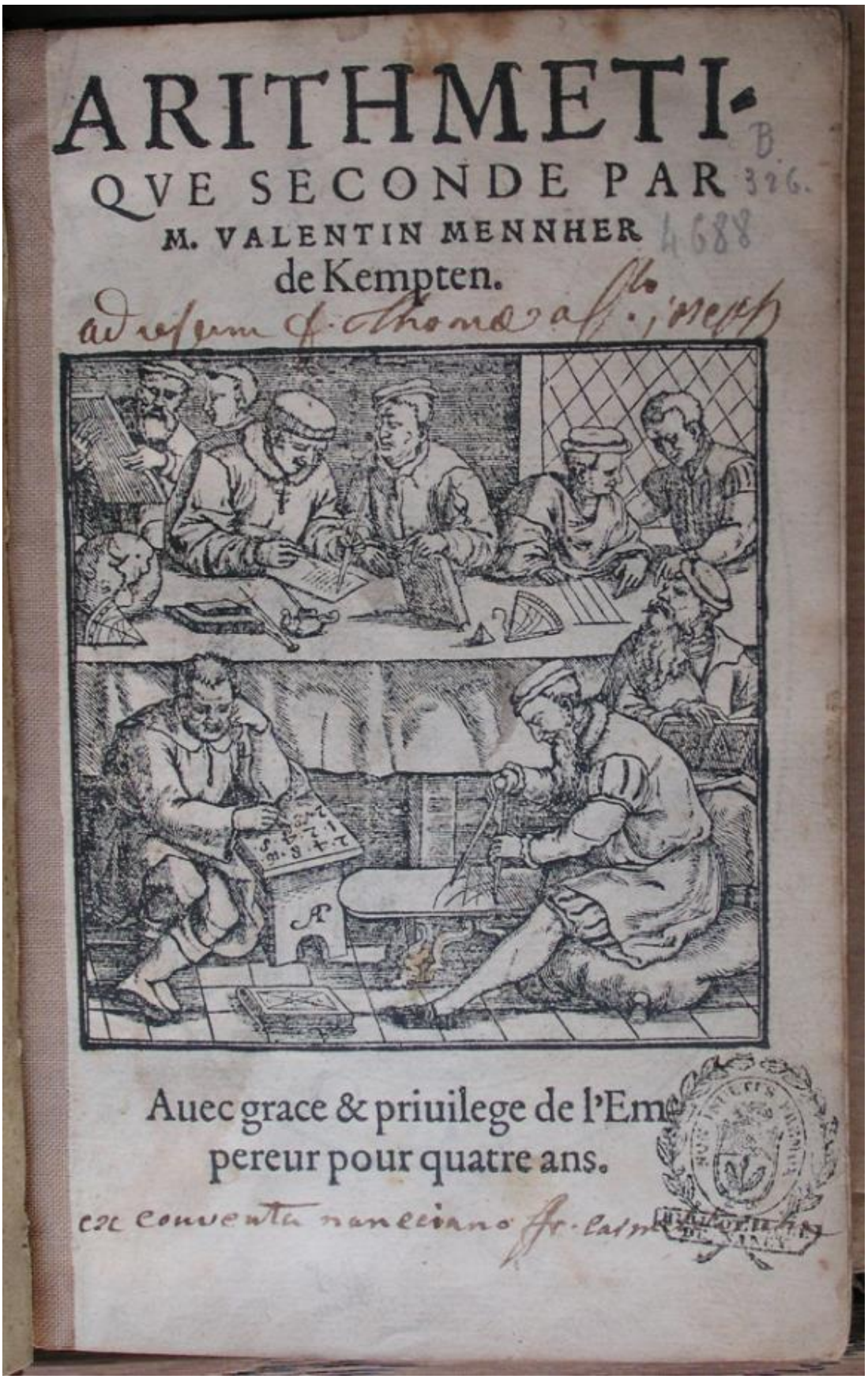


Figure 2.75
Mennher, Valentin, *L'arithmétique seconde…*, Anvers, 1556, frontispice.
Bibliothèque Stanislas, Nancy, Fonds de conservation 303 700

Figure 2.76

Cœulre, Jacques, Pierre et Cornille de, *La Pratique Generalle et ample description…*, *op. cit.*, p. 247.

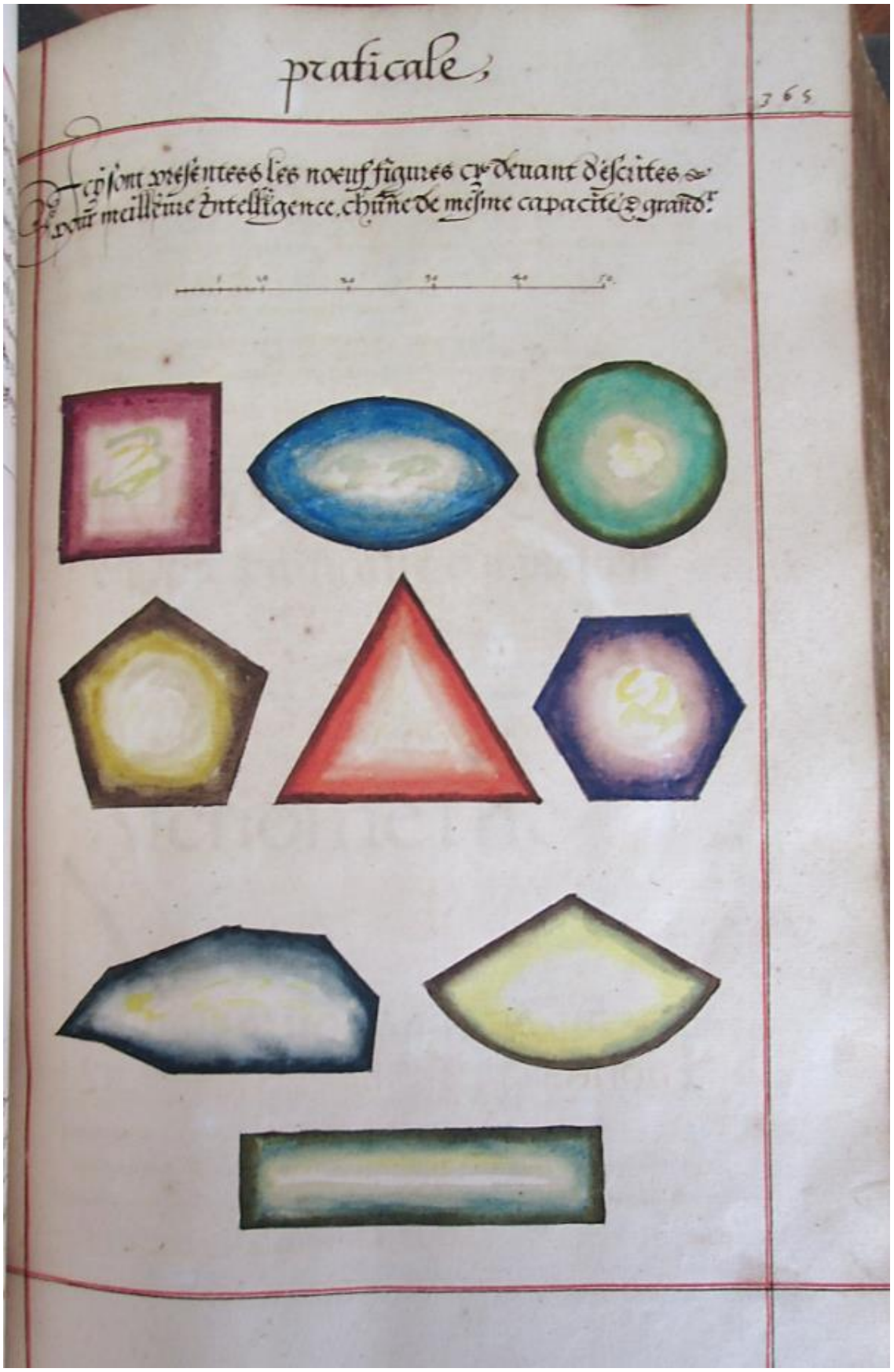


Figure 2.77

Cœulre, Jacques, Pierre et Cornille de, *La Pratique Generalle et ample description…*, *op. cit.*, p. 365.

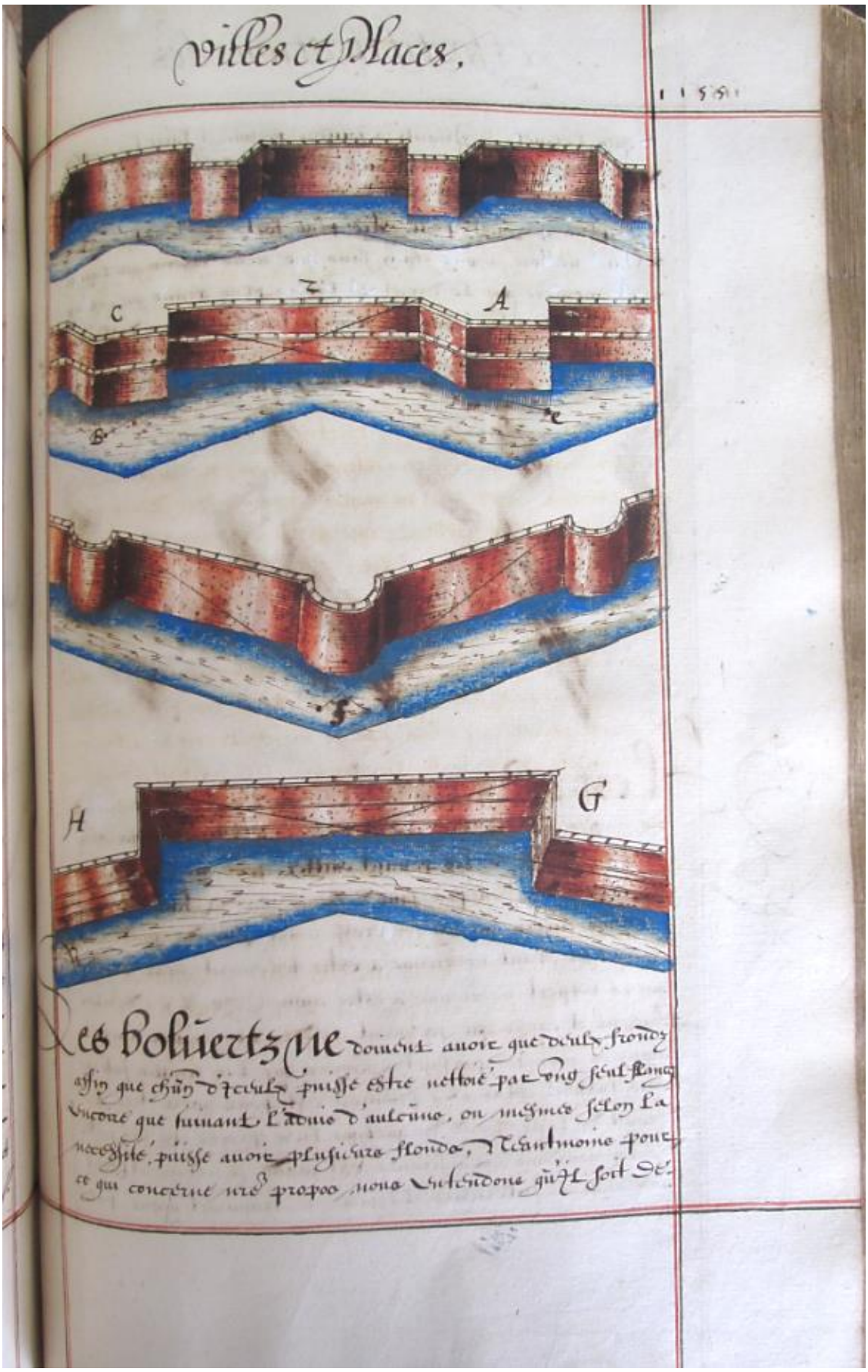


Figure 2.78

Cœulre, Jacques, Pierre et Cornille de, *La Pratique Generalle et ample description…*, *op. cit.*, p. 1155.

Figure 2.79

Cœulre, Jacques, Pierre et Cornille de, *La Pratique Generalle et ample description…*, *op. cit.*, p. 1265.

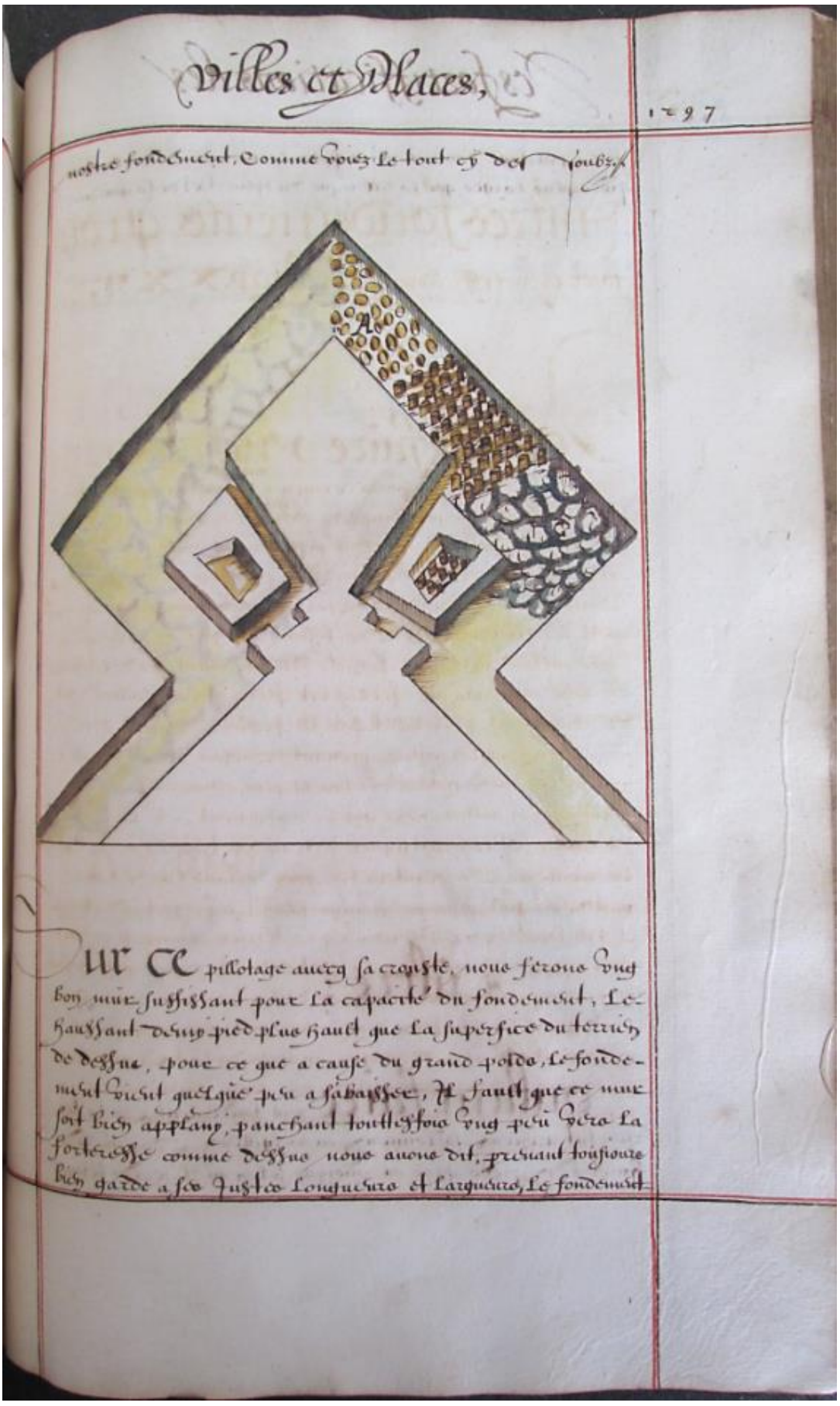


Figure 2.80

Cœulre, Jacques, Pierre et Cornille de, *La Pratique Generalle et ample description…*, *op. cit.*, p. 1297.

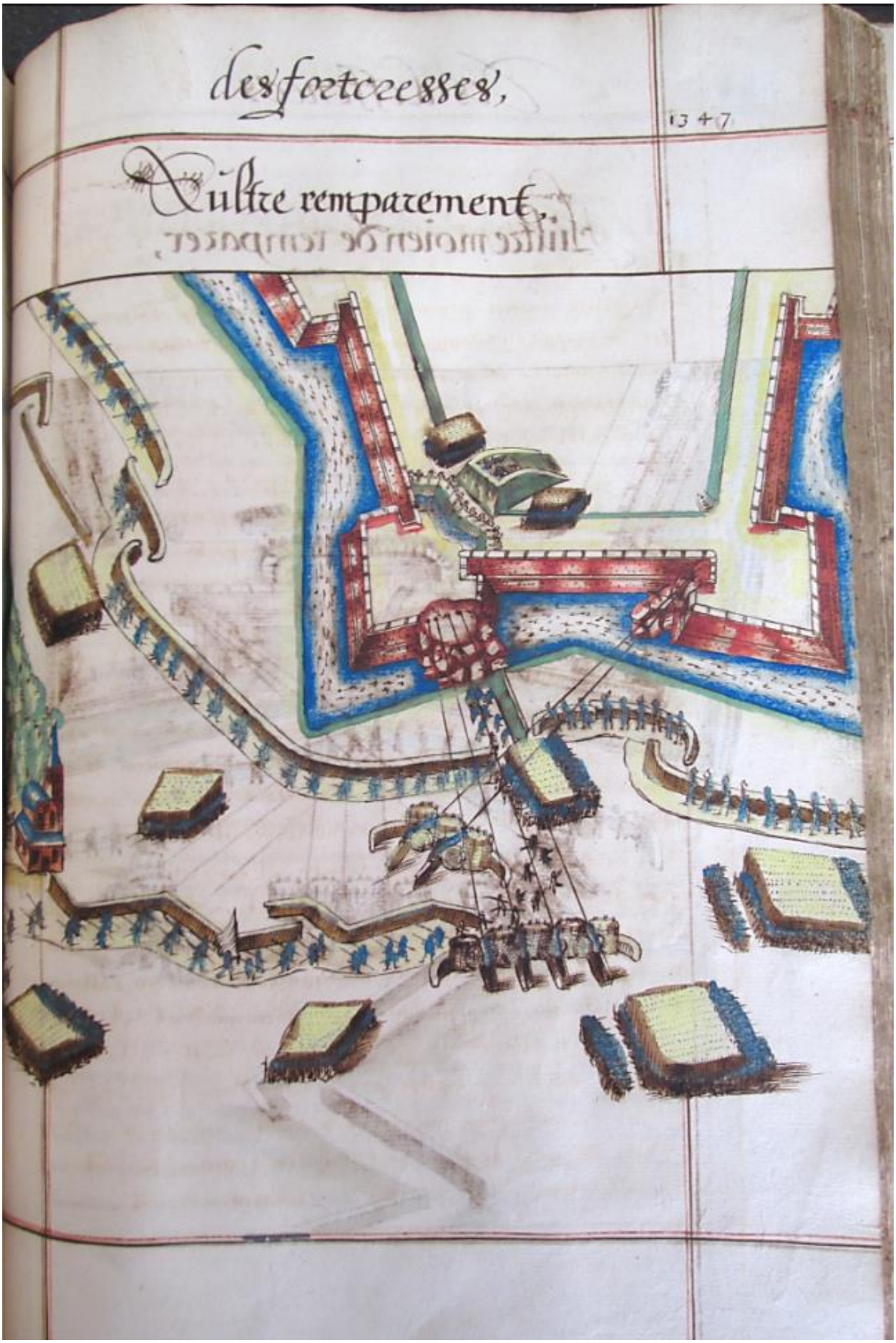


Figure 2.81

Cœulre, Jacques, Pierre et Cornille de, *La Pratique Generalle et ample description…*, *op. cit.*, p. 1347.

Annexe B2 : Figures de la deuxième partie

Figure 3.1
Portrait anonyme (XIX^{e} siècle)
Hôtel de ville, Bar-le-Duc.

Figure 3.2
Gravure de Thomas de Leu (1600)
Fitzwilliam Museum, Cambridge, UK, P.6849-R

Figure 3.3
Chastillon, Claude, *Topographie Françoise…*, Paris, 1655, fol. 23v-24.
Institut National d'Histoire de l'Art (INHA), NUM FOL EST 104

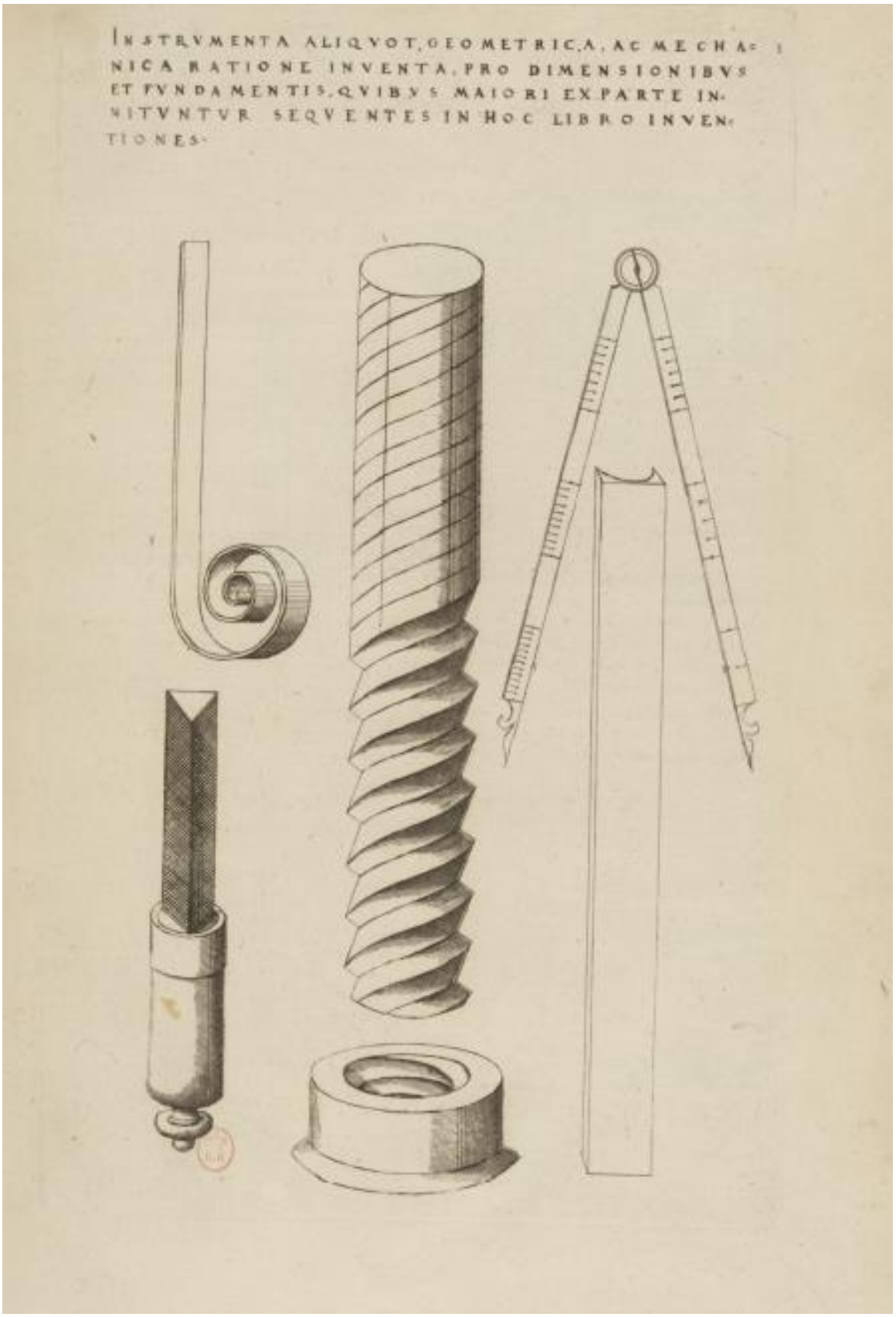


Figure 3.4

Besson, Jacques, *Théâtre des Instruments mathématiques & mechaniques*, Lyon, 1578, planche 1
Bibliothèque nationale de France, Res-V-440 [Gallica]

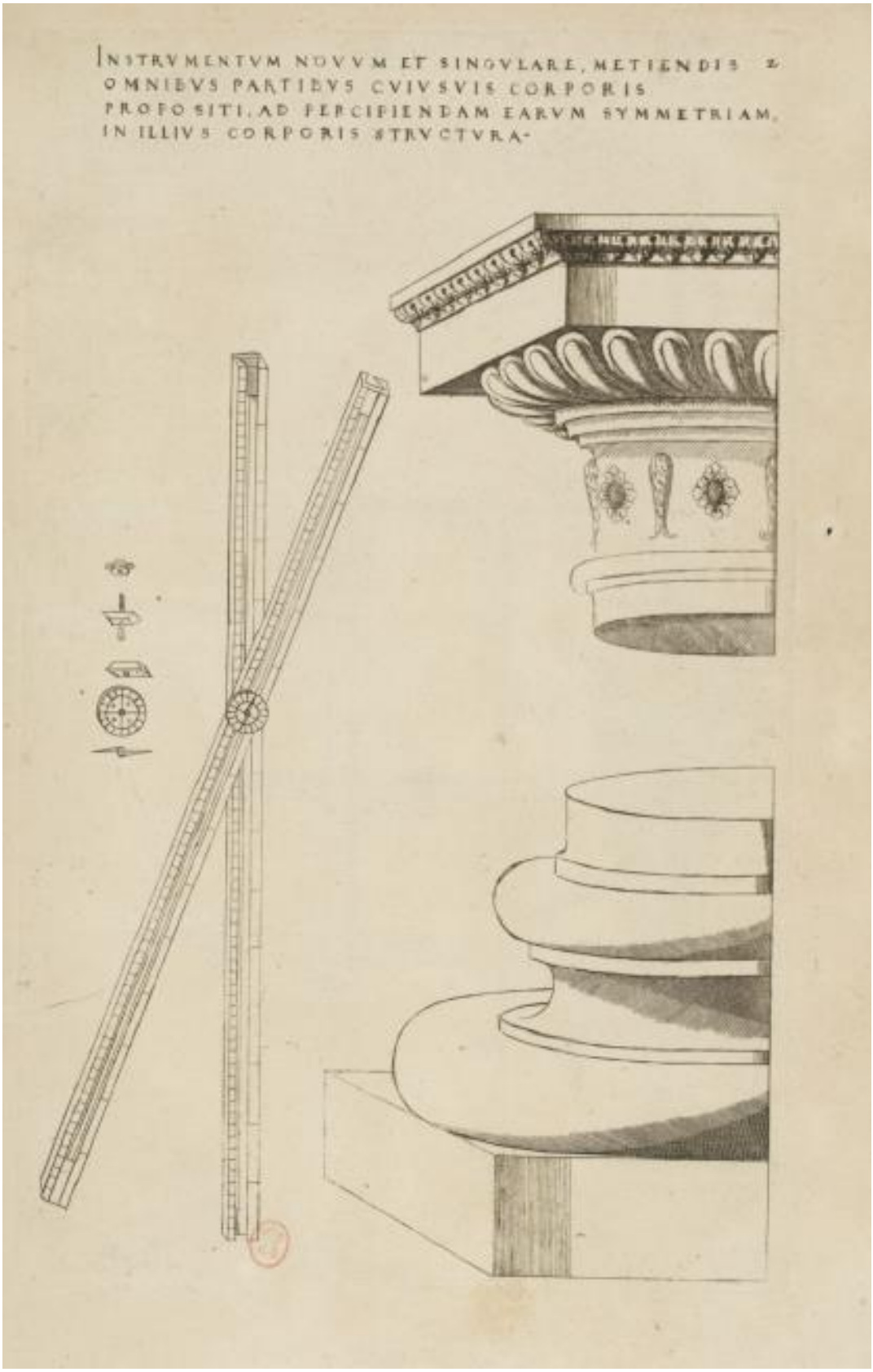


Figure 3.5
Besson, Jacques, *Théâtre des Instrument*, *op. cit.*, planche 2.

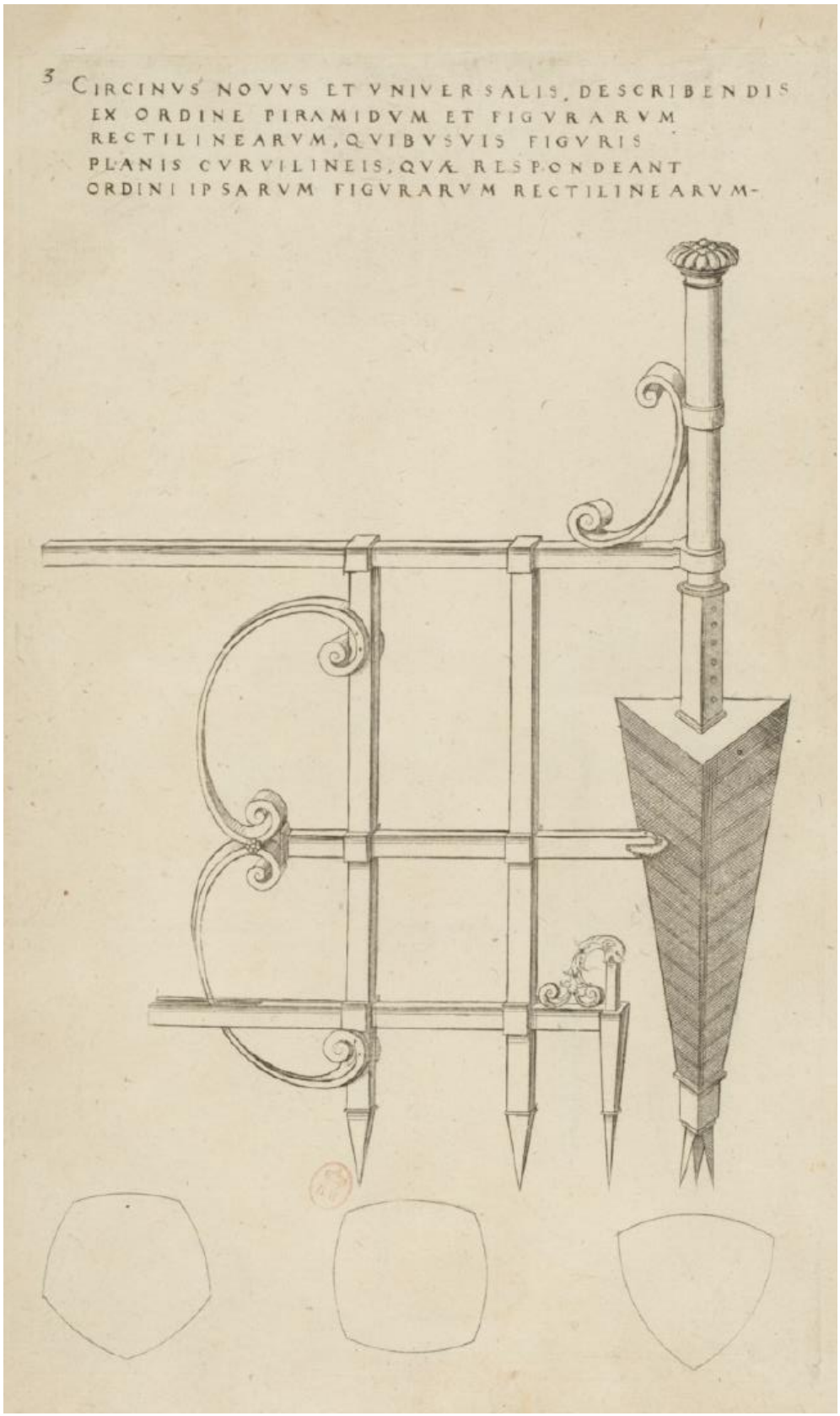


Figure 3.6
Besson, Jacques, *Théâtre des Instrument*, *op. cit.*, planche 3.

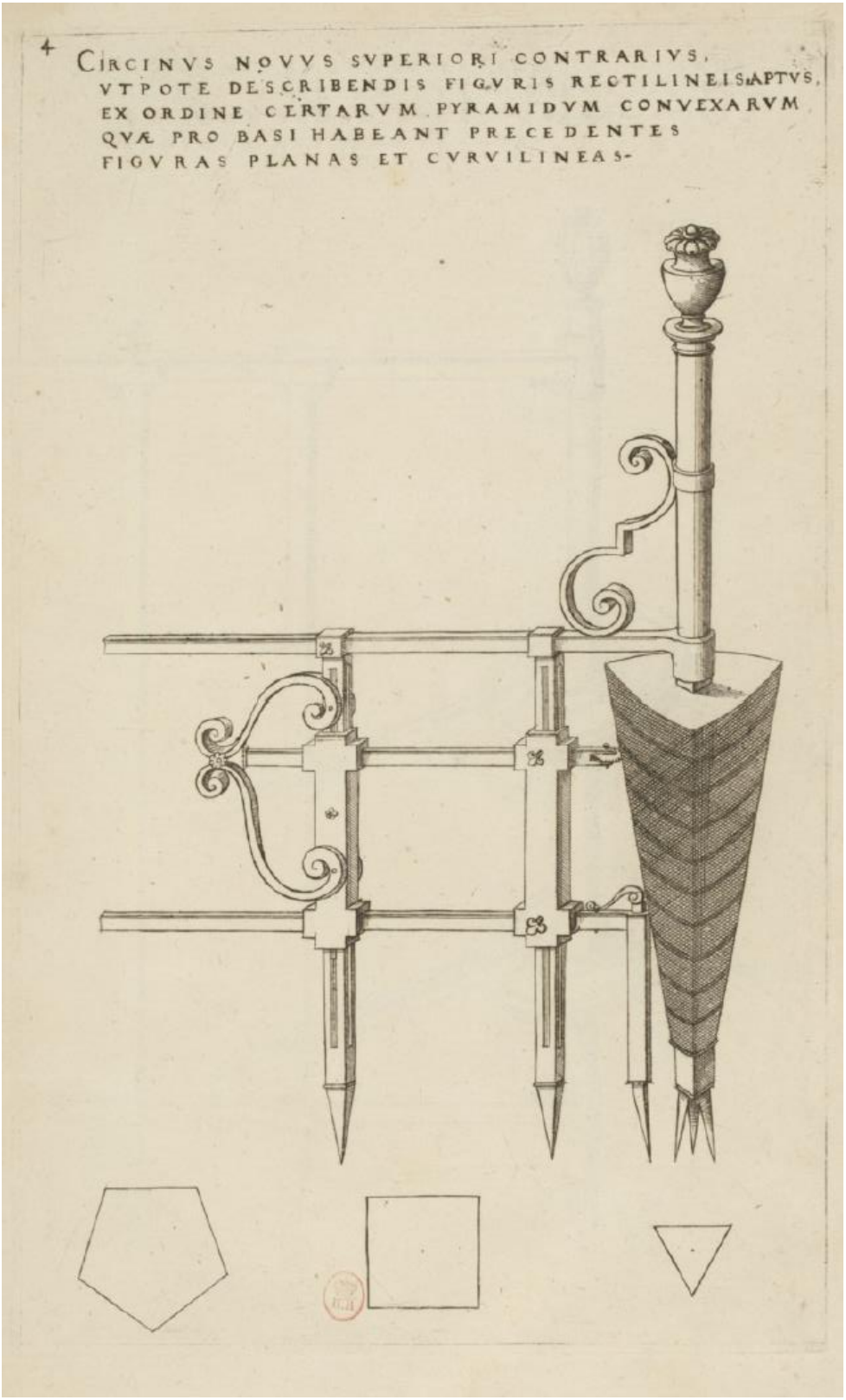


Figure 3.7
Besson, Jacques, *Théâtre des Instrument*, *op. cit.*, planche 4.

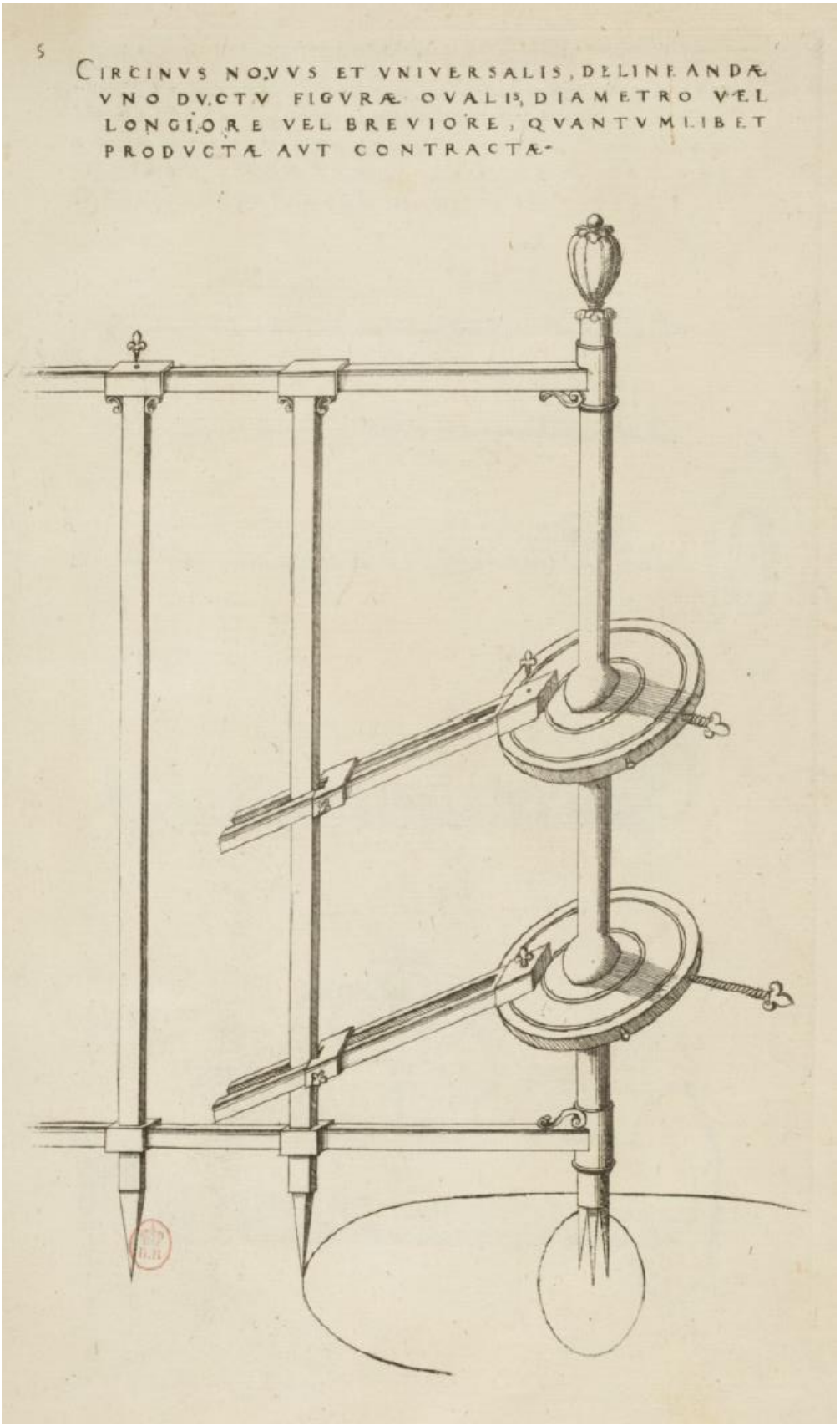


Figure 3.8
Besson, Jacques, *Théâtre des Instrument, op. cit.*, planche 5.

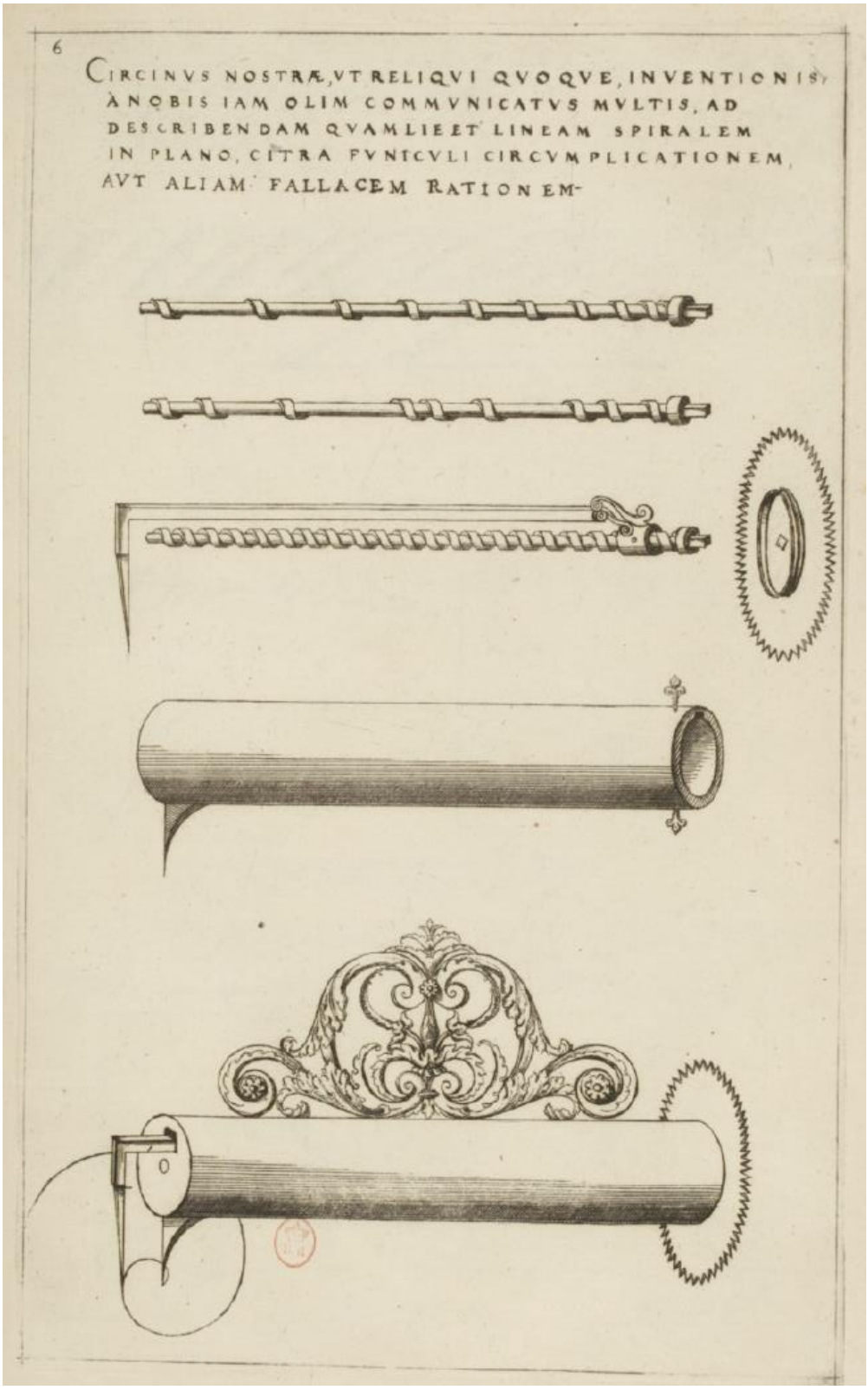
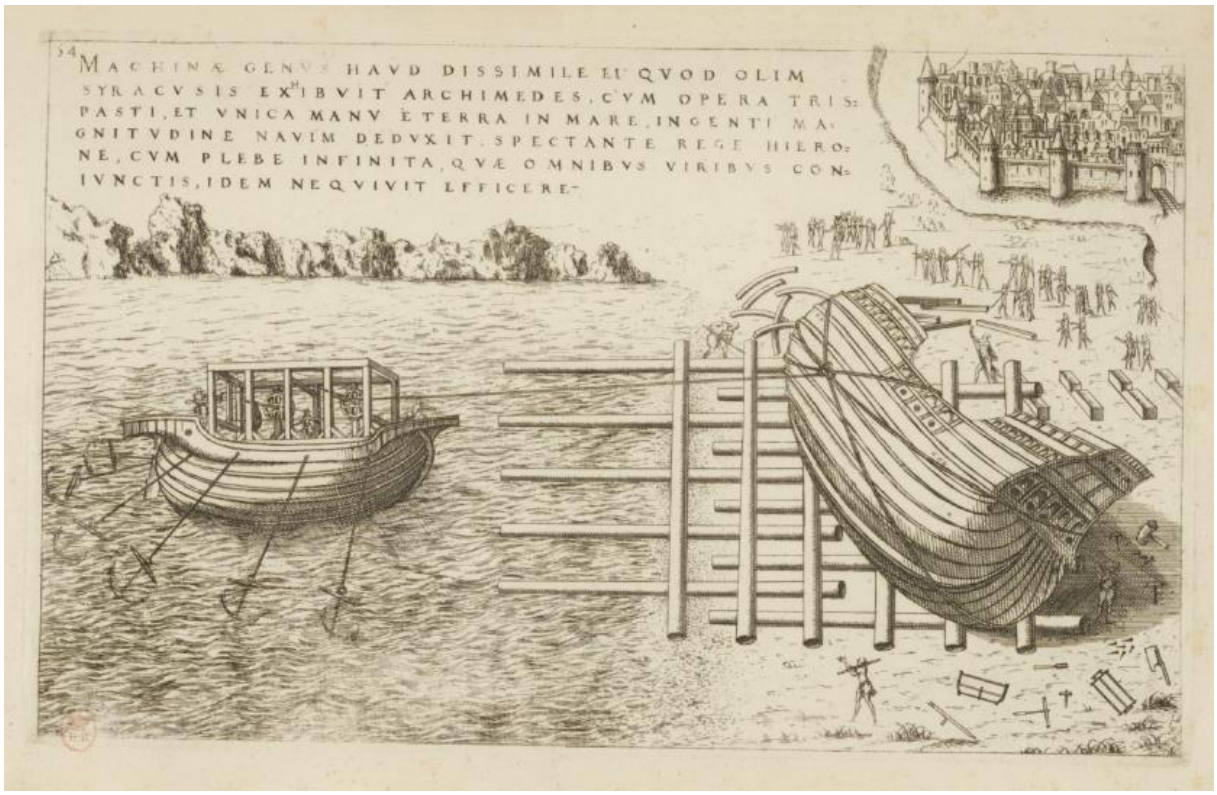


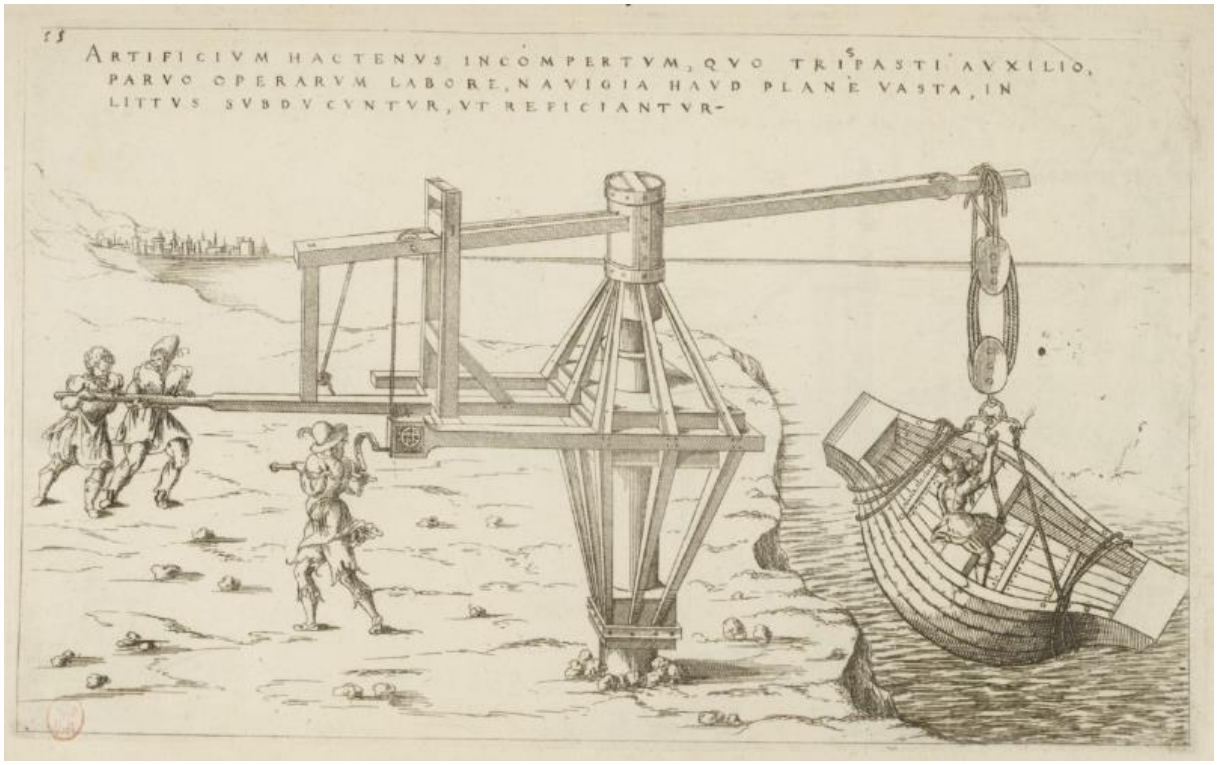
Figure 3.9
Besson, Jacques, *Théâtre des Instrument, op. cit.,* planche 6.

Figures 3.10 et 3.11
Besson, Jacques, *Théâtre des Instrument*, *op. cit.*, planche 31 et planche 52.



Figures 3.12 et 3.12 bis

Besson, Jacques, *Théâtre des Instrument*, *op. cit.*, planche 54 et planche 55.



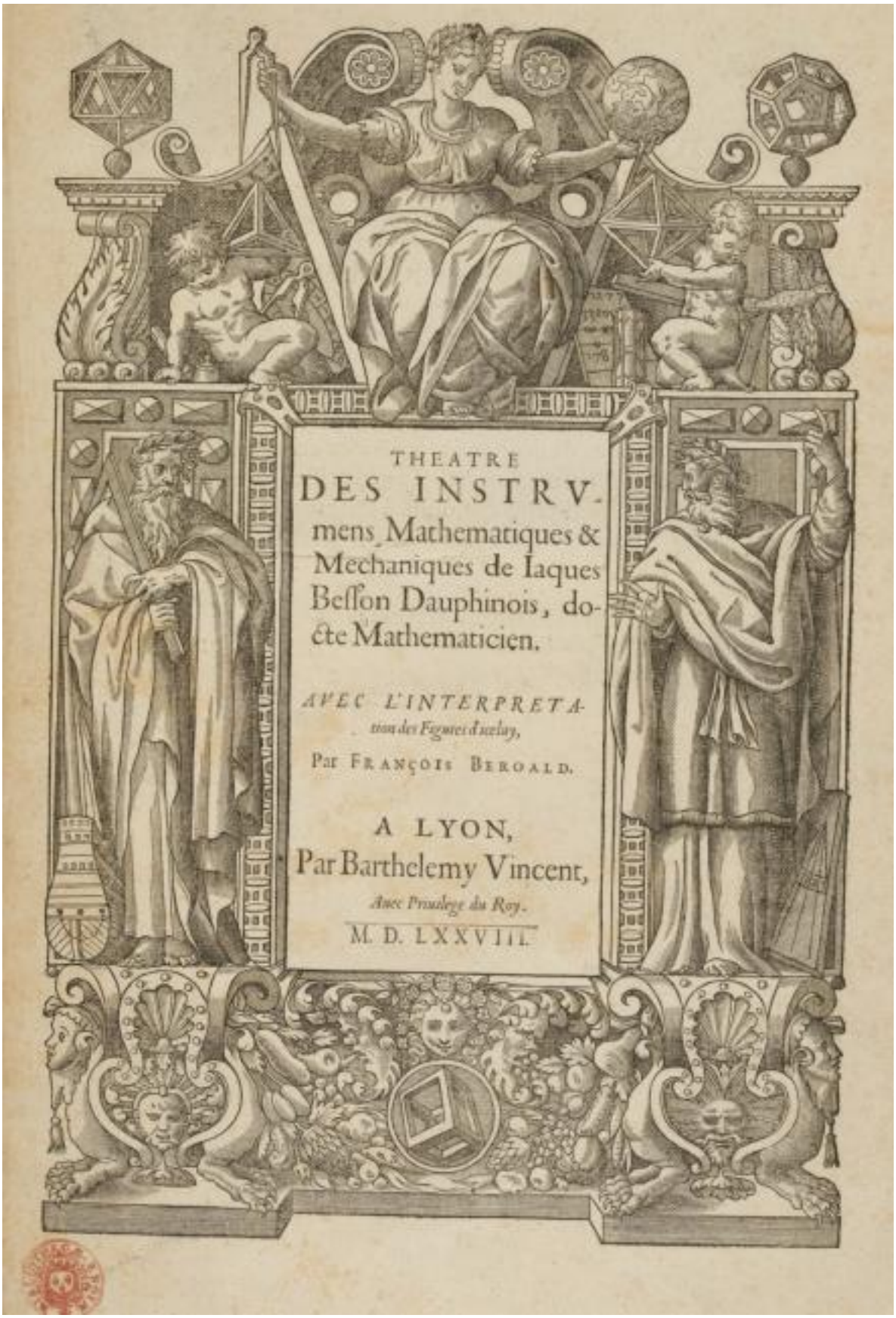


Figure 3.13
Besson, Jacques, *Théâtre des Instrument*, *op. cit.*, frontispice.

Figure 3.14

Ramelli, Agostino, *Le diverse et artificiose machine del Capitano Agostino Ramelli…*, Paris, 1588.
Portrait de l'auteur.
Bayerische Staatsbibliothek, Res/2 Math.a.77 [MDZ]

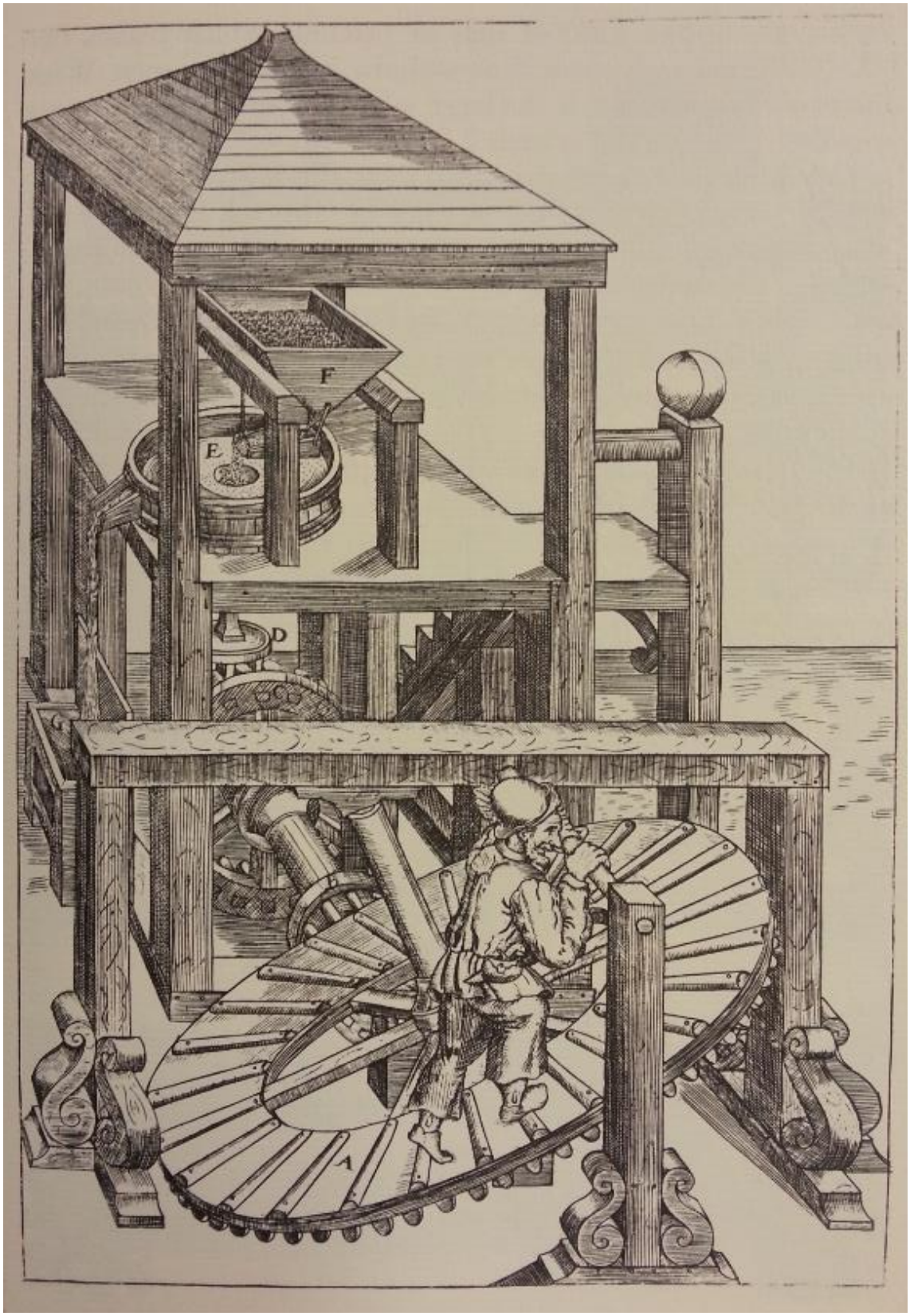


Figure 3.15
Ramelli, Agostino, *Le diverse et artificiose machine …*, *op. cit.*, planche 123.

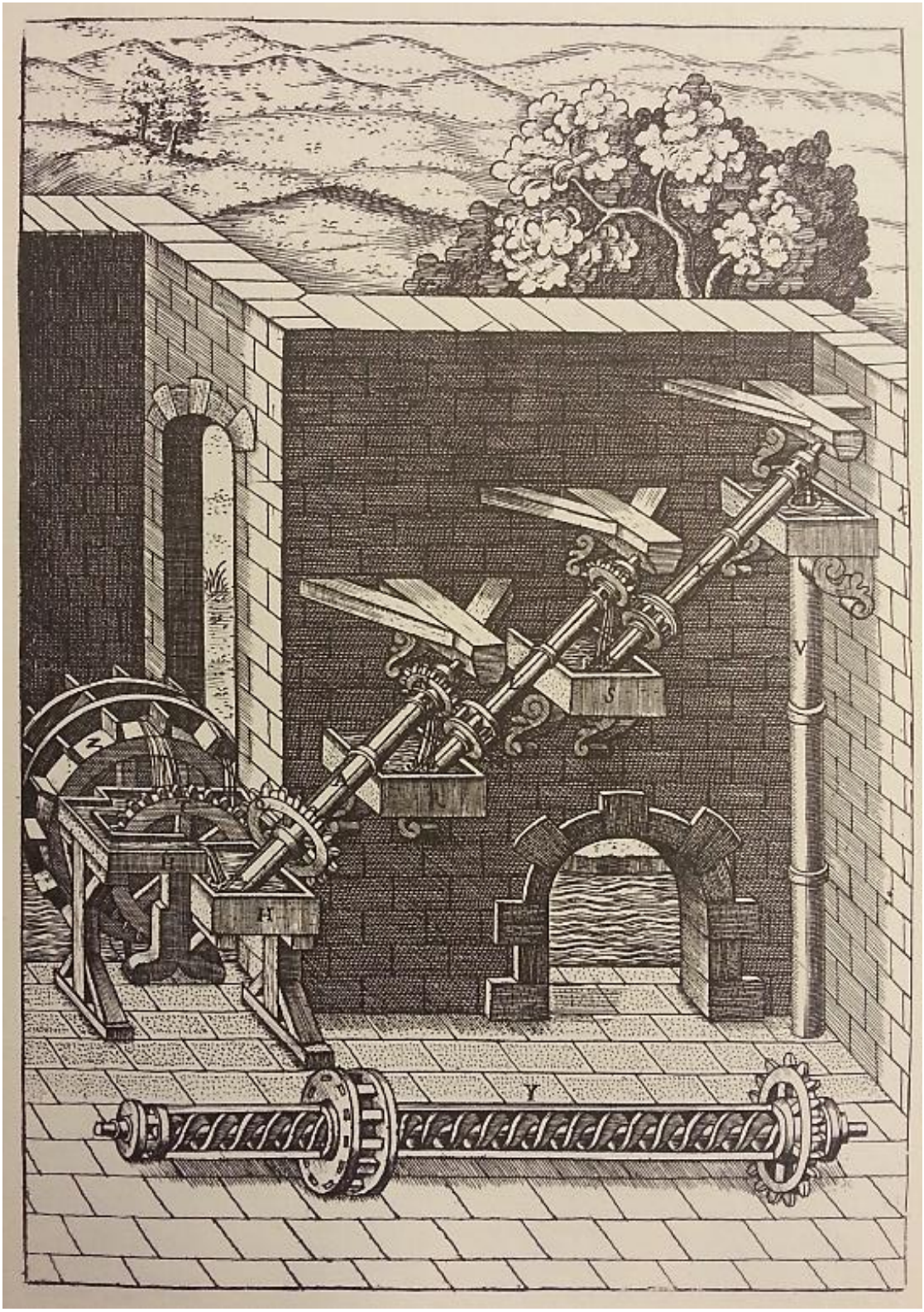


Figure 3 .16

Ramelli, Agostino, *Le diverse et artificiose machine …*, *op. cit.*, planche 46.

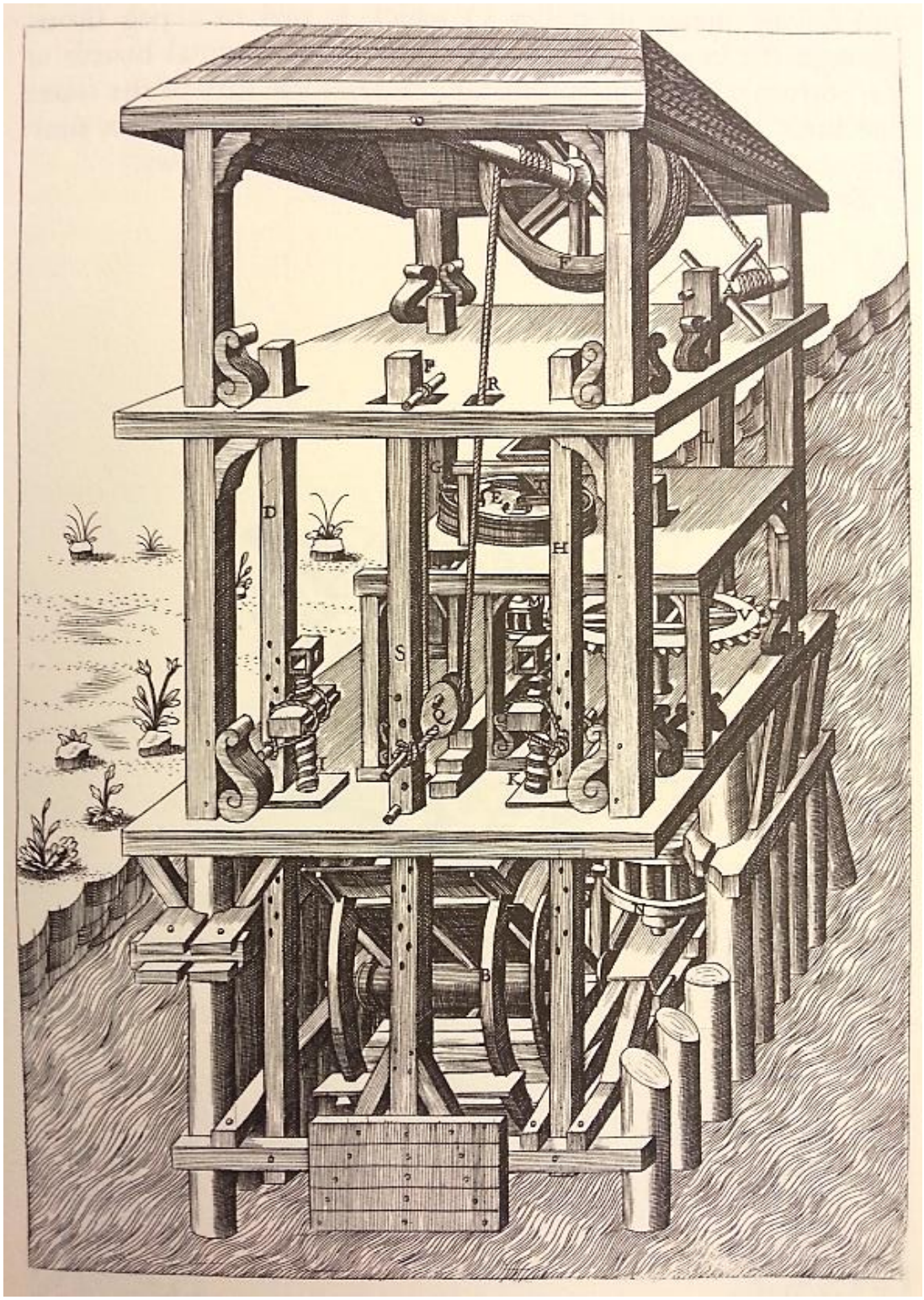


Figure 3.17
Ramelli, Agostino, *Le diverse et artificiose machine …*, *op. cit.*, planche 117.

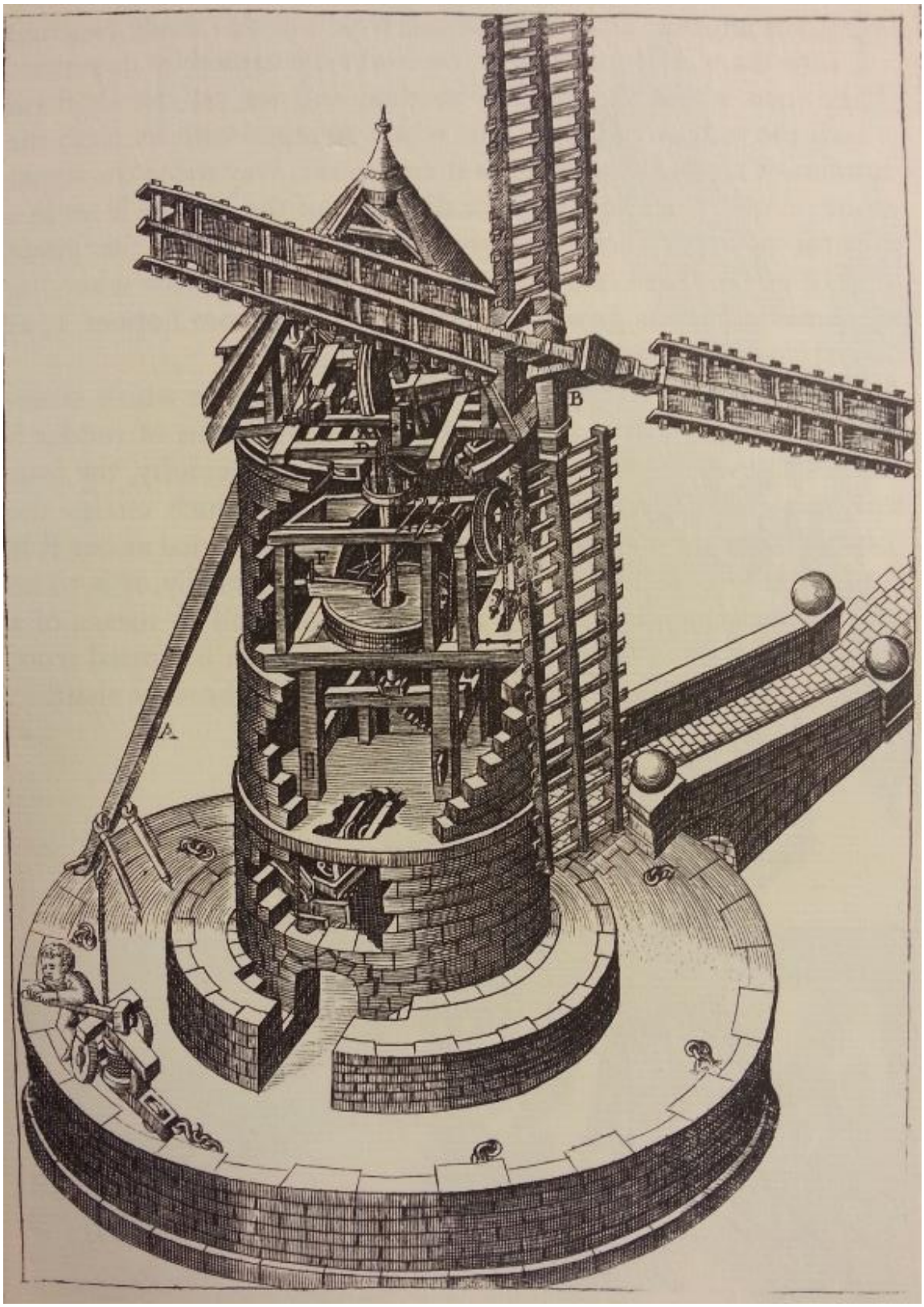


Figure 3.18
Ramelli, Agostino, *Le diverse et artificiose machine …*, *op. cit.*, planche 132.

Figure 3.19
Ramelli, Agostino, *Le diverse et artificiose machine …*, *op*. *cit*., planche 188.

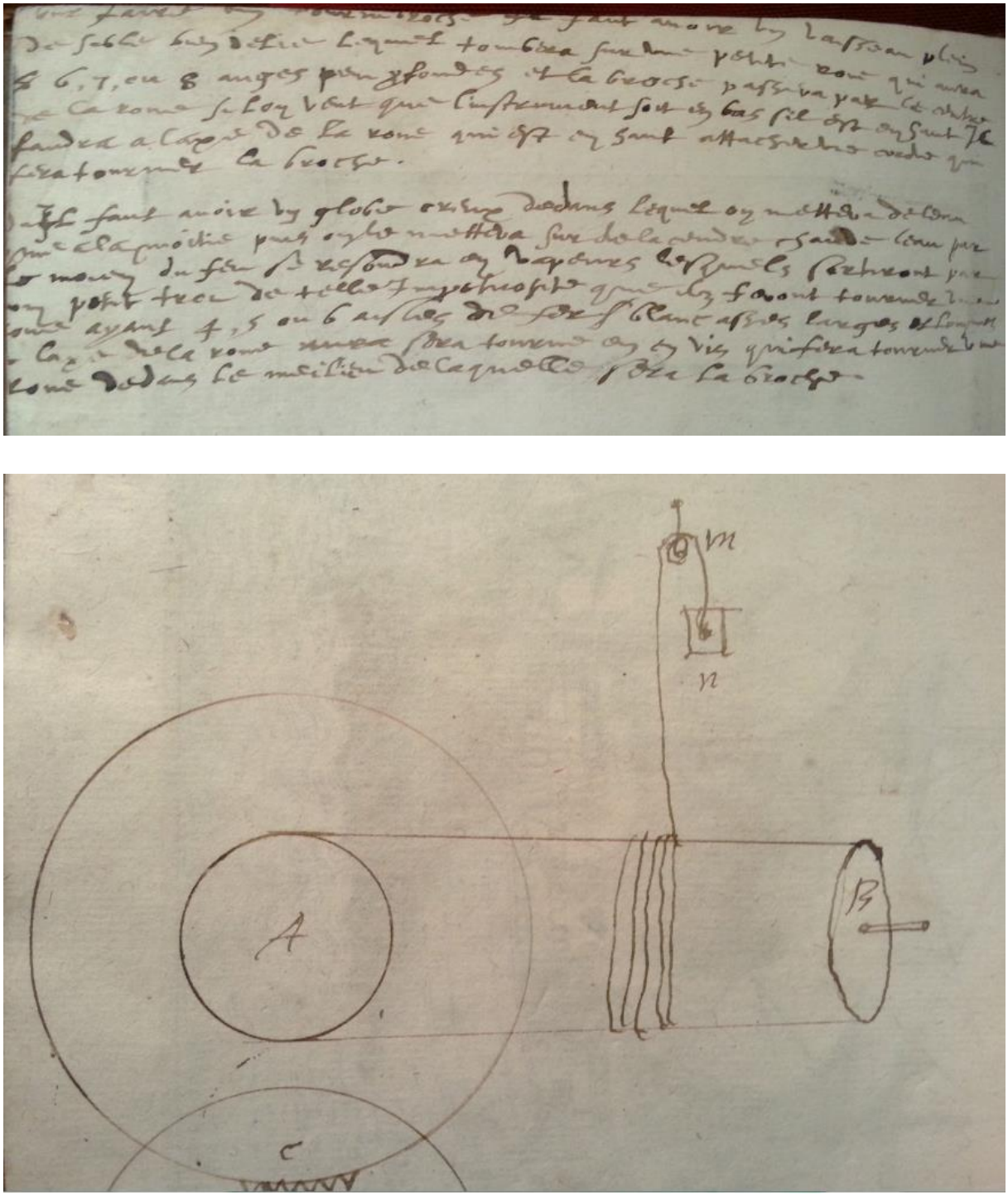


Figure 3.20

Errard, Jean, *Le Premier Livre des Instruments mathématiques mechaniques*, Nancy, 1584
verso de la planche 30.
Bibliothèque nationale de France, Res4-NFS-17(2)

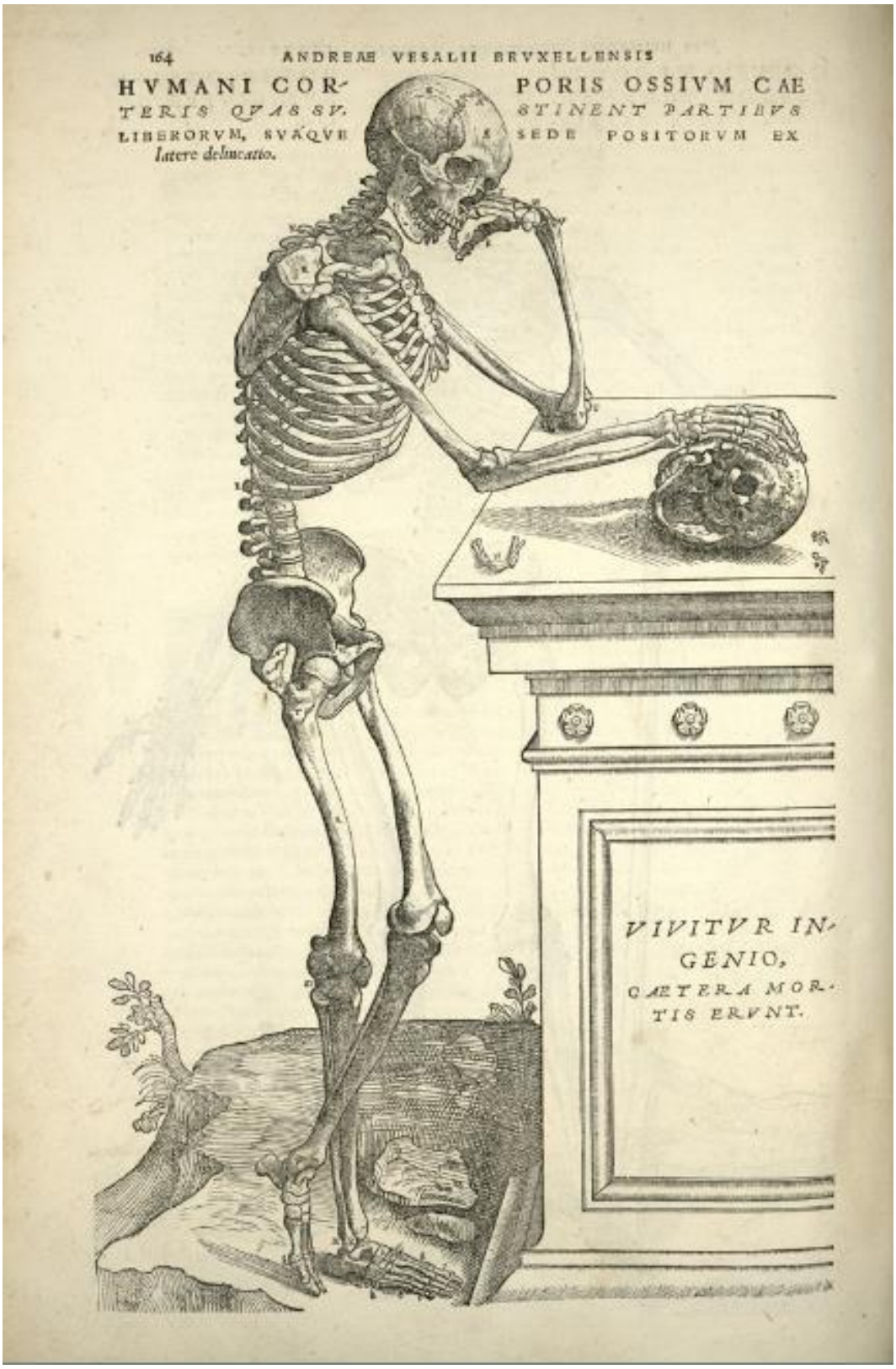


Figure 3.21

Vésalius, Andréa, *De humani corporis fabrica libri septem*, Bâle, 1543, p. 164.
Centre d'Études Supérieures de la Renaissance, Tours, SR 57 / 47294.

Figure 3.22

Ryff, W.H., *Der furnembsten, notwendigsten, der gantzen Architectur…* Nürnberg, Johann Petreius, 1547. Planche coloriée au verso du titre, SLUB Dresden, Archit. 2 / VD16 R 4001.

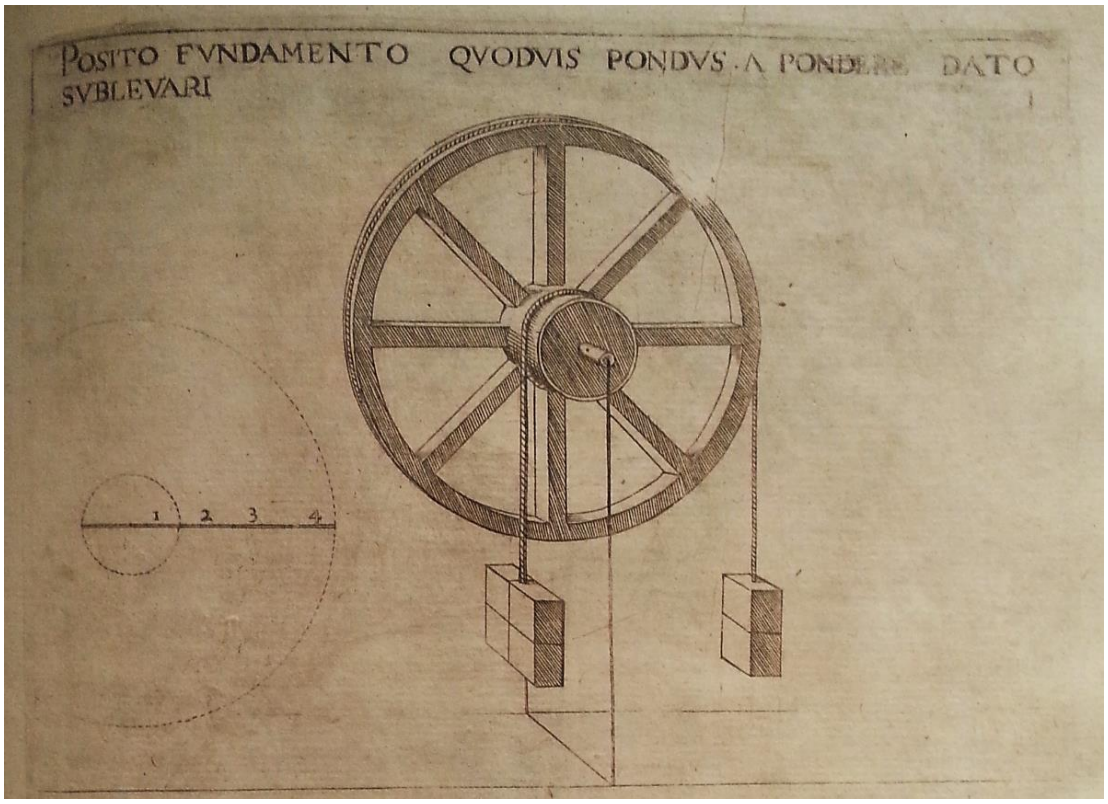


Figure 3.23 & 3.24

Errard, Jean, *Le Premier Livre des Instruments mathématiques mechaniques*, Nancy, 1584, planche 1. Bibliothèque nationale de France, Res4-NFS-17(2)

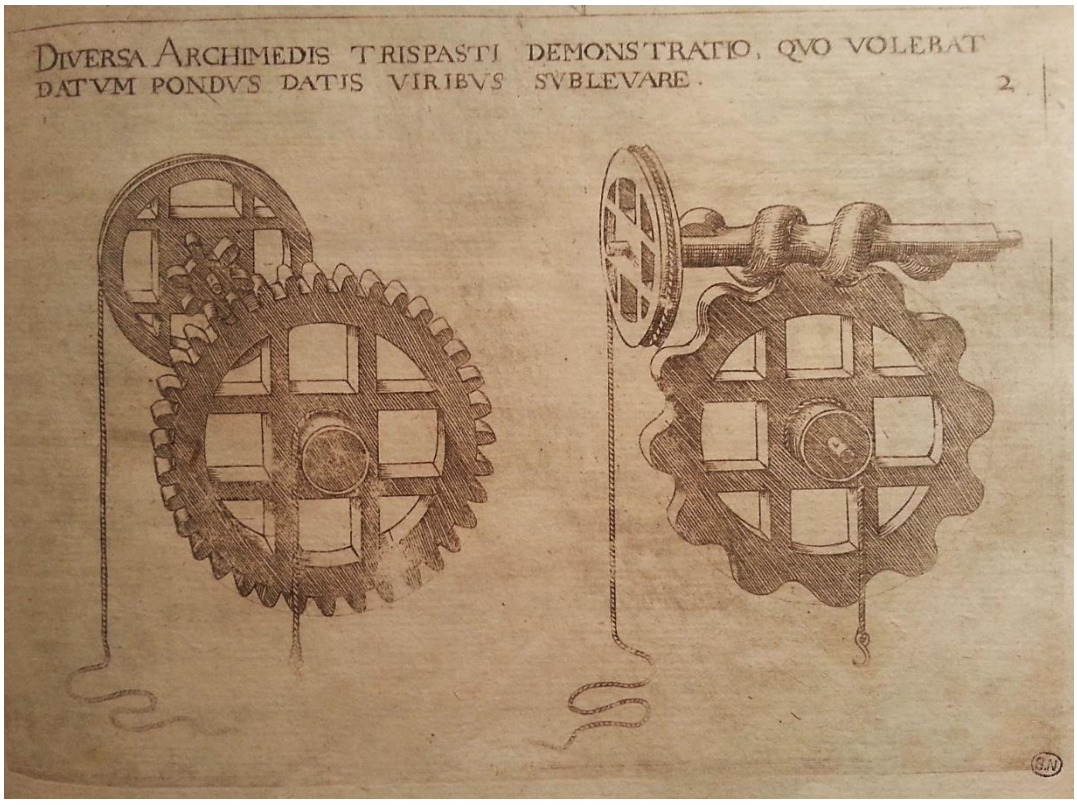
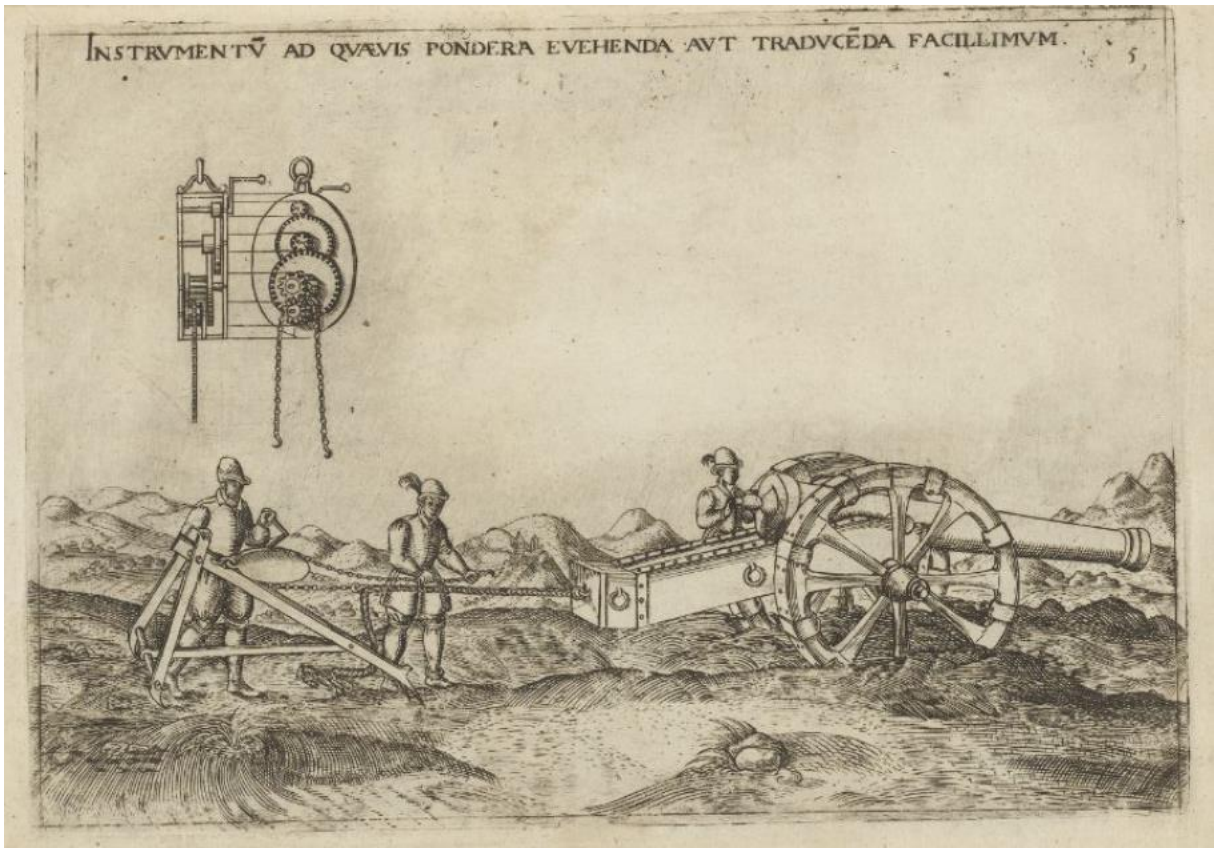
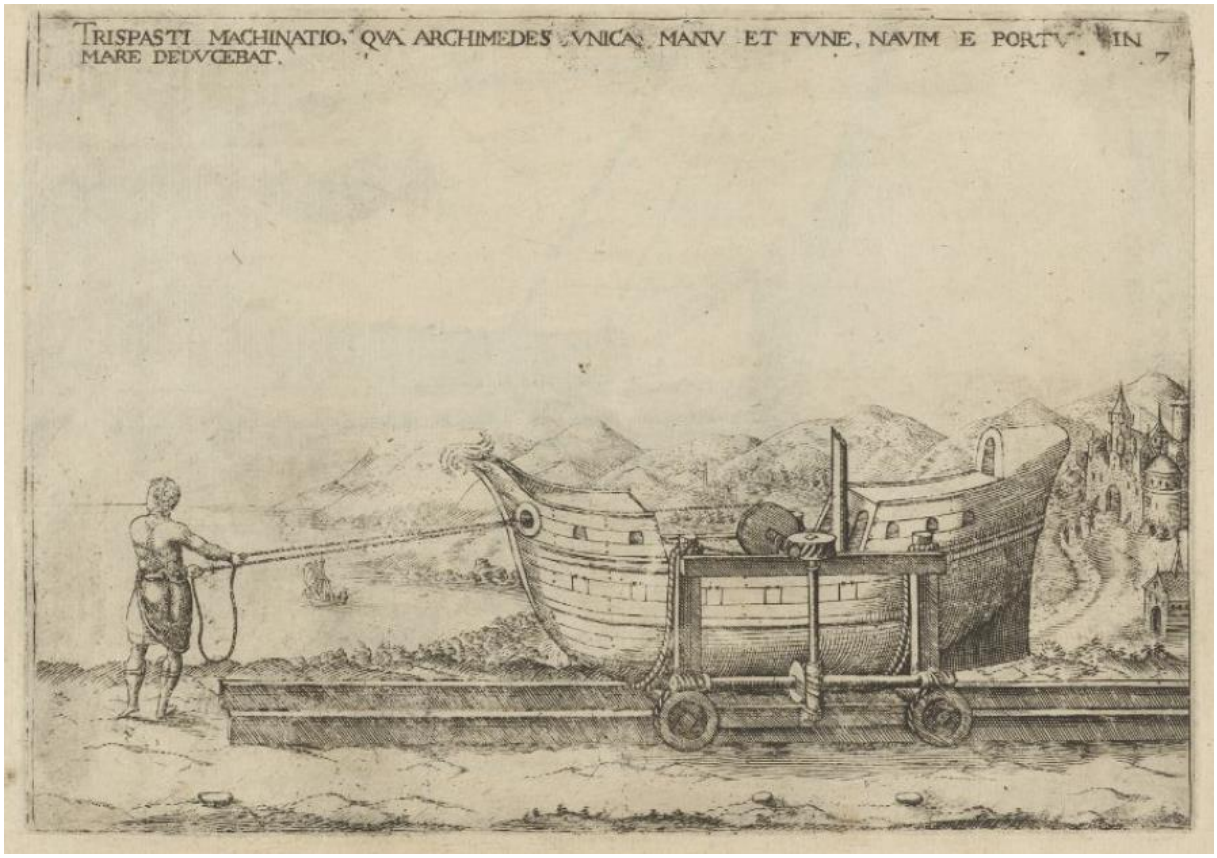


Figure 3.25

Errard, Jean, *Le Premier Livre…, op. cit.*, Nancy, 1584, planche 3.
Harvard University - Houghton Library, Typ 515.84.368.



Figures 3.26 & 3.27
Errard, Jean, *Le Premier Livre…*, *op. cit.*, Nancy, 1584, planche 5 & planche 7.



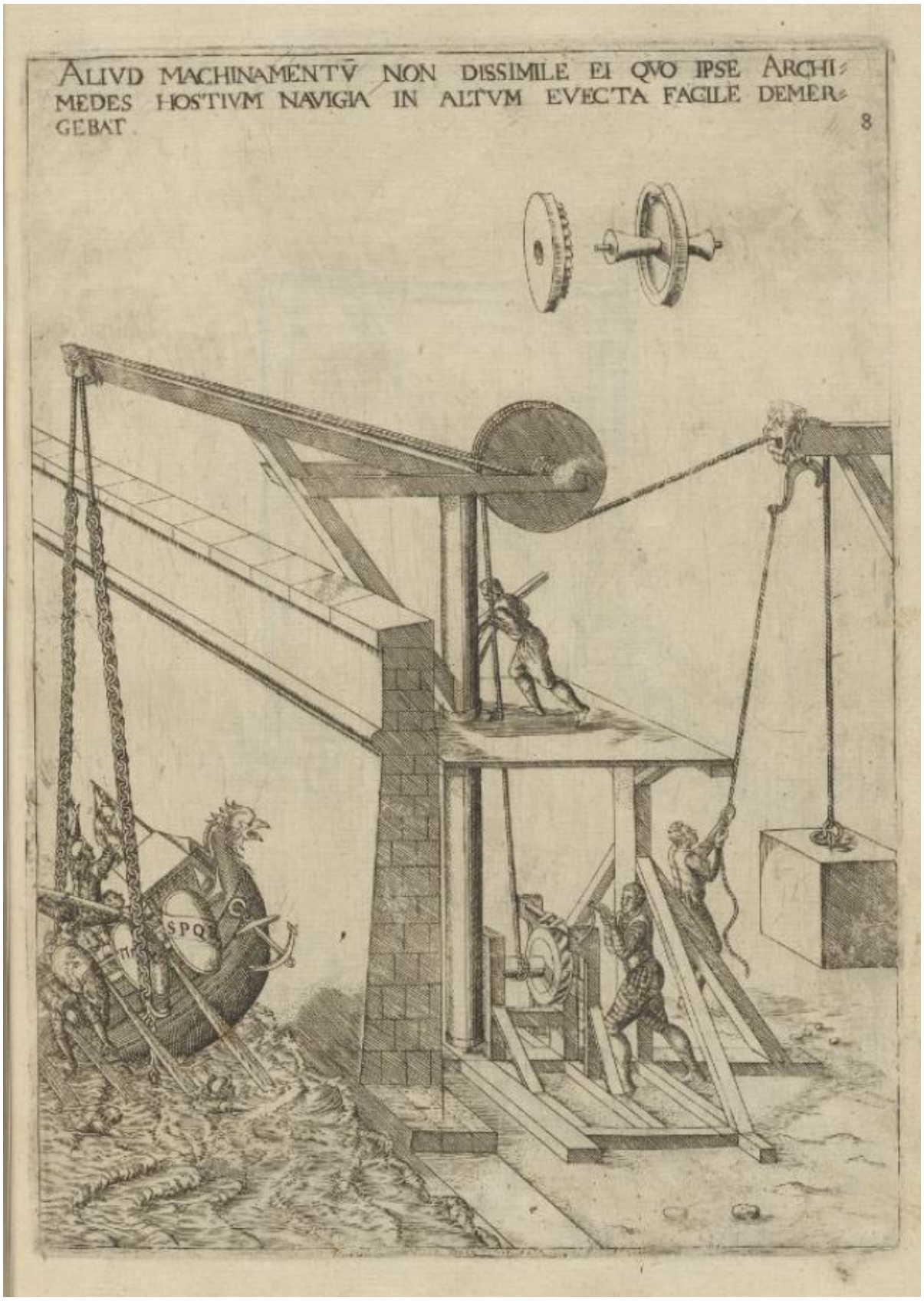


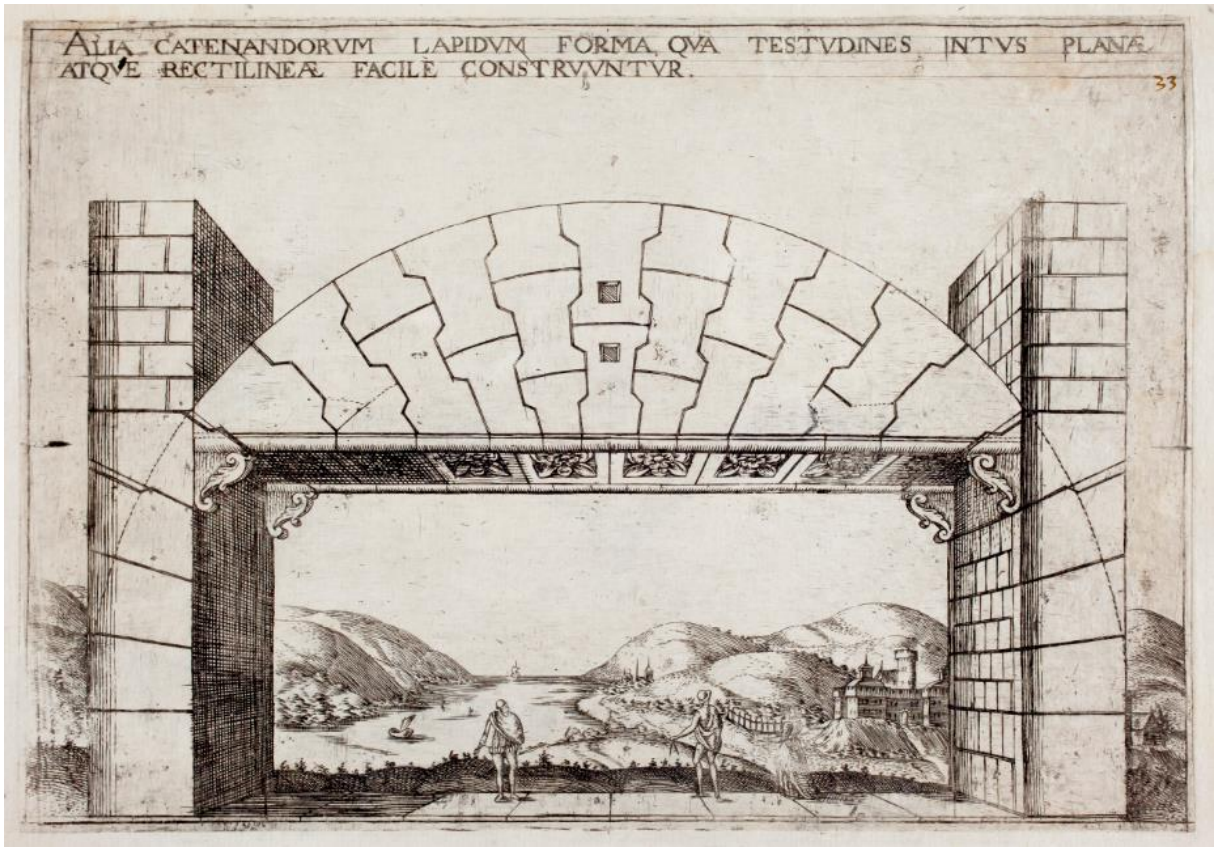
Figure 3.28
Errard, Jean, *Le Premier Livre…*, *op. cit.*, Nancy, 1584, planche 8.

Figure 3.29

Errard, Jean, *Le Premier Livre…*, *op. cit.*, Nancy, 1584, extraits de diverses planches.

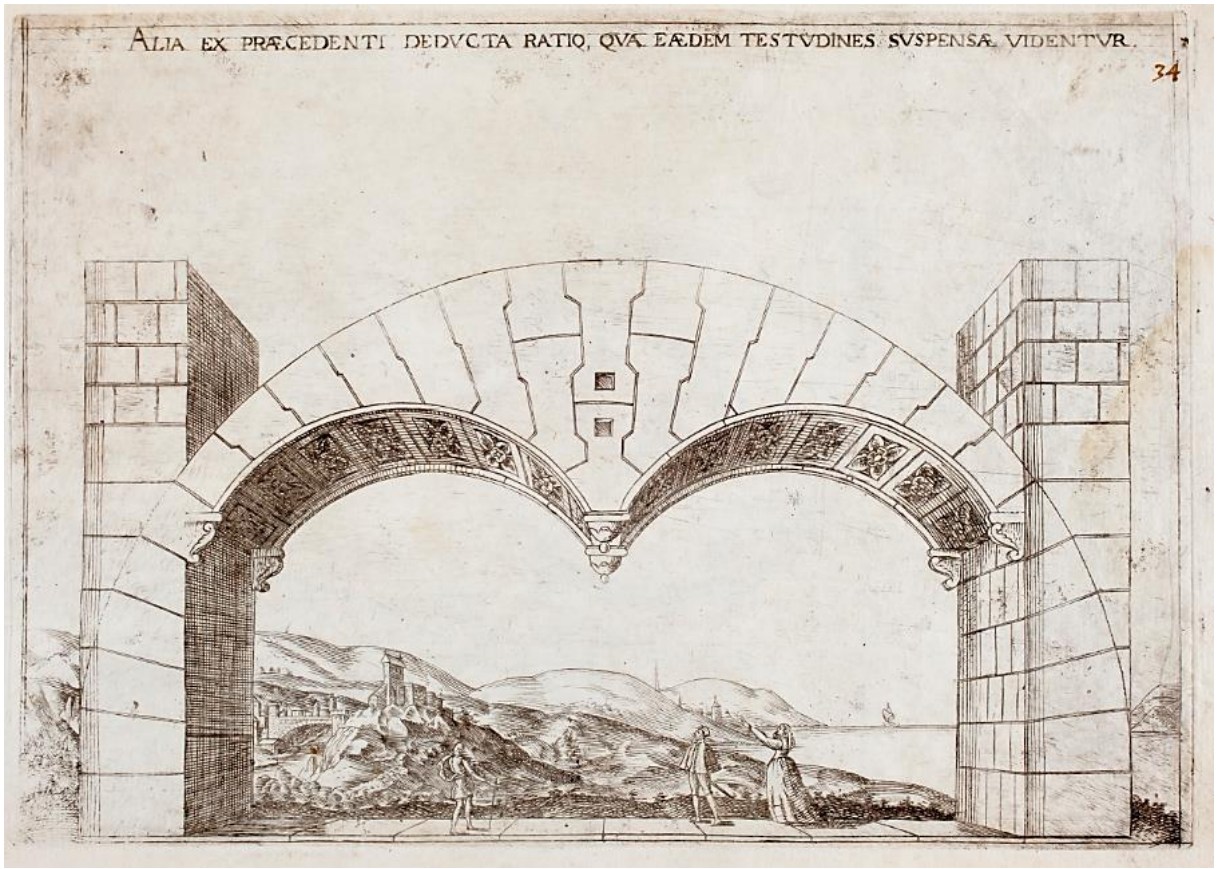
Figure 3.30

Errard, Jean, *Le Premier Livre…*, *op. cit.*, Nancy, 1584, extraits de diverses planches.



Figures 3.31 & 3.32

Errard, Jean, *Le Premier Livre…*, *op. cit.*, Nancy, 1584, planches 33 et 34.



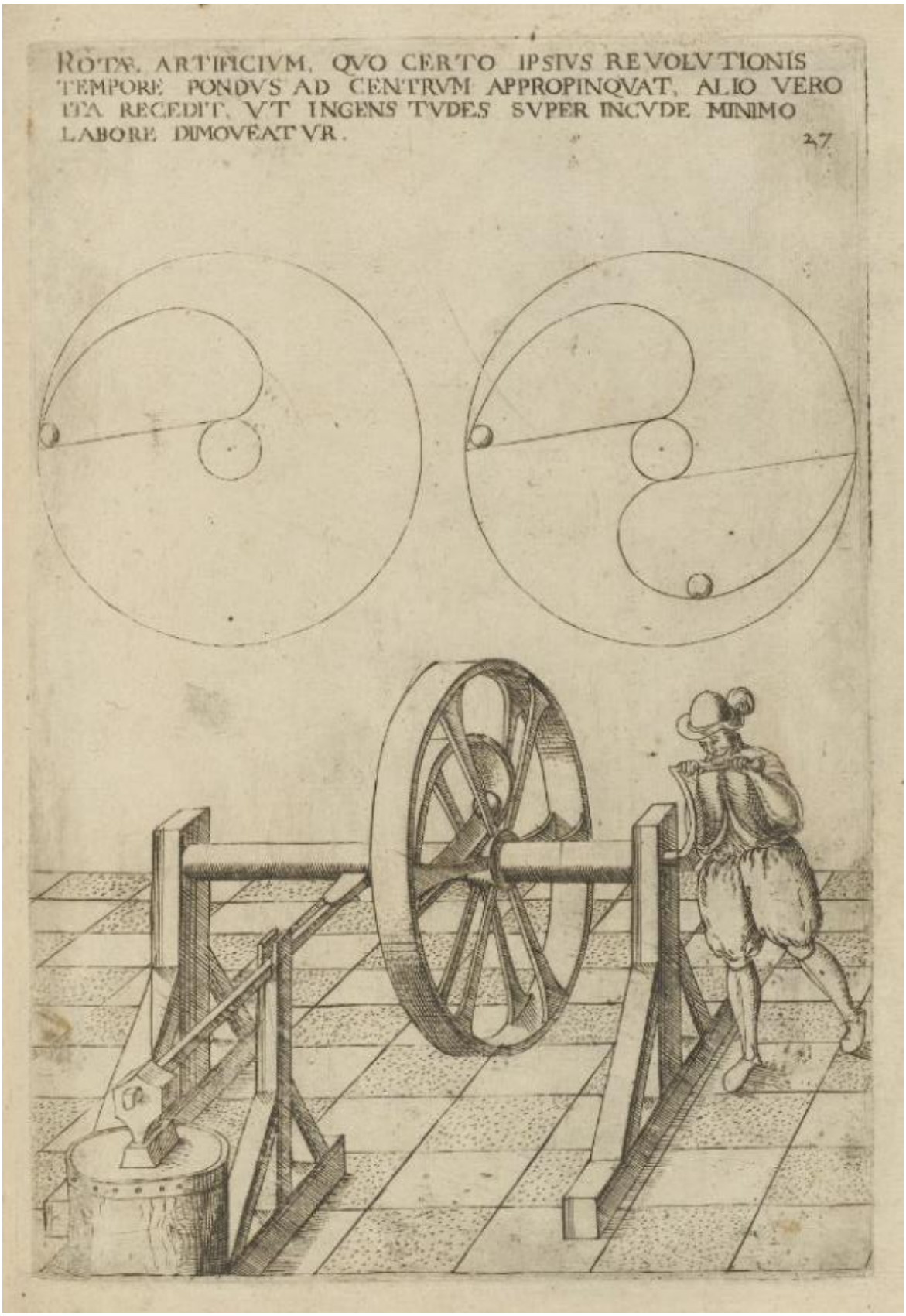
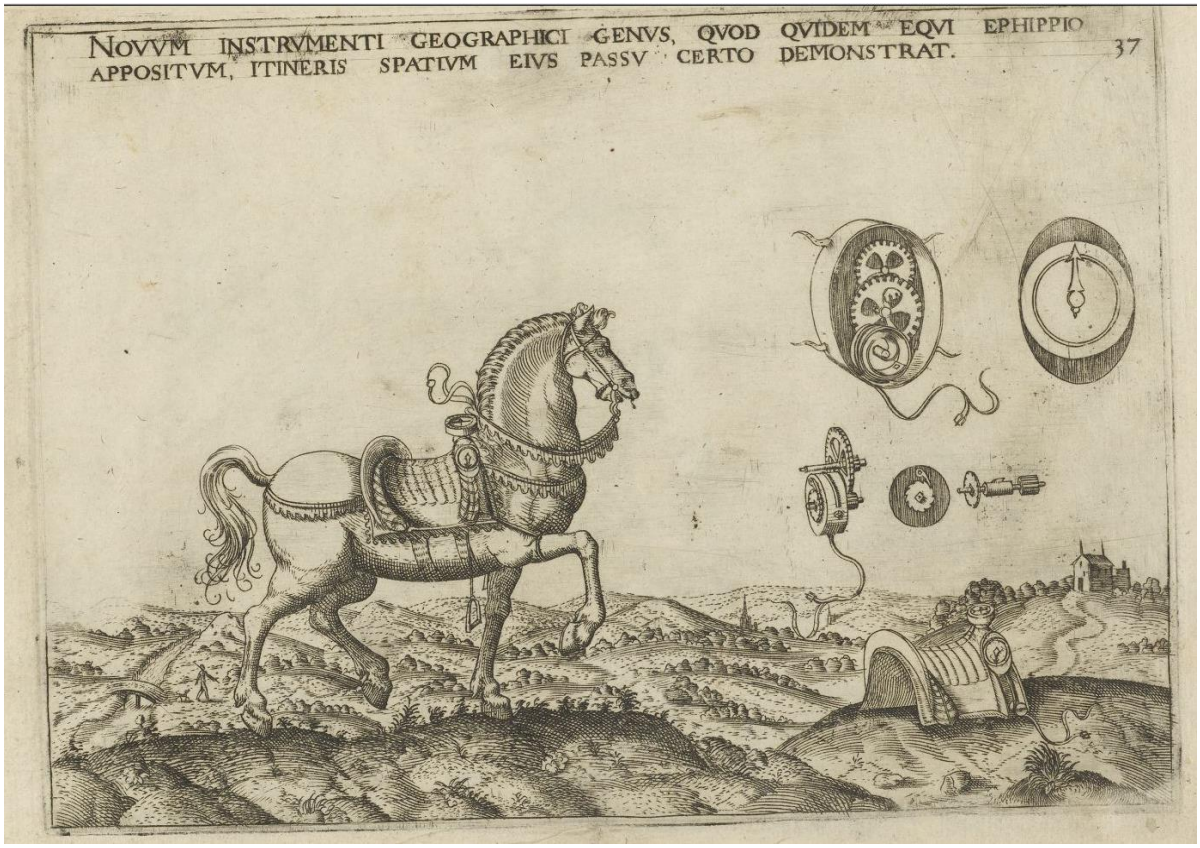
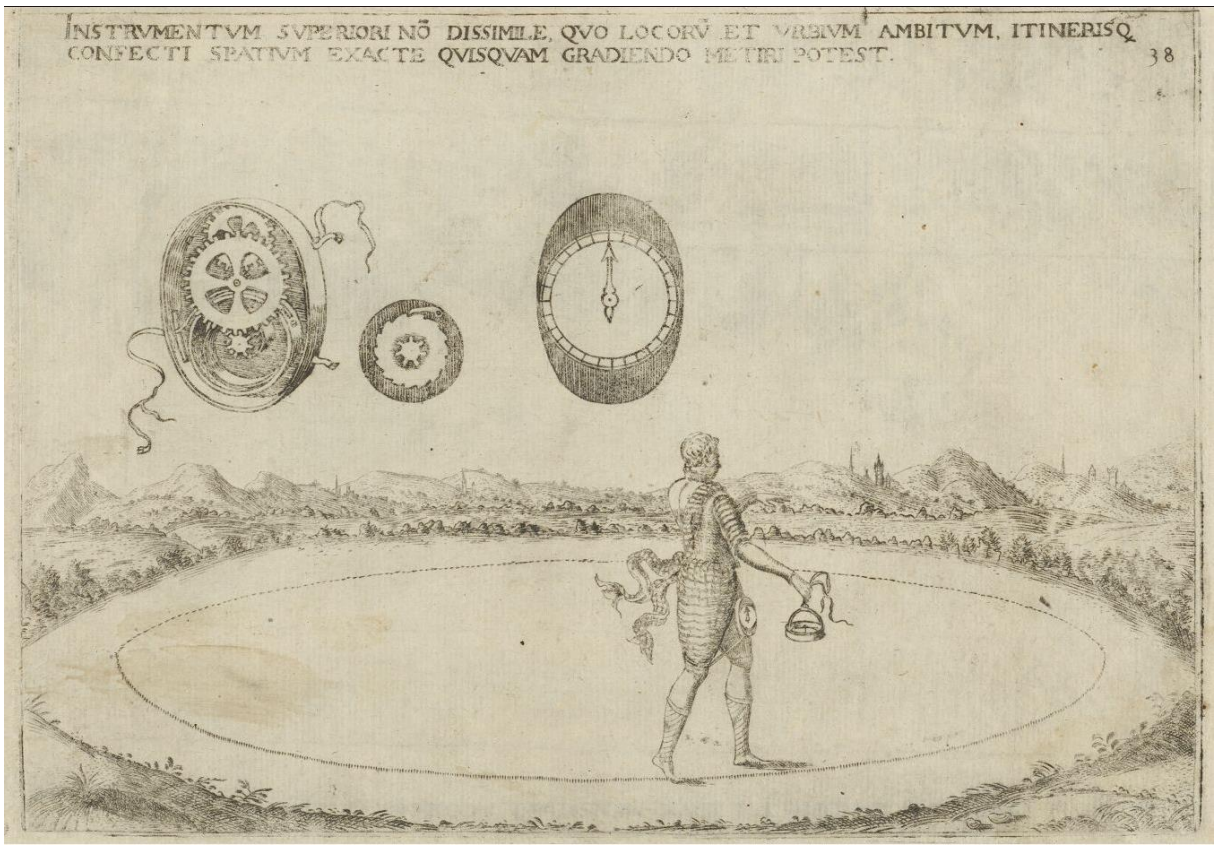


Figure 3.33
Errard, Jean, *Le Premier Livre…*, *op. cit.*, Nancy, 1584, planche 27.



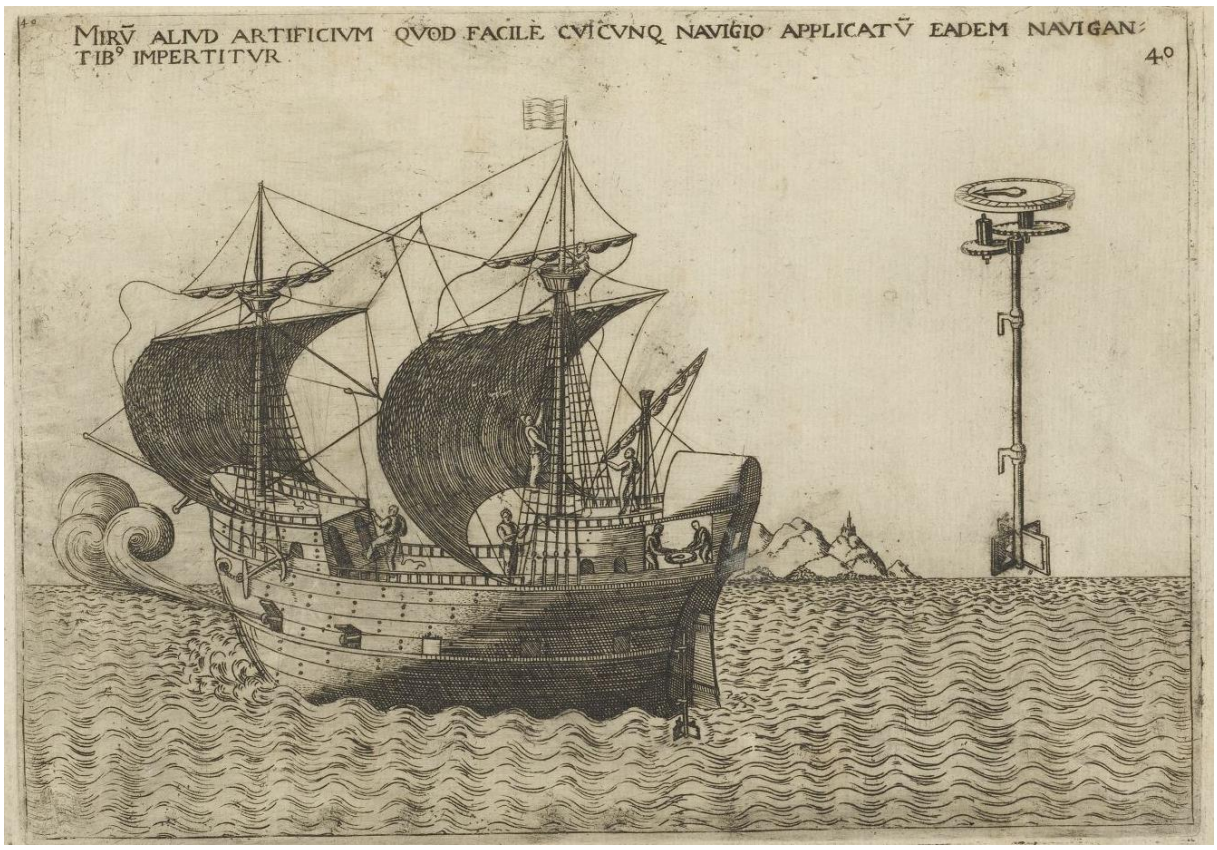
Figures 3.34 & 3.35

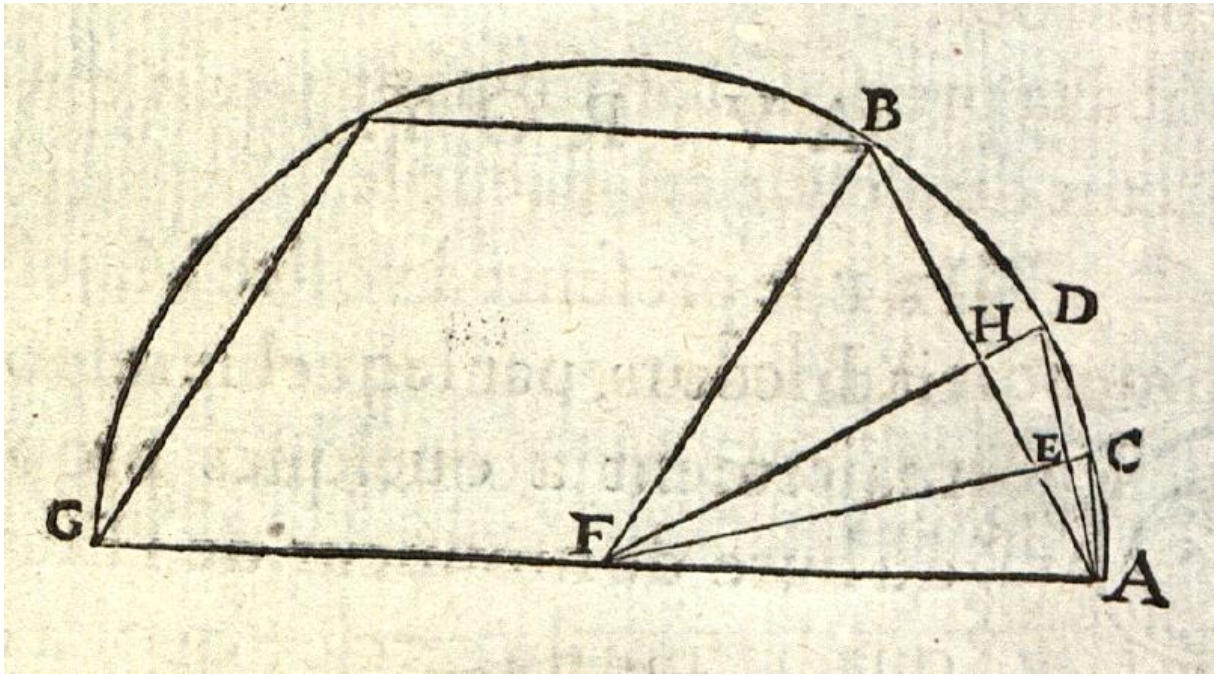
Errard, Jean, *Le Premier Livre…*, *op. cit.*, Nancy, 1584, planches 37 et 38.



Figures 3.36 & 3.37

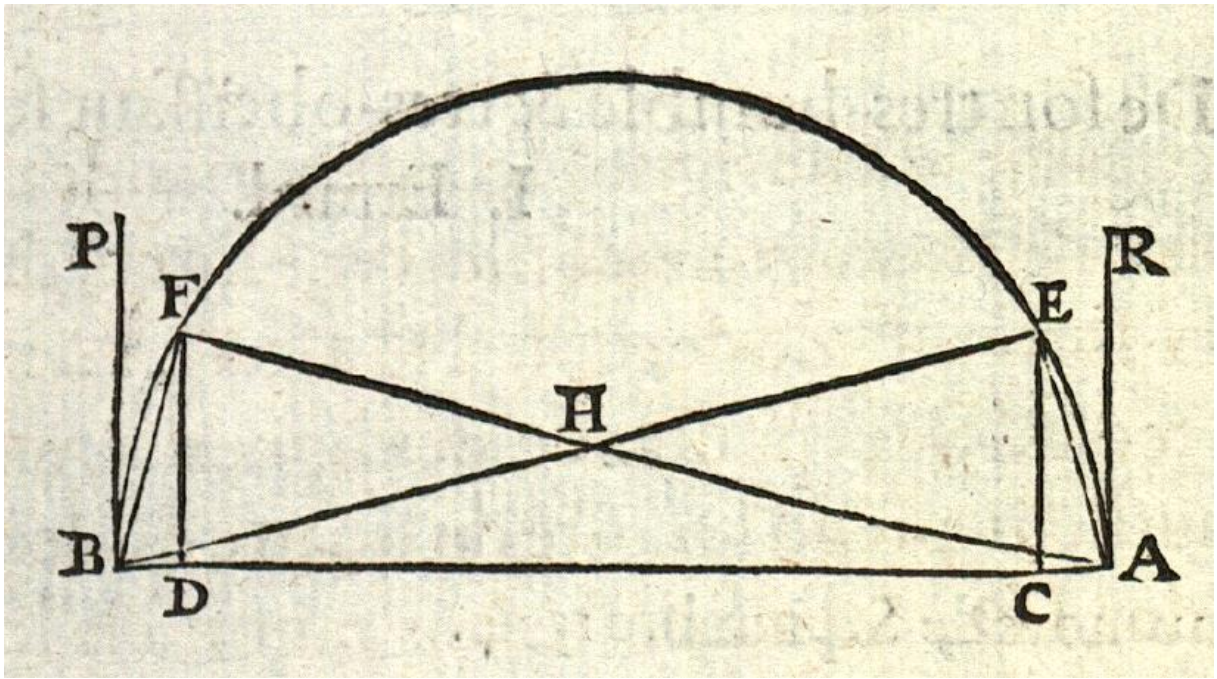
Errard, Jean, *Le Premier Livre…*, *op. cit.*, Nancy, 1584, planche 39 et planche 40.

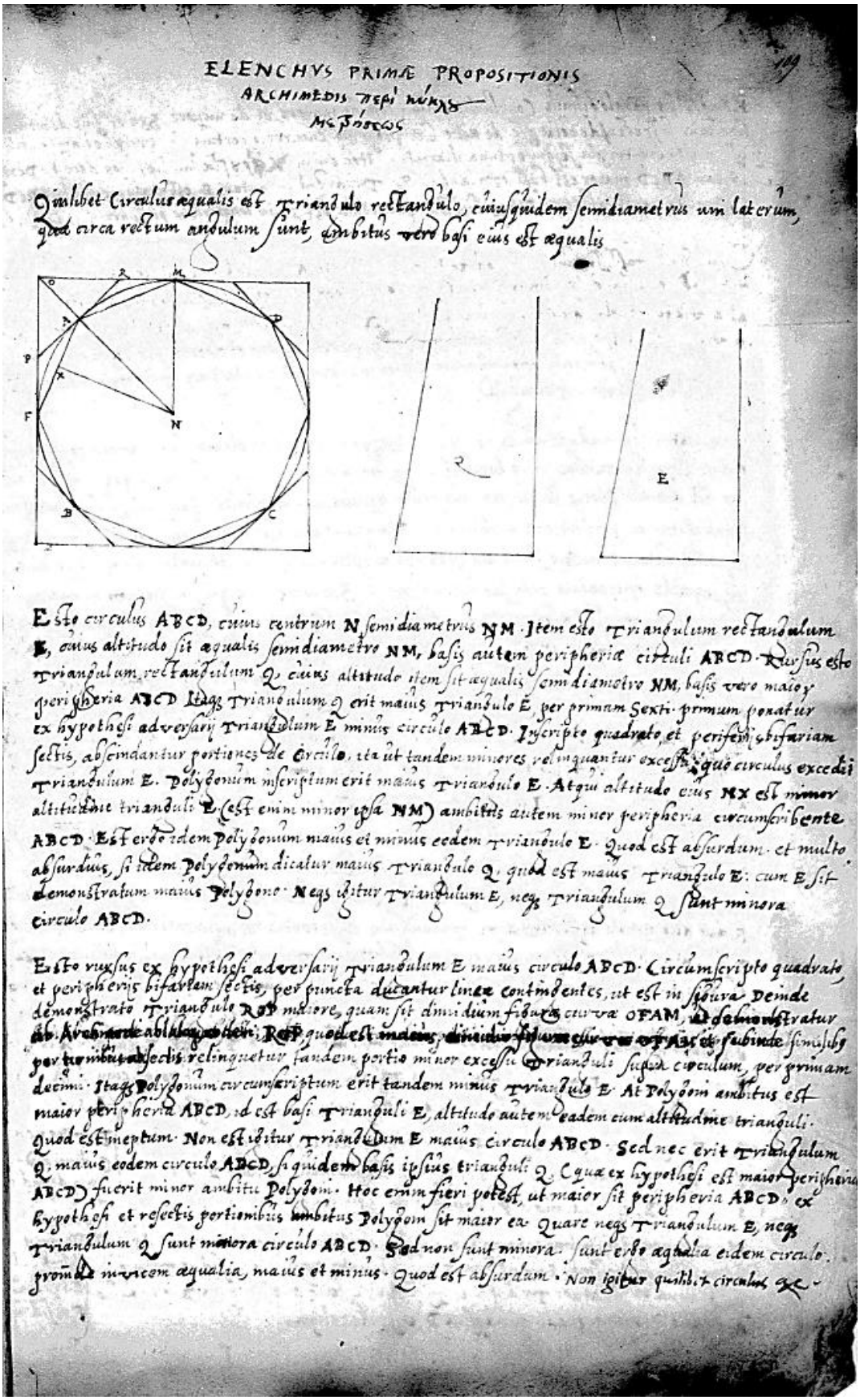




Figures 3.38 & 3.39

Errard, Jean, *Refutation de quelques propositions du livre de Monsieur de L'escale, de la quadrature du cercle par luy intitulé, Cyclometrica elementa duo*.
Paris, Guillaume Auvray, 1594, fol. Aijv et Aiij.
Universitätsbibliothek Bern, Zentralbibliothek: MUE Bong IV 307 : 4





ELENCHVS PRIMÆ PROPOSITIONIS
ARCHIMEDIS περὶ κύκλου μέτρησις

109

Quilibet Circulus æqualis est Triangulo rectangulo, cuiusquidem semidiametrus unum laterum, quæ circa rectum angulum sunt, ambitus vero basi eius est æqualis

Esto circulus ABCD, cuius centrum N semidiametrus NM. Item esto Triangulum rectangulum E, cuius altitudo sit æqualis semidiametro NM, basis autem peripheria circuli ABCD. Rursus esto Triangulum rectangulum Q, cuius altitudo item sit æqualis semidiametro NM, basis vero maior peripheria ABCD. Itaq; Triangulum Q erit maius Triangulo E, per primam Sexti. primum ponatur ex hypothesi adversarij Triangulum E minus circulo ABCD. Inscripto quadrato, et peripheriis bifariam sectis, abscindantur portiones de circulo, ita ut tandem minores relinquantur excessu quo circulus excedit Triangulum E. Polygonum inscriptum erit maius Triangulo E. Atqui altitudo eius MX est minor altitudine trianguli E (est enim minor ipsa NM) ambitus autem minor peripheria circumscribente ABCD. Est ergo idem Polygonum maius et minus eodem Triangulo E. Quod est absurdum. et multo absurdius, si idem Polygonum dicatur maius Triangulo Q, quod est maius Triangulo E: cum E sit demonstratum maius Polygone. Negs igitur Triangulum E, negs Triangulum Q sunt minora circulo ABCD.

Esto rursus ex hypothesi adversarij Triangulum E maius circulo ABCD. Circumscripto quadrato et peripheriis bifariam sectis, per puncta ducantur lineæ contingentes, ut est in figura. Deinde demonstrato Triangulo ROP maiore, quam sit dimidium figuræ curvæ OFAM, ut demonstratur ab Archimede ablatum autem, ROP, quod est maius, dimidium figuræ curvæ OFAM, et subinde semisubq; portionibus ablatis relinquetur tandem portio minor excessu Trianguli supra circulum, per primam decimi. Itaq; Polygonum circumscriptum erit tandem minus Triangulo E. At Polygoni ambitus est maior peripheria ABCD, id est basi Trianguli E, altitudo autem eadem cum altitudine trianguli. Quod est ineptum. Non est igitur Triangulum E maius circulo ABCD. Sed nec erit Triangulum Q maius eodem circulo ABCD, siquidem basis ipsius trianguli Q (quæ ex hypothesi est maior peripheria ABCD) fuerit minor ambitu Polygoni. Hoc enim fieri potest, ut maior sit peripheria ABCD, ex hypothesi et resectis portionibus ambitus Polygoni sit maior ea. Quare negs Triangulum E, negs Triangulum Q sunt maiora circulo ABCD. Sed non sunt minora. sunt ergo æqualia eidem circulo. proinde inter se æqualia, maius et minus. Quod est absurdum. Non igitur quilibet circulus æ-

Figure 3.40

Scaliger, Joseph Juste, *Elenchus Primæ Propositionis Archimedis*
BnF, ms Dupuy 395 II, fol. 109.

Figure 4.1
Errard, Jean, *Plan de Calais*, vers 1600.
British Library, Western Manuscripts, Add MS 21117, fol. 21.

Figure 4.2
Errard, Jean, *Plan d'Amiens*, 1596.
BnF, Département Cartes et plans, GE C 5129 (RES) [Gallica]

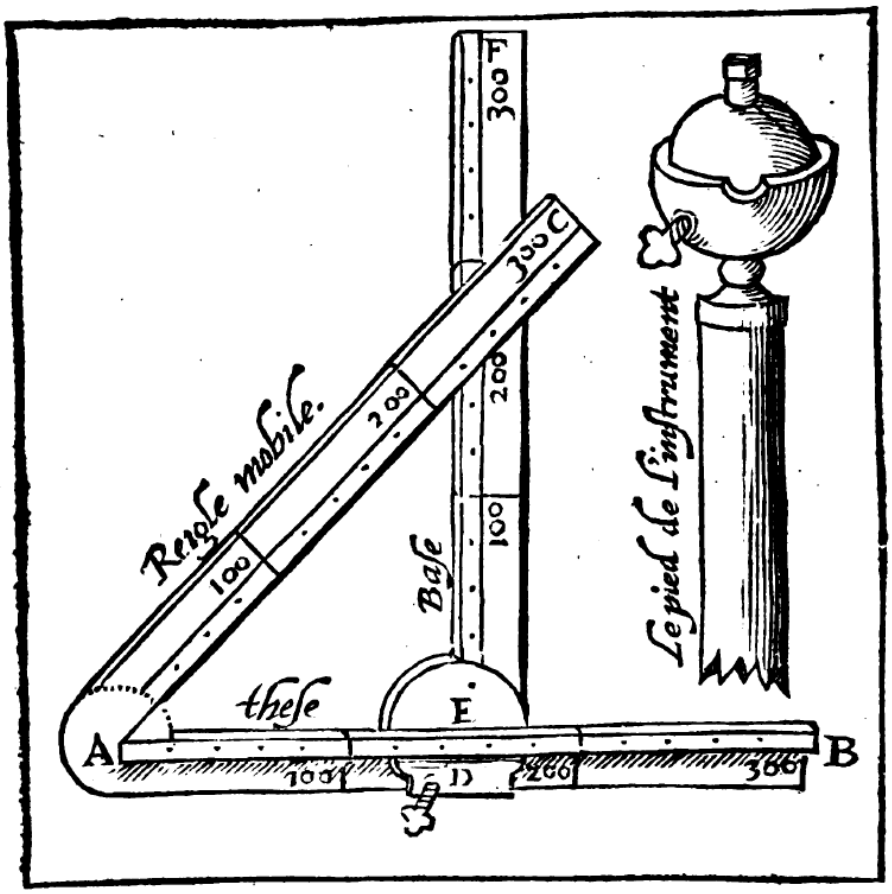


Figure 4.3

Errard, Jean, *La Geometrie et practique generalle d'icelle…*, Paris, Le Clerc, 1594, p. 2
BnF V-18472.

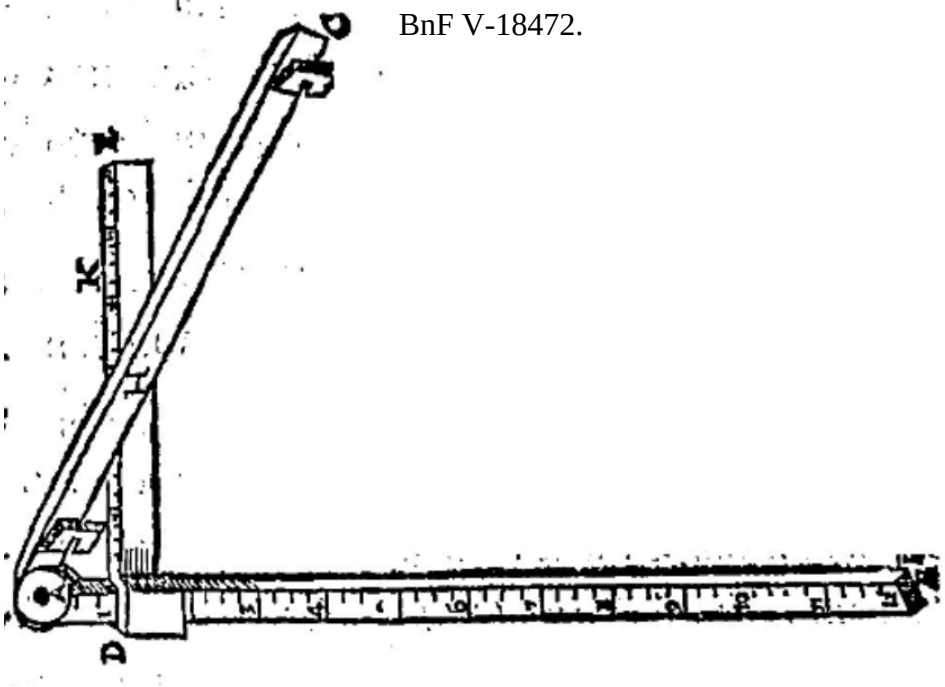
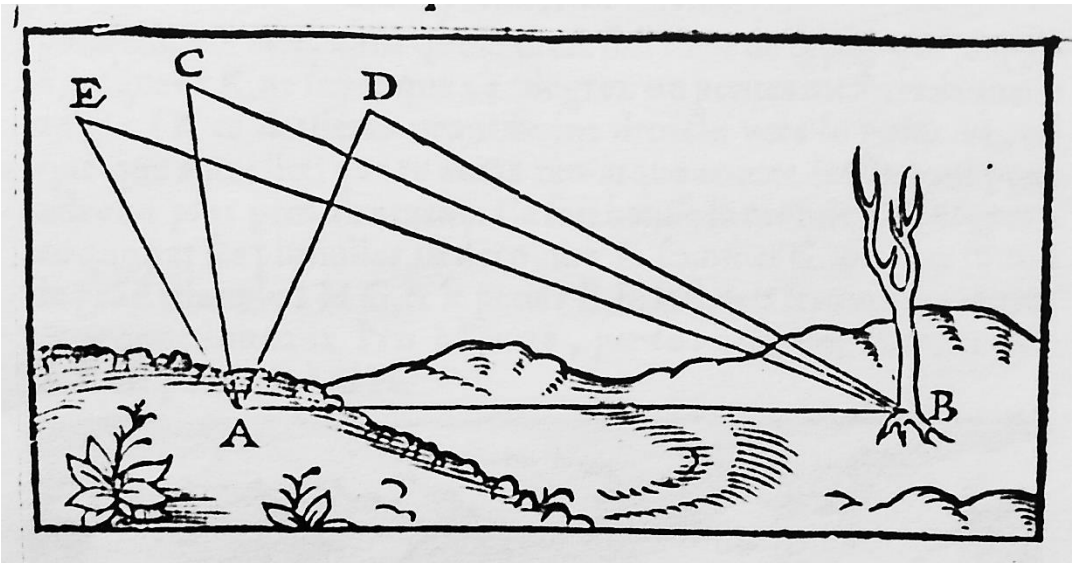
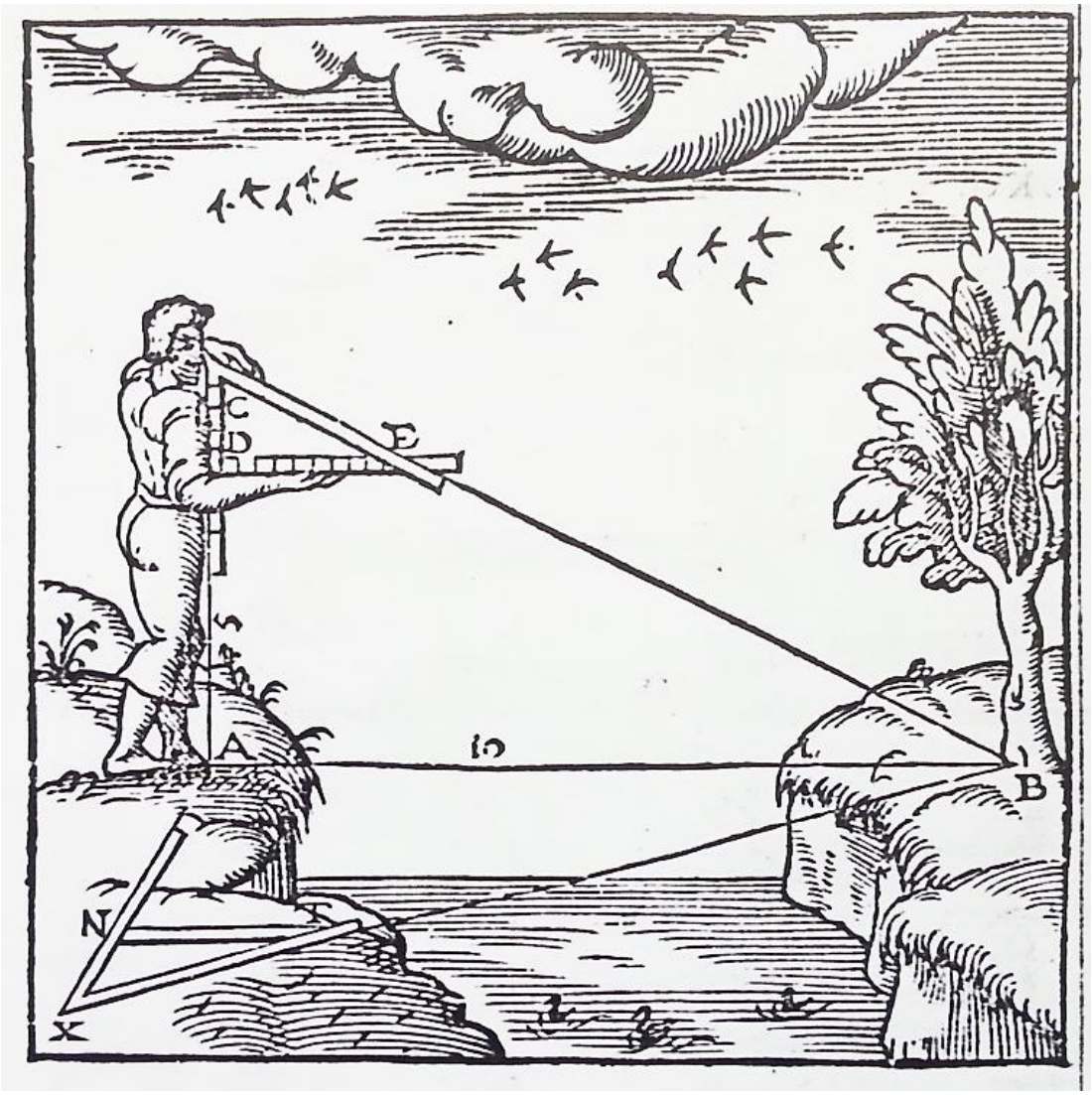


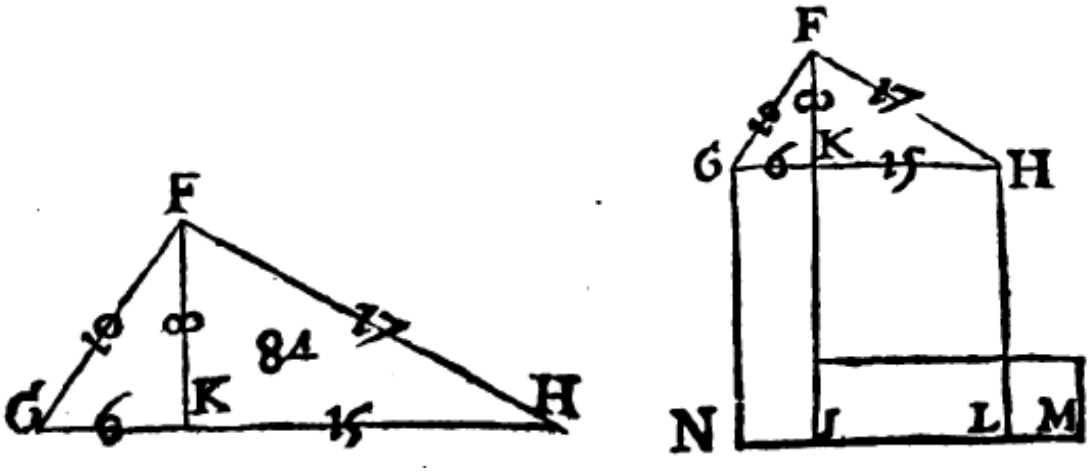
Figure 4.4

Peletier, Jacques *De l'usage de Geometrie...* Paris, Gilles Gourbin, 1573, p. 50
BnF V-824 [Gallica]

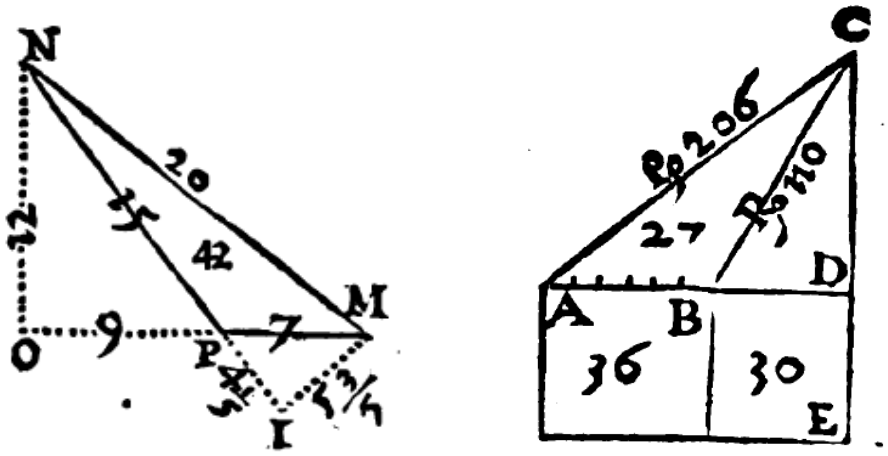


Figures 4.5 & 4.6
Errard, Jean, *La Geometrie…*, *op. cit.*, p. 4 et 5

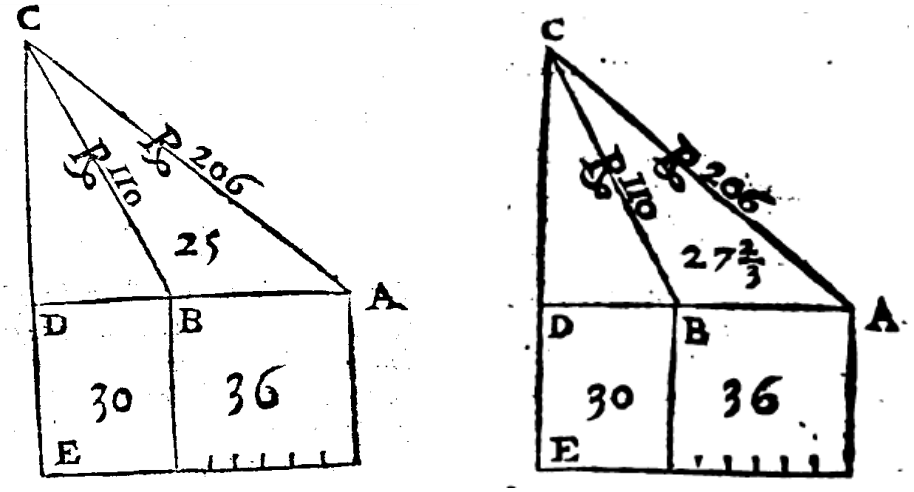




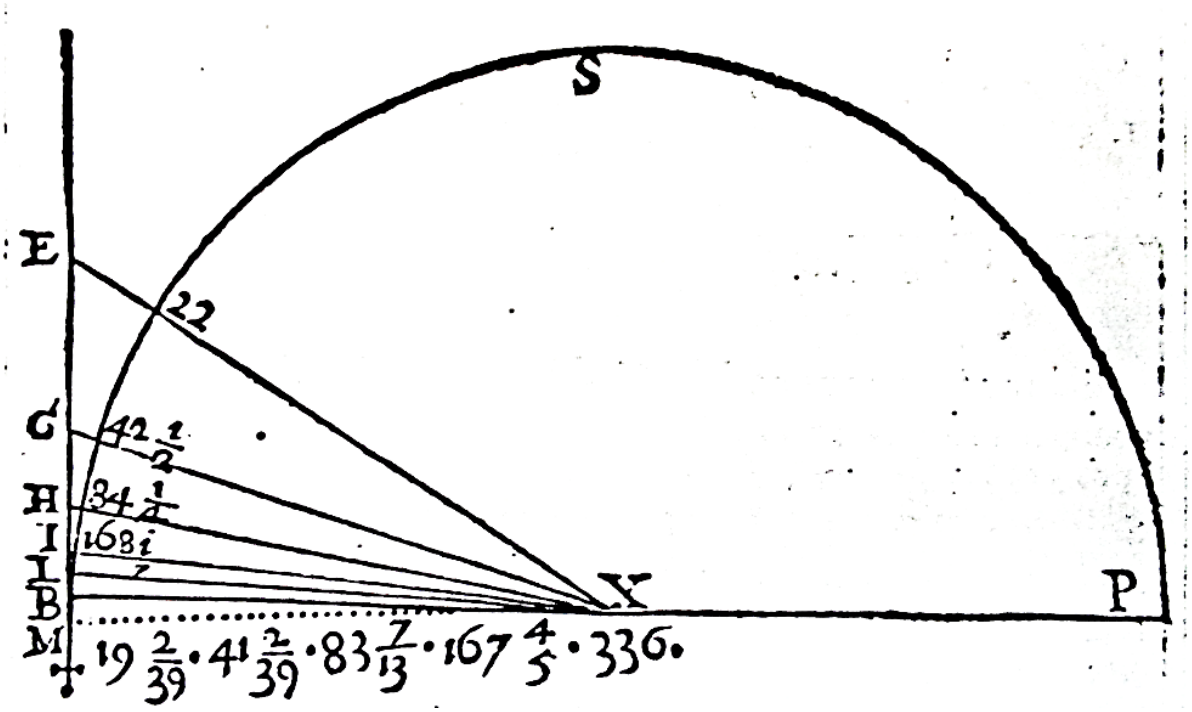
Figures 4.7 & 4.8
Errard, Jean, *La Geometrie…*, *op. cit.*, p. 17 et 18.



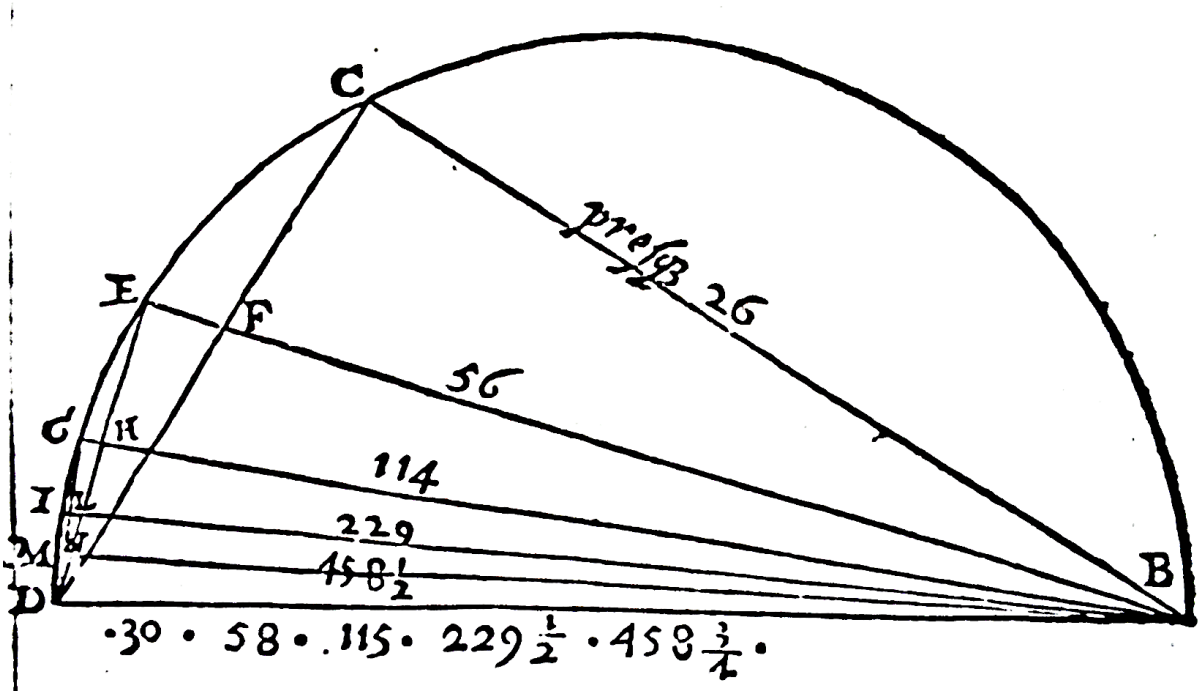
Figures 4.9 & 4.10
Errard, Jean, *La Geometrie…*, *op. cit.*, p. 19 et 20.

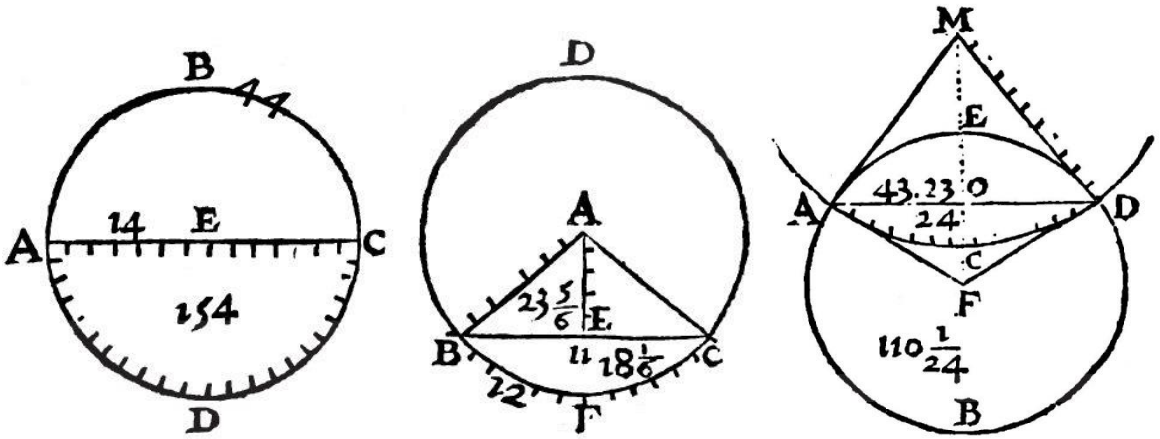


Figures 4.11 & 4.12
Errard, Jean, *La Geometrie…*, *Seconde edition*, Paris 1602, p. 35 [Méd. Troyes, s.12.2489]
Errard, Jean, *La Geometrie…*, *Troisiesme edition*, Paris 1619, p. 124. [BM Dijon, 2082]



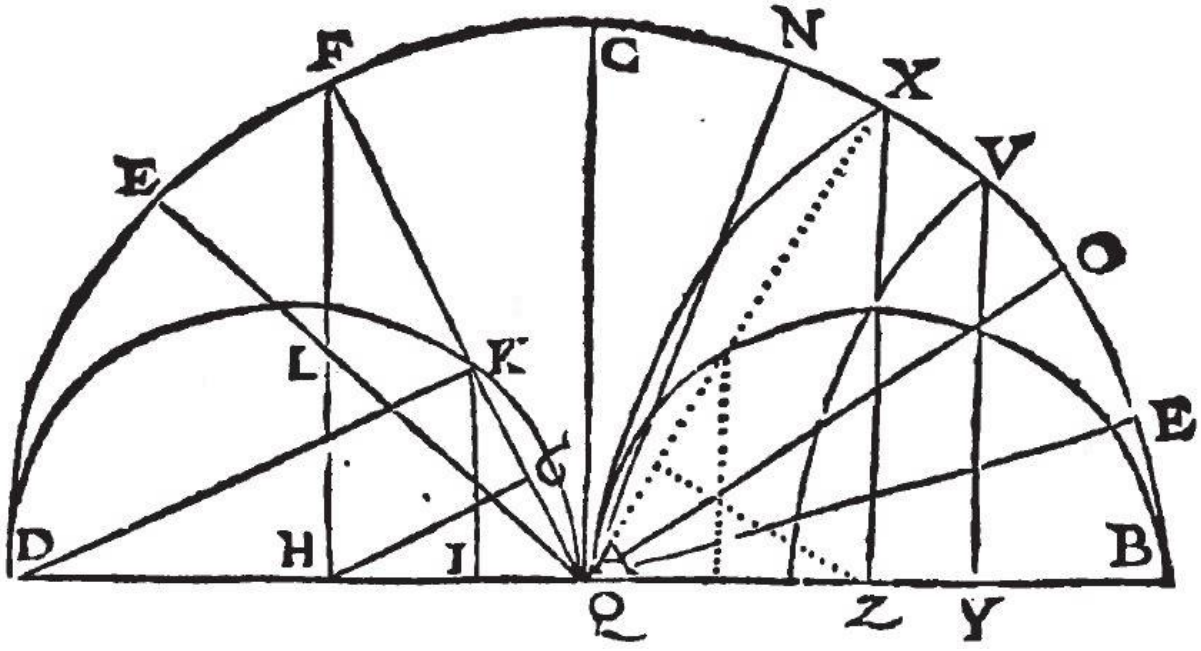
Figures 4.13 & 4.14
Errard, Jean, *La Geometrie…*, Paris, Le Clerc, 1594, *op. cit.*, p. 33 et 34.





Figures 4.17, 4.18 et 4.19

Errard, Jean, *La Geometrie…*, Paris, Le Clerc, 1594, *op. cit.*, p. 35 (4.17, 4.18) et 36(4.19).



Figures 4.20

Errard, Jean, *La Geometrie…*, Paris, Le Clerc, 1594, *op. cit.*, p. 37.

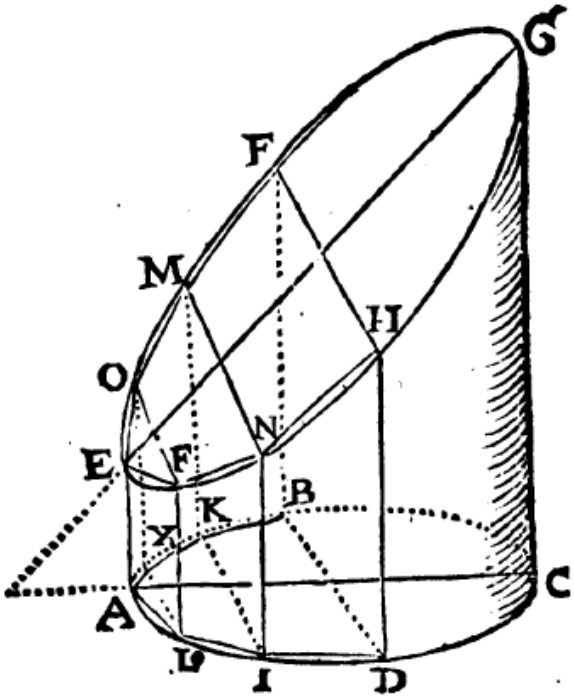


Figure 4.21
Errard, Jean, *La Geometrie…*, *op. cit.*, p. 39.

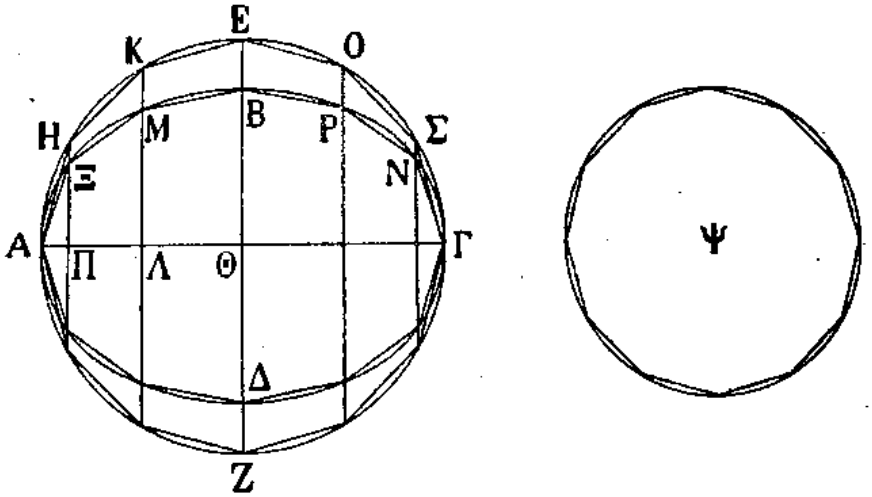
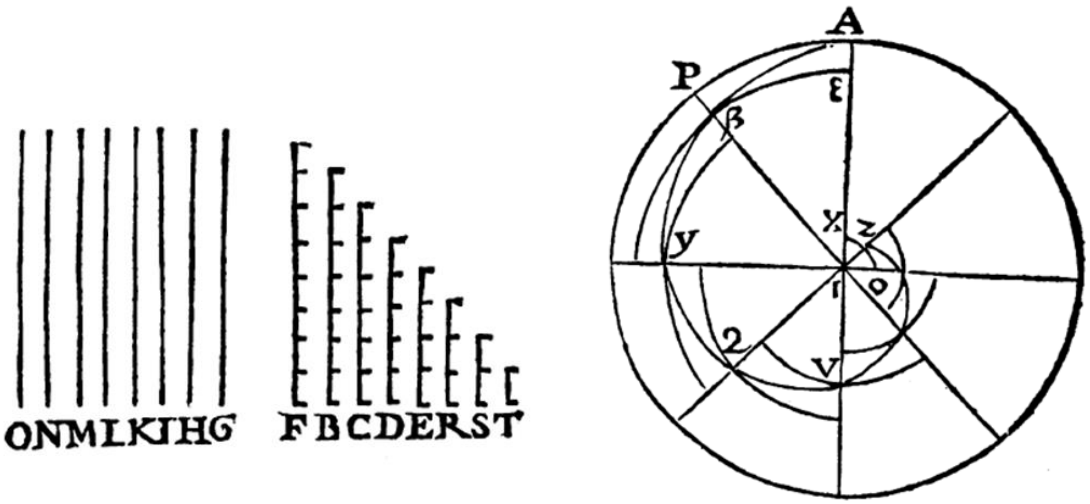


Figure 4.22
Ver Eecke, Paul, *Les Œuvres complètes d'Archimède*, Paris, Blanchard, 1960, p. 152.



Figures 4.23 & 4.24
Errard, Jean, *La Geometrie…*, *op. cit.*, p. 41.

Figure 4.25
Errard, Jean, *La Geometrie…*, *op. cit.*, p. 67.

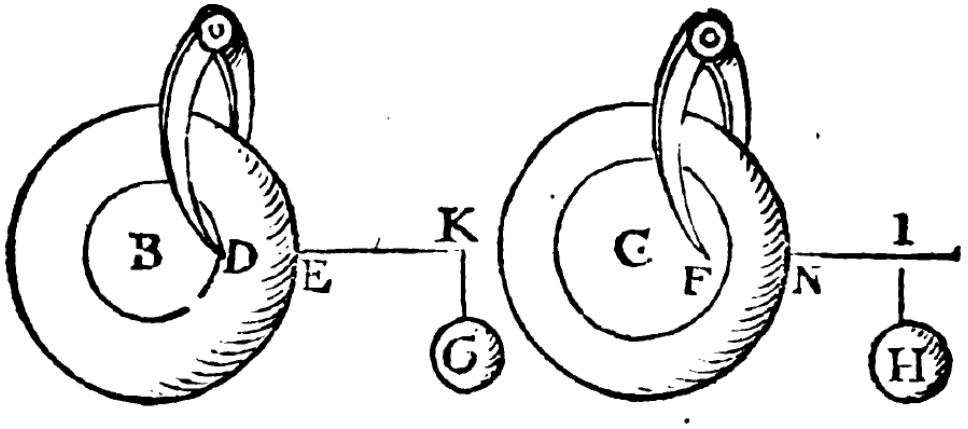


Figure 4.26
Errard, Jean, *La Geometrie…*, *op. cit.*, p. 80.

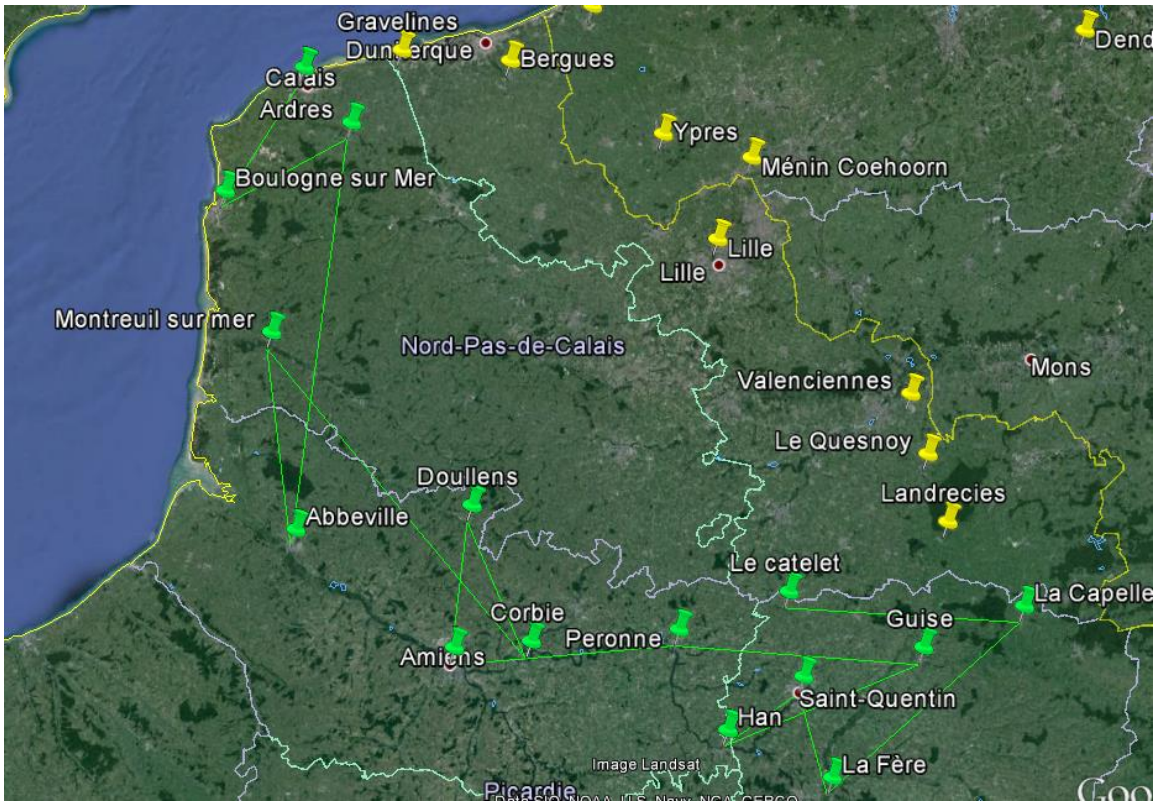


Figure 5.1

Places dont le plan a été levé par Jean Errard (en vert) [Google Earth]

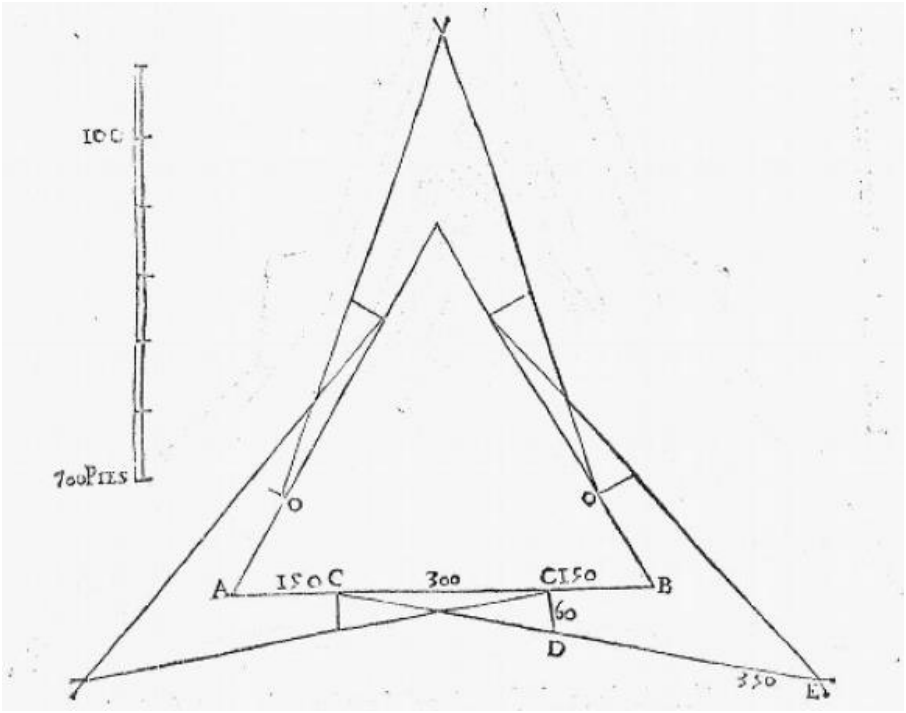


Figure 5.2

Rojas, Cristóbal de, *Teorica y practica de fortificacion…*, Madrid, Luis Sanchez, 1598, fol. 40. Biblioteca de la Universidad de Sevilla, A Res. 72/4/18 [en ligne]

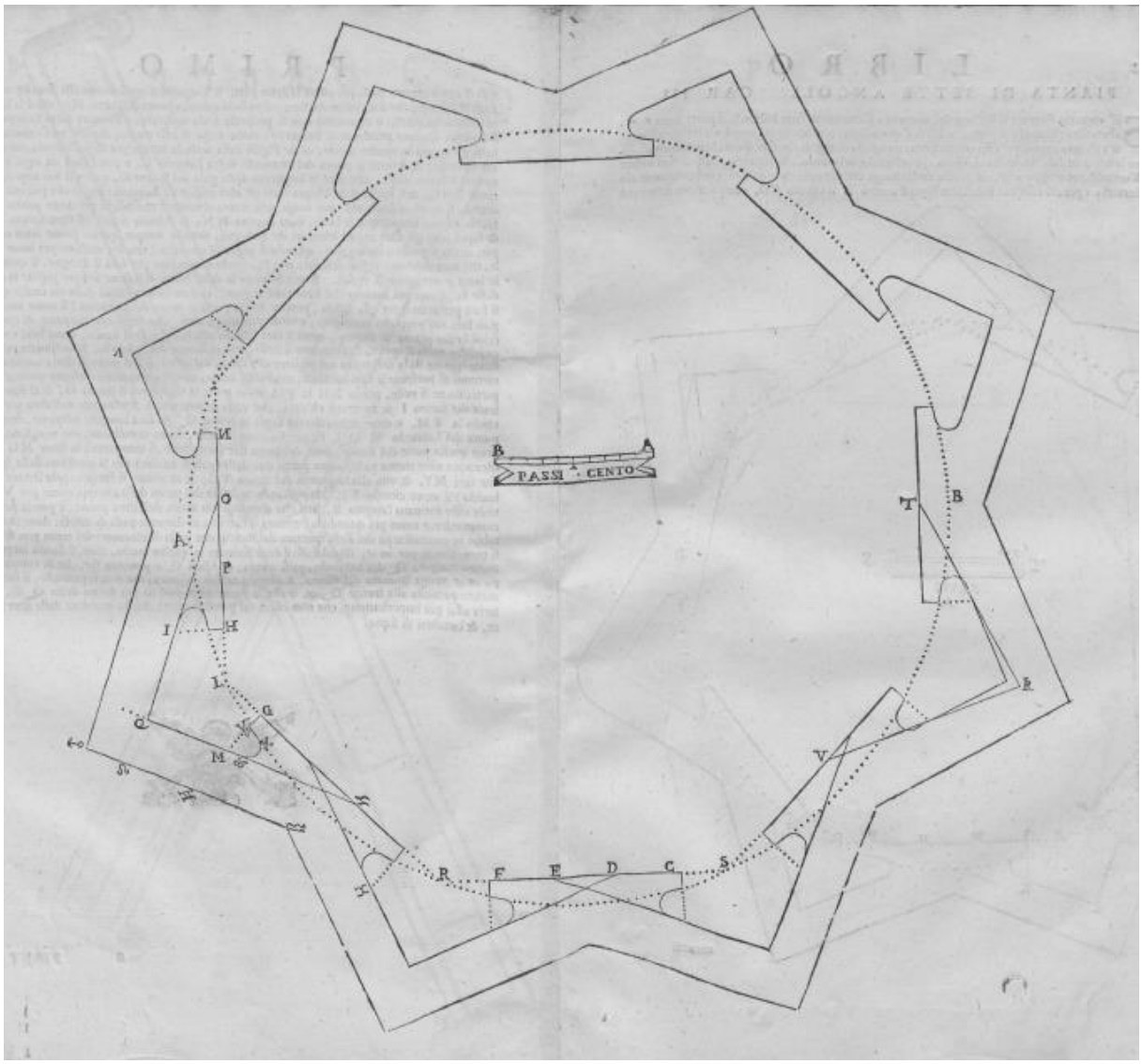


Figure 5.3
Lorini, Buonaiuto, *Delle fortificationi*…, Venise, 1597, p. 10-11 [BSB/MDZ].

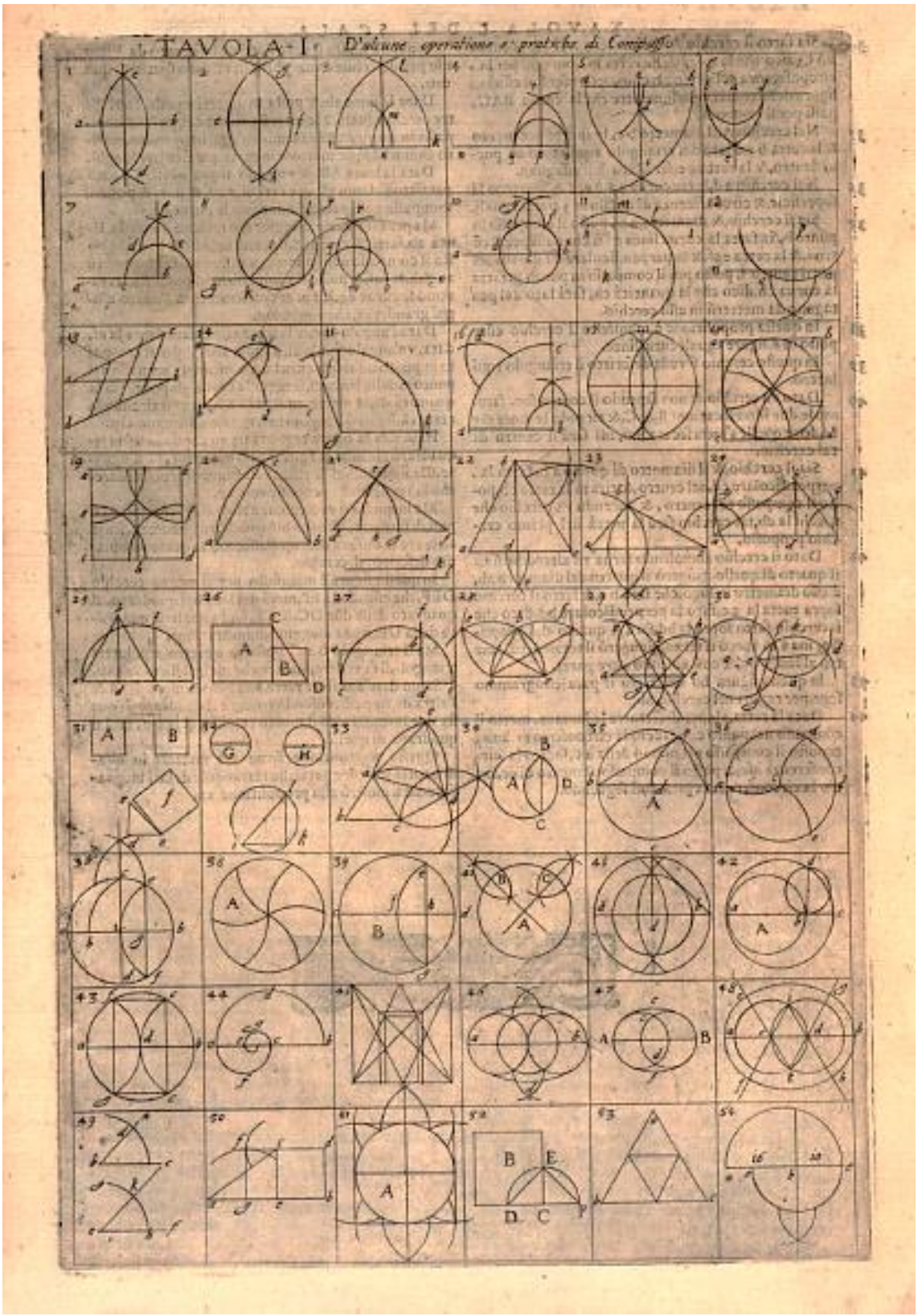


Figure 5.4
Pommodoro, Giovanni & Scala, Giovanni, *Geometria prattica …*, Rome 1599, fol. M4v (non signé)

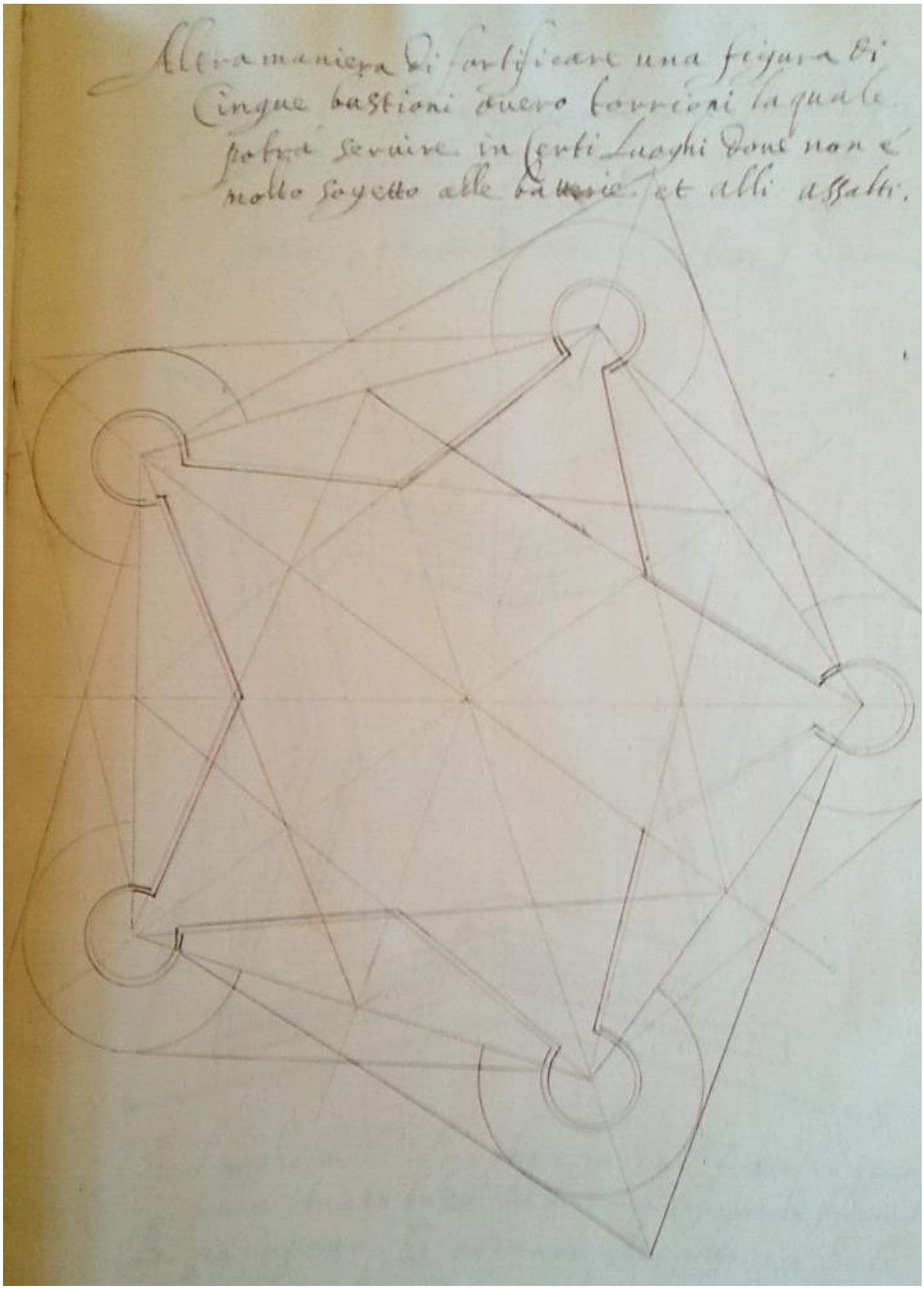


Figure 5.5

Scala, Giovanni, *Dell'uso del quadranto…*, Ms , biblioteka Narodowa, Varsovie.

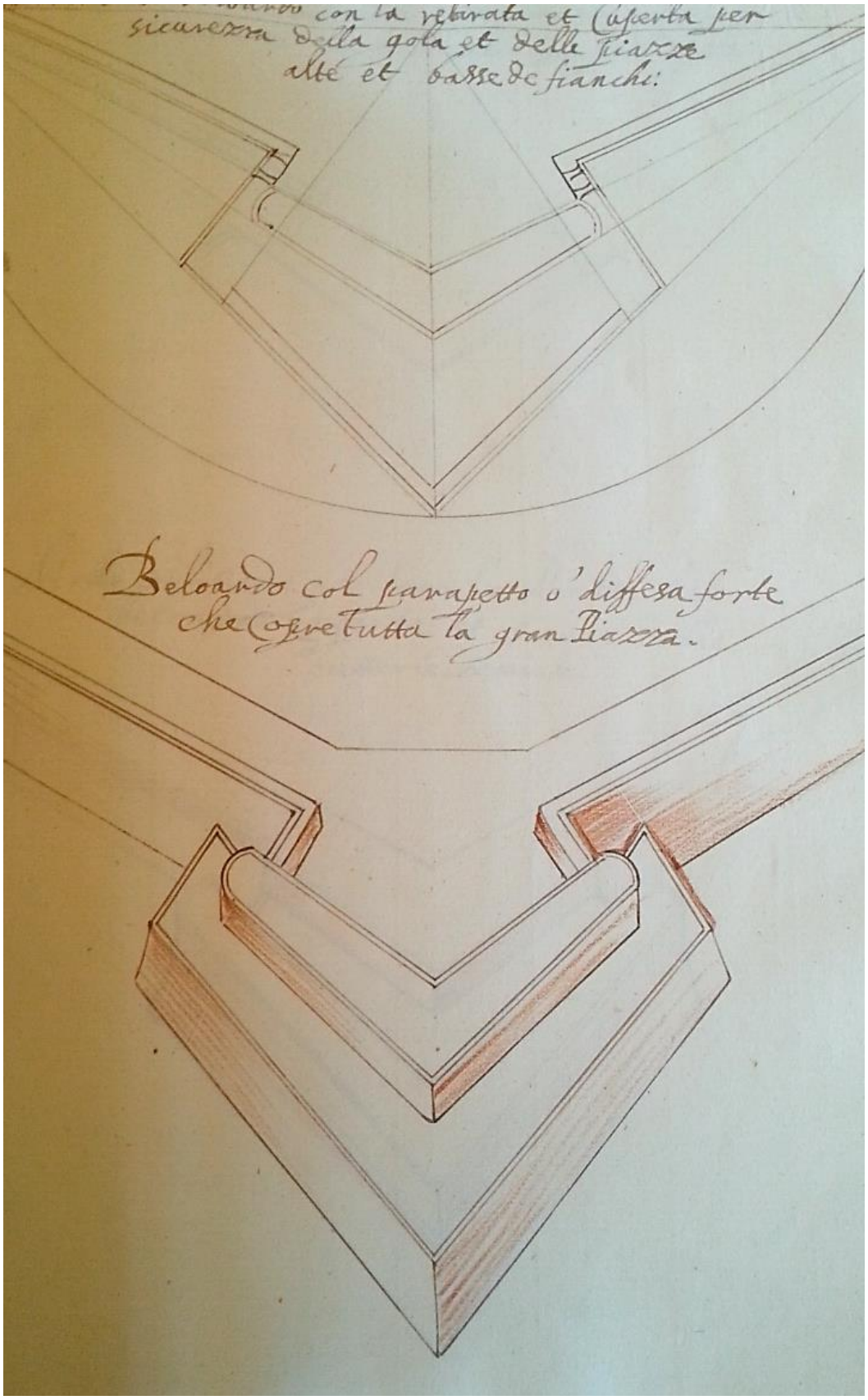


Figure 5.6

Scala, Giovanni, *Dell'uso del quadranto…*, ms. cit., biblioteka Narodowa, Varsovie.

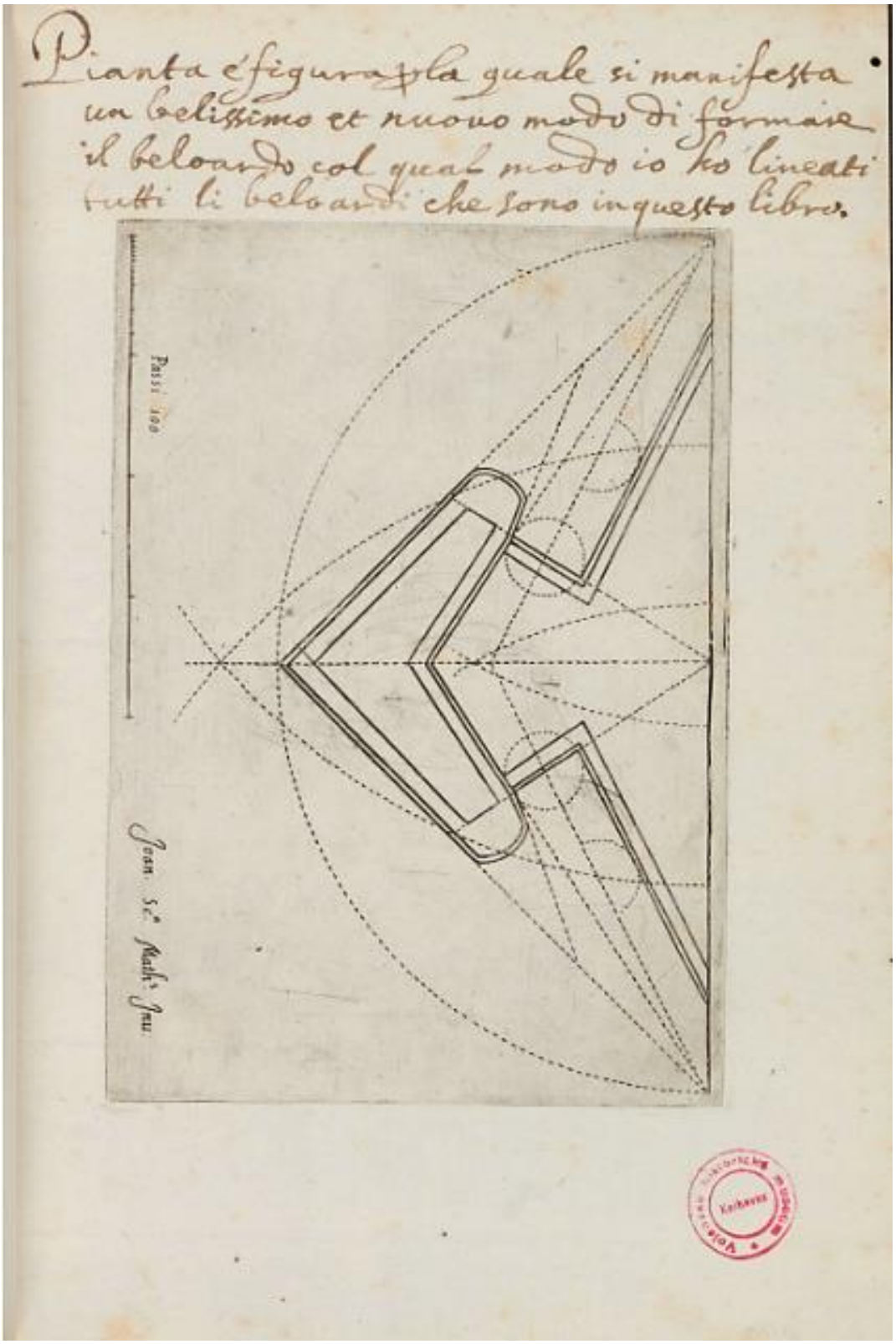


Figure 5.7
Scala, Giovanni, *Fortificazione…*, 1594. Ms IIR D 637, Vojenský historický ústav Prague, fol. 35.

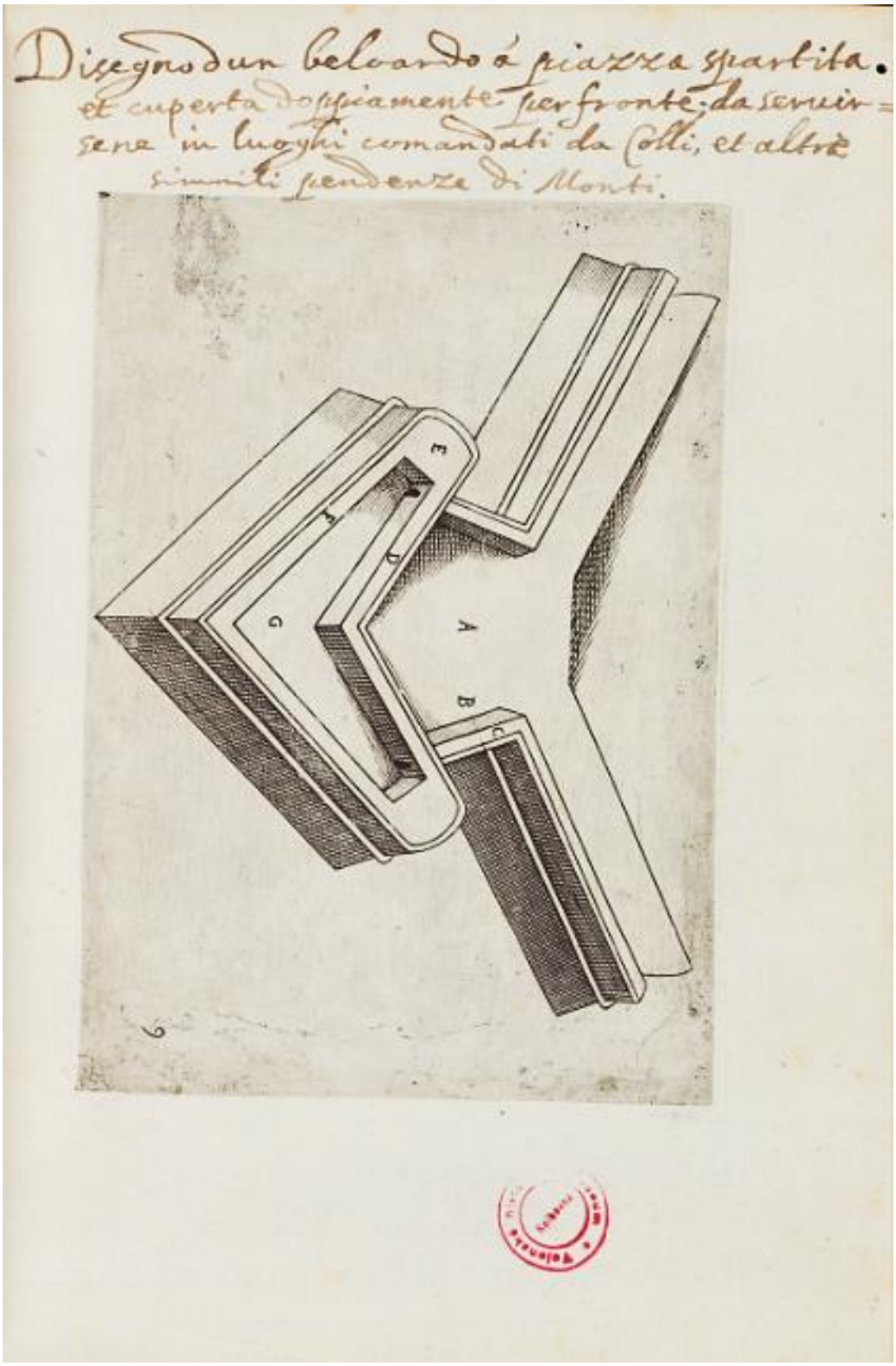


Figure 5.8
Scala, Giovanni, *Fortificazione…*, *ms. cit.*, fol. 37.

Figure 5.9
Scala, Giovanni, *Fortificazione…*, *ms. cit.*, fol. 105.

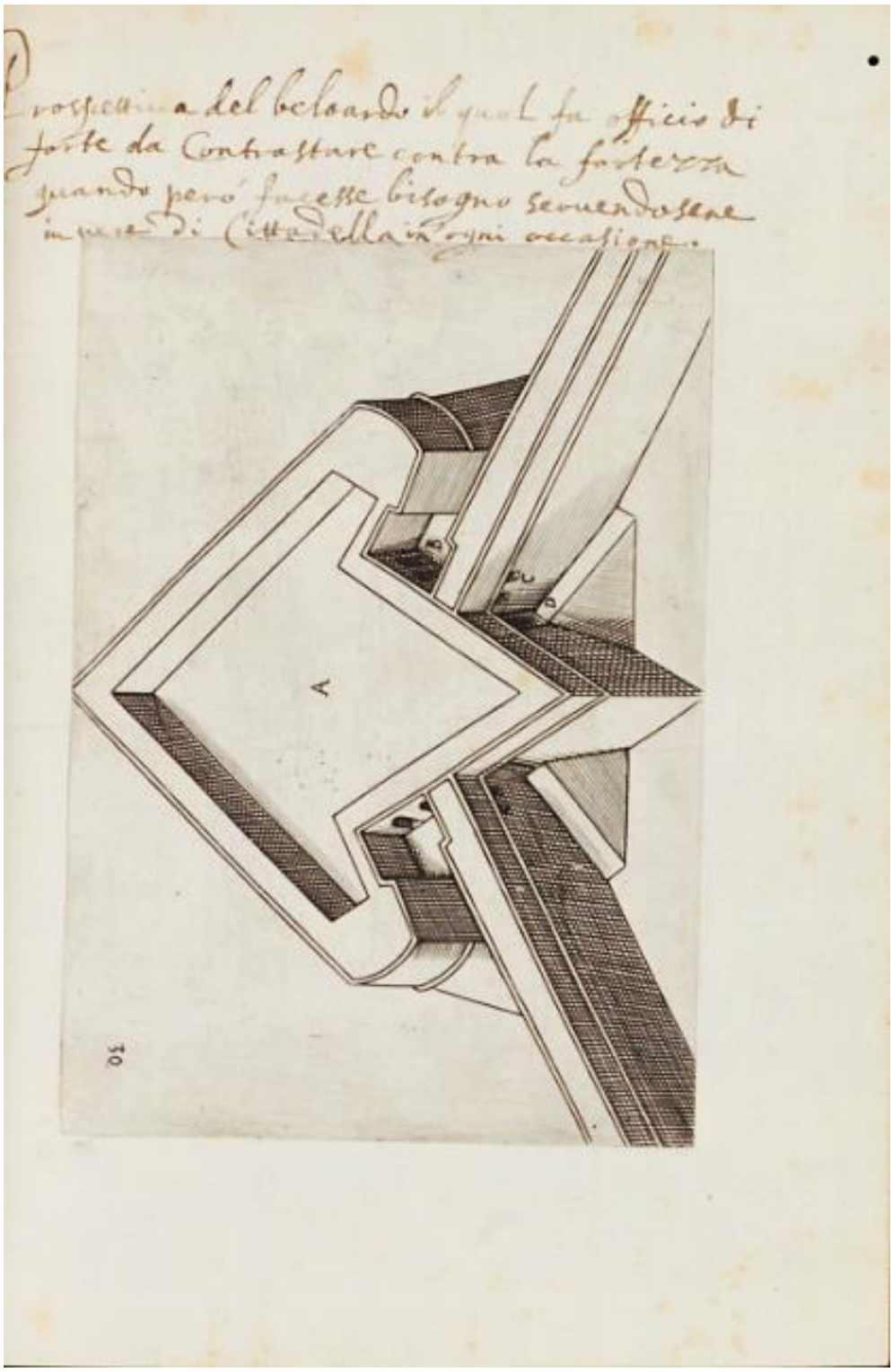


Figure 5.10
Scala, Giovanni, *Fortificazione…*, *ms. cit.*, fol. 121.

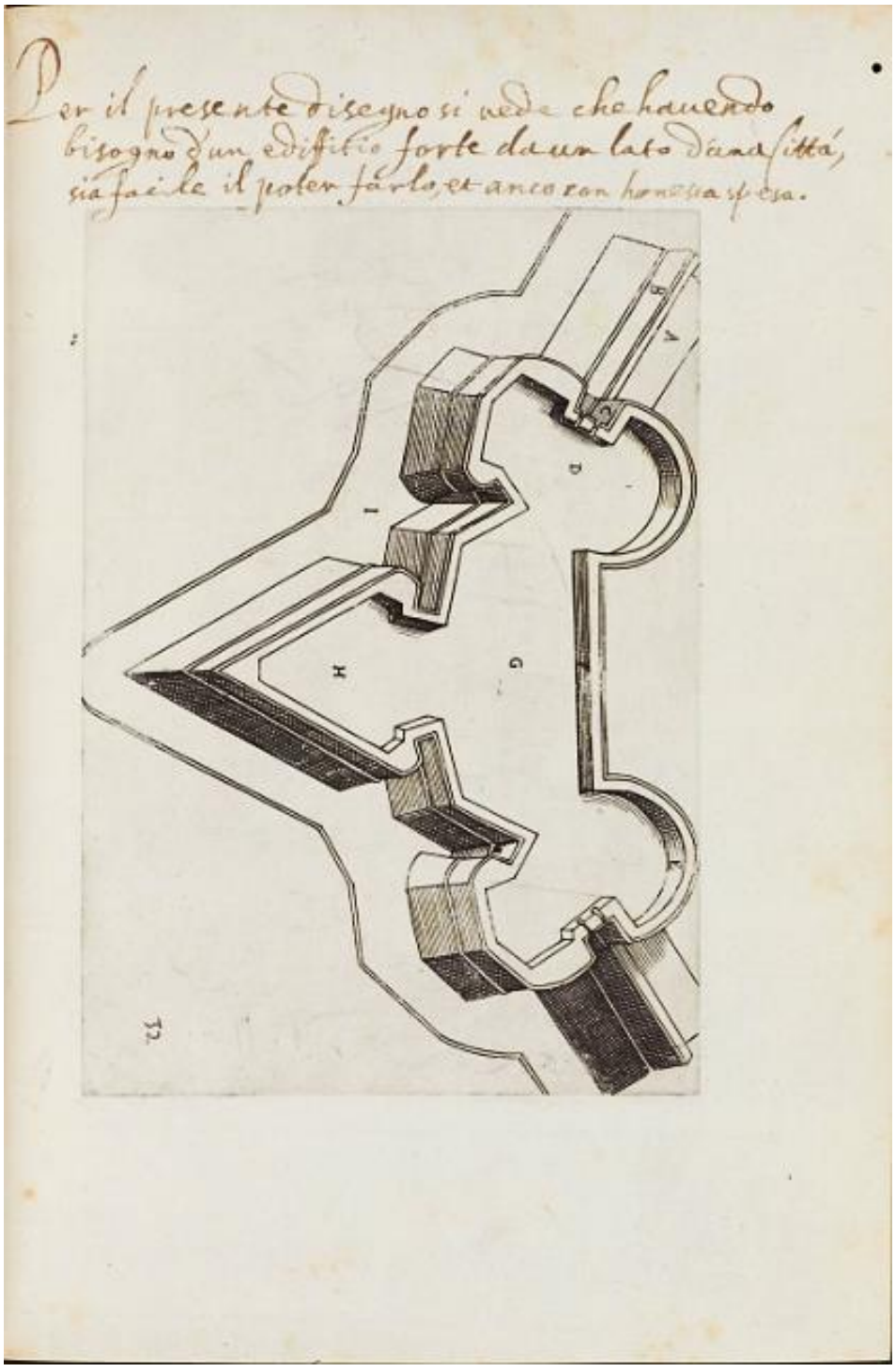


Figure 5.11
Scala, Giovanni, *Fortificazione…*, *ms*. *cit*., fol. 129.

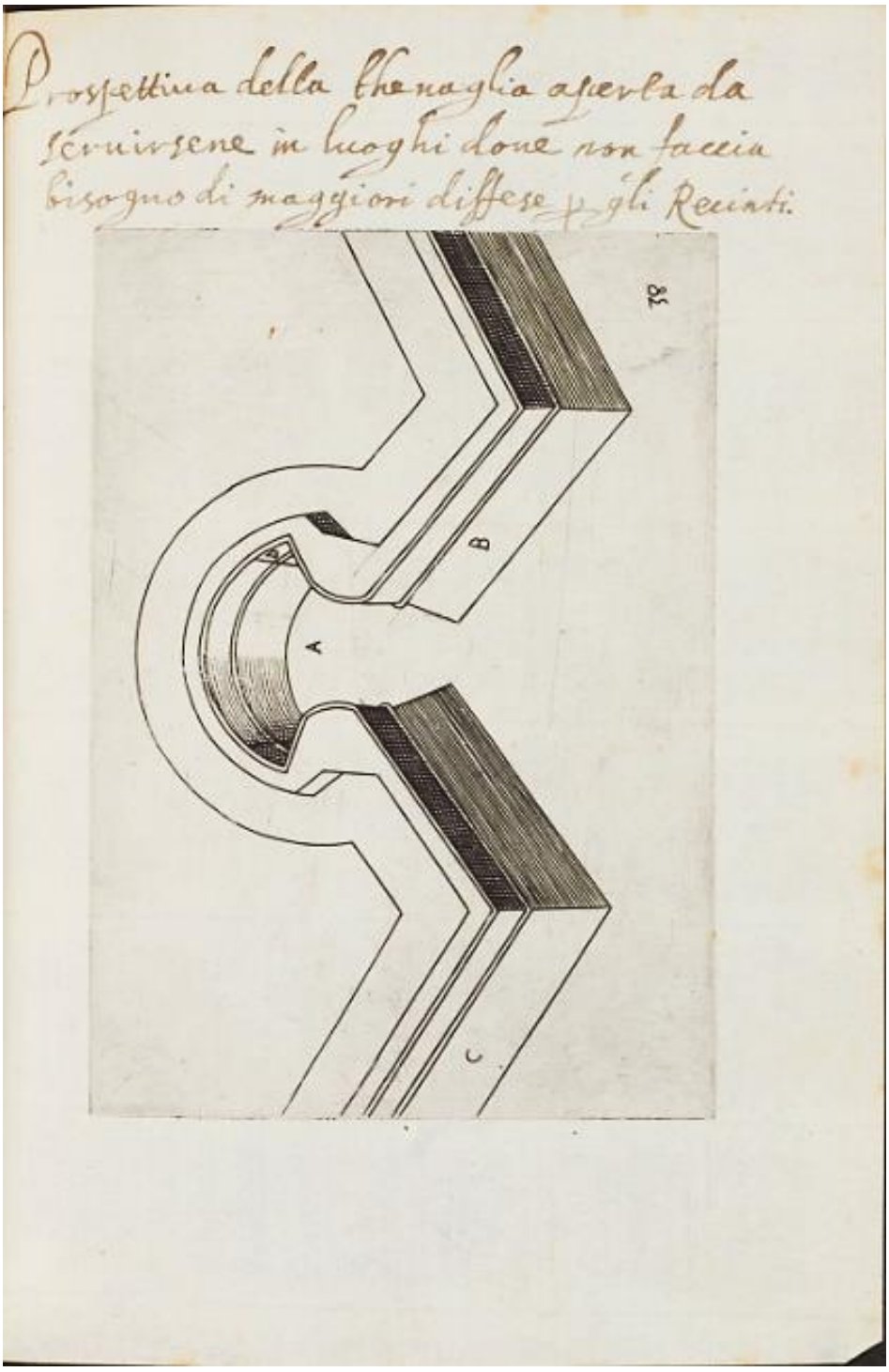


Figure 5.12
Scala, Giovanni, *Fortificazione…*, *ms. cit.*, fol. 153.

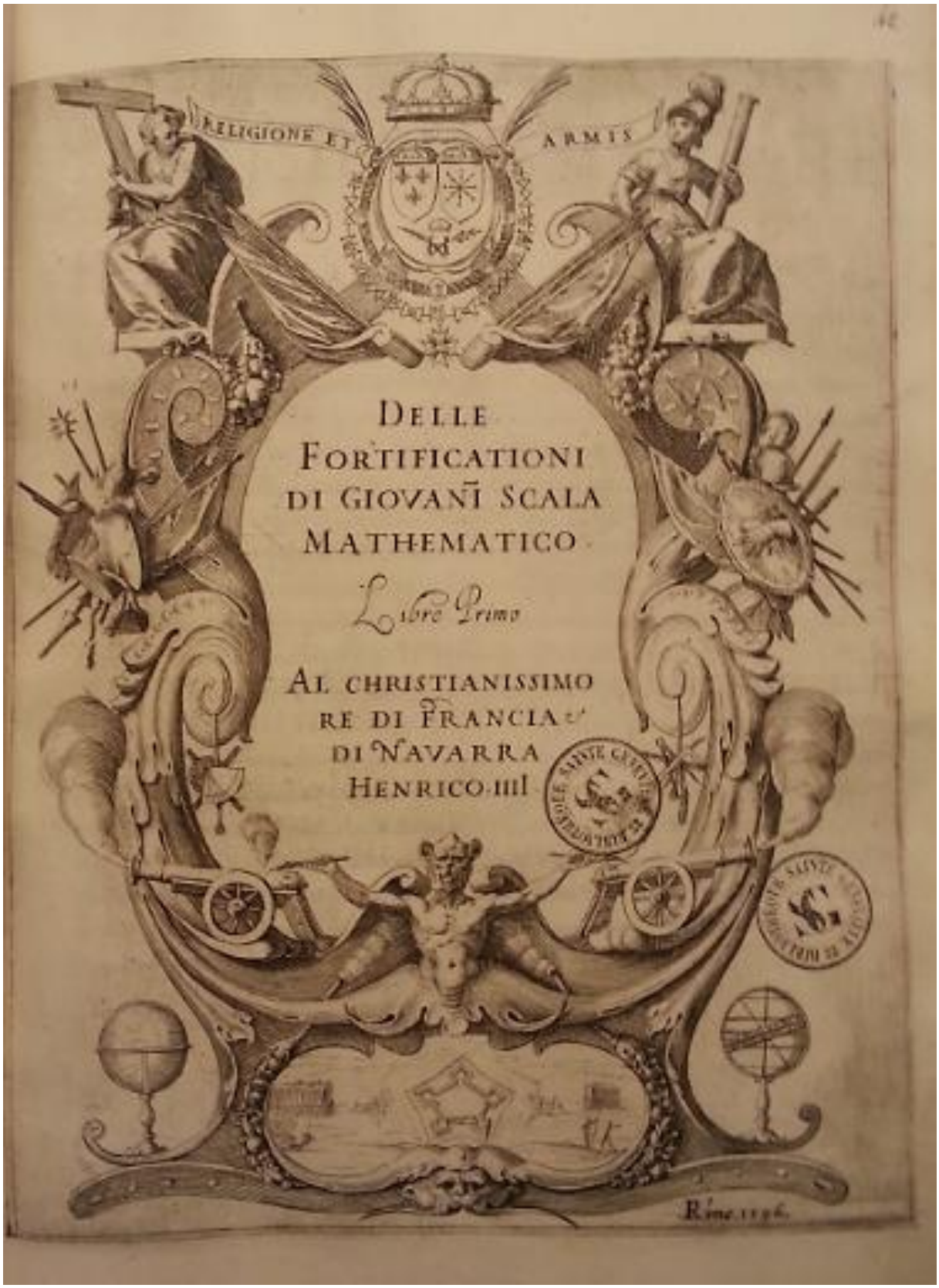


Figure 5.13
Scala, Giovanni, *Delle fortificationi*…, Rome, 1596, frontispice [BSG].

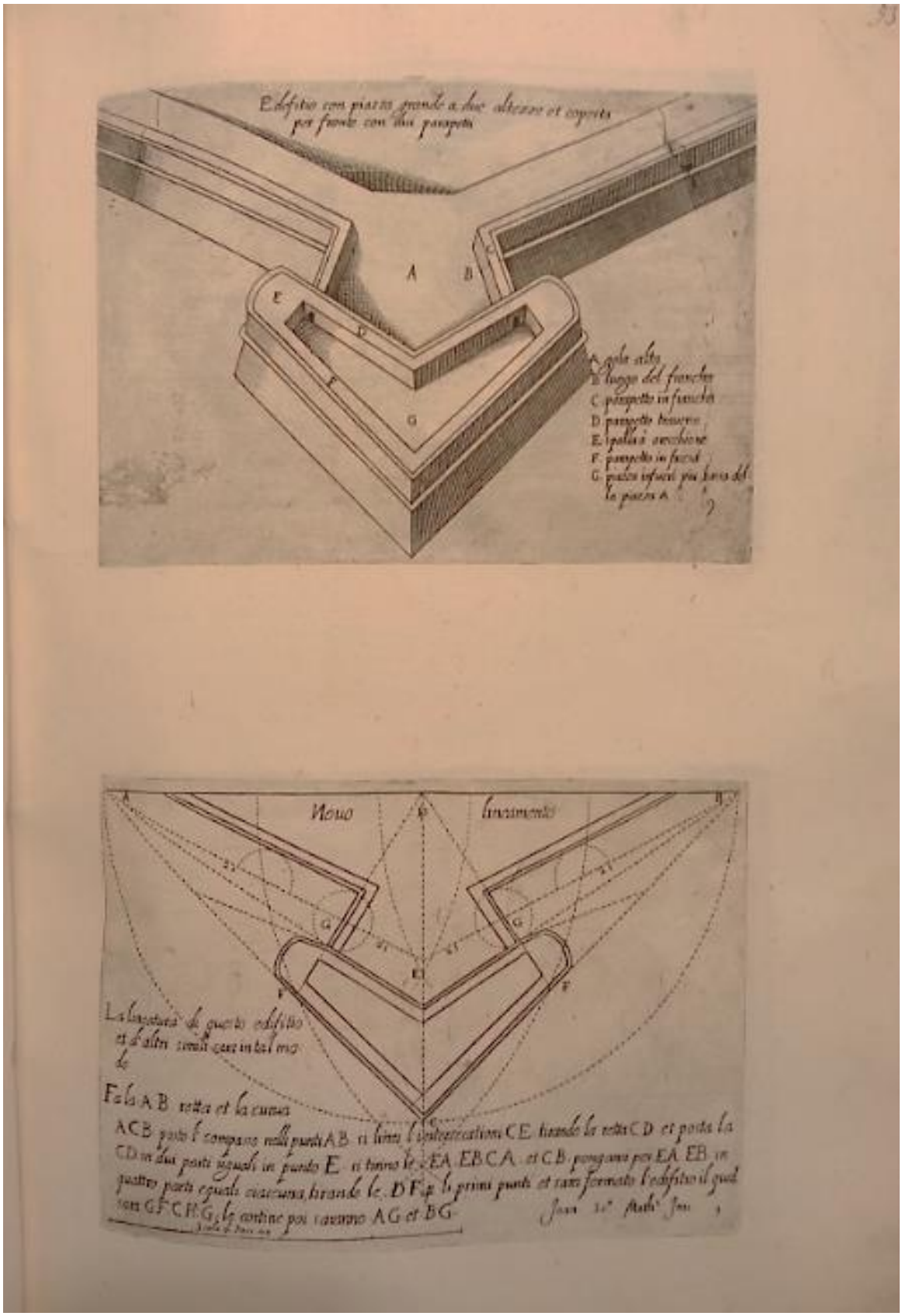


Figure 5.14
Scala, Giovanni, *Delle fortificationi*…, *op. cit.*, planche 9 [BSG].

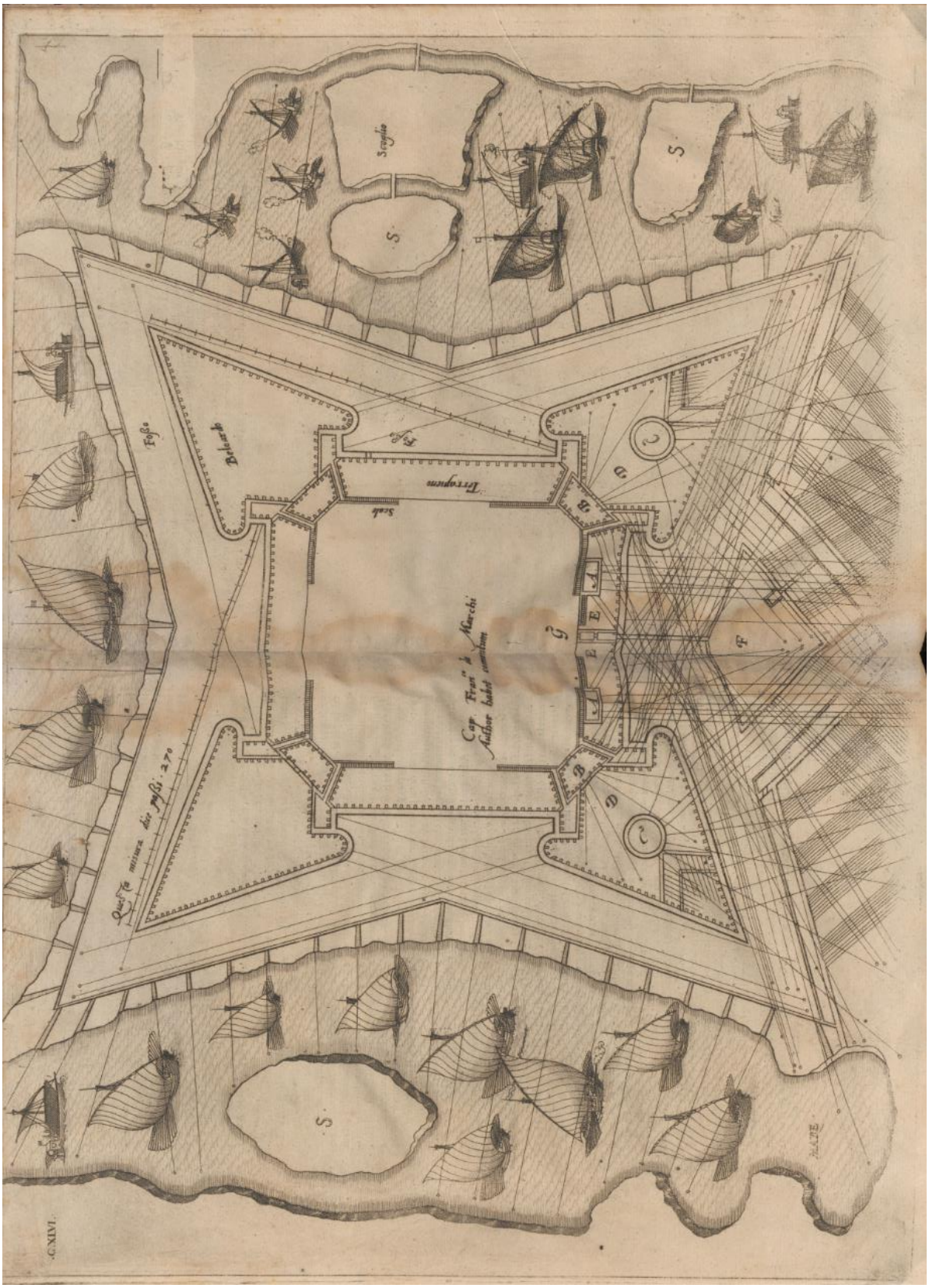


Figure 5.15

Marchi, Francesco de, *Della Architettura militare* …, Brescia, 1599, planche CXXXXVI, p. 244 [ÖnB]

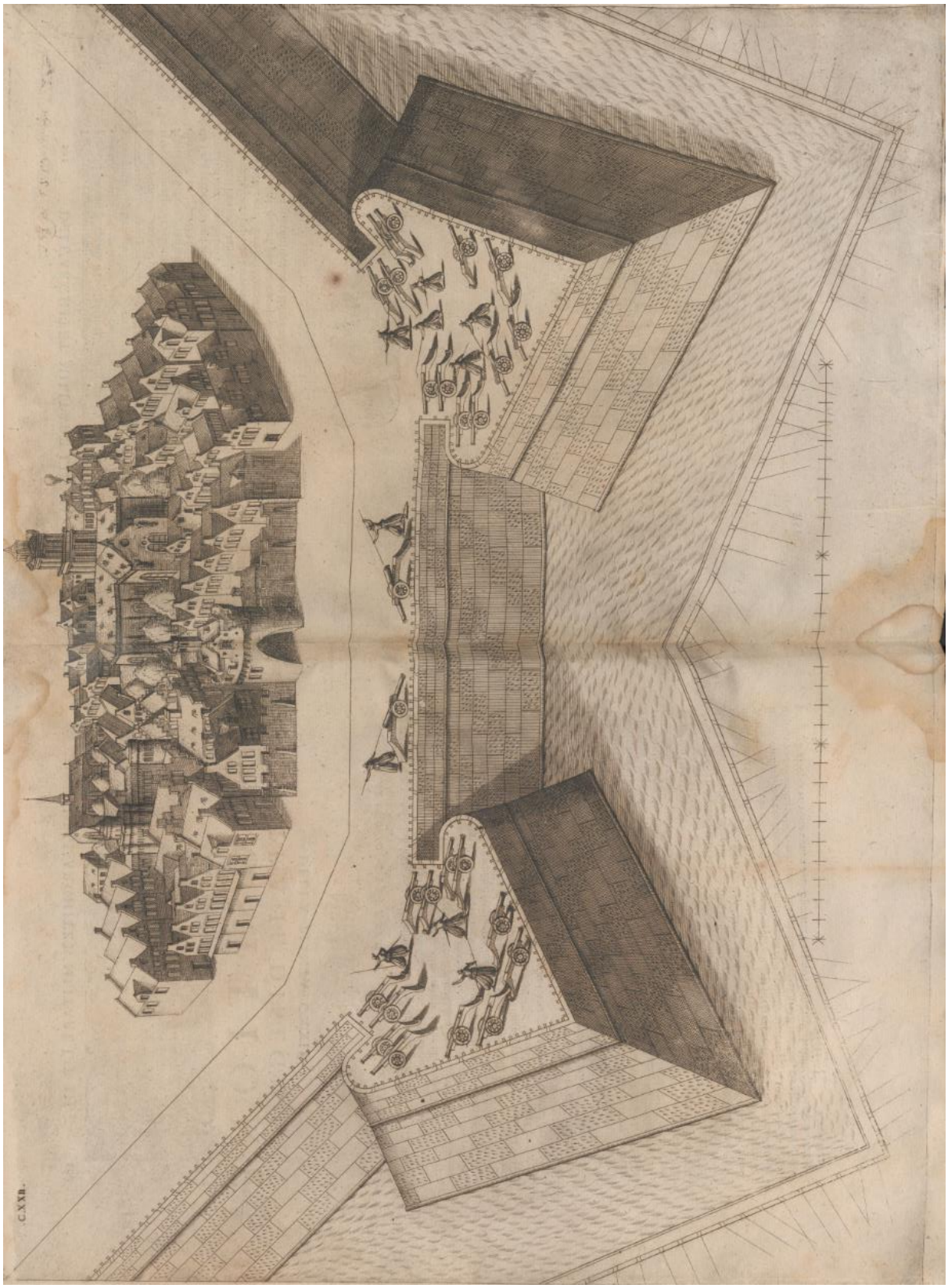


Figure 5.16
Marchi, Francesco de, *Della Architettura militare …*, *op. cit.*, planche CXXII, p. 200.

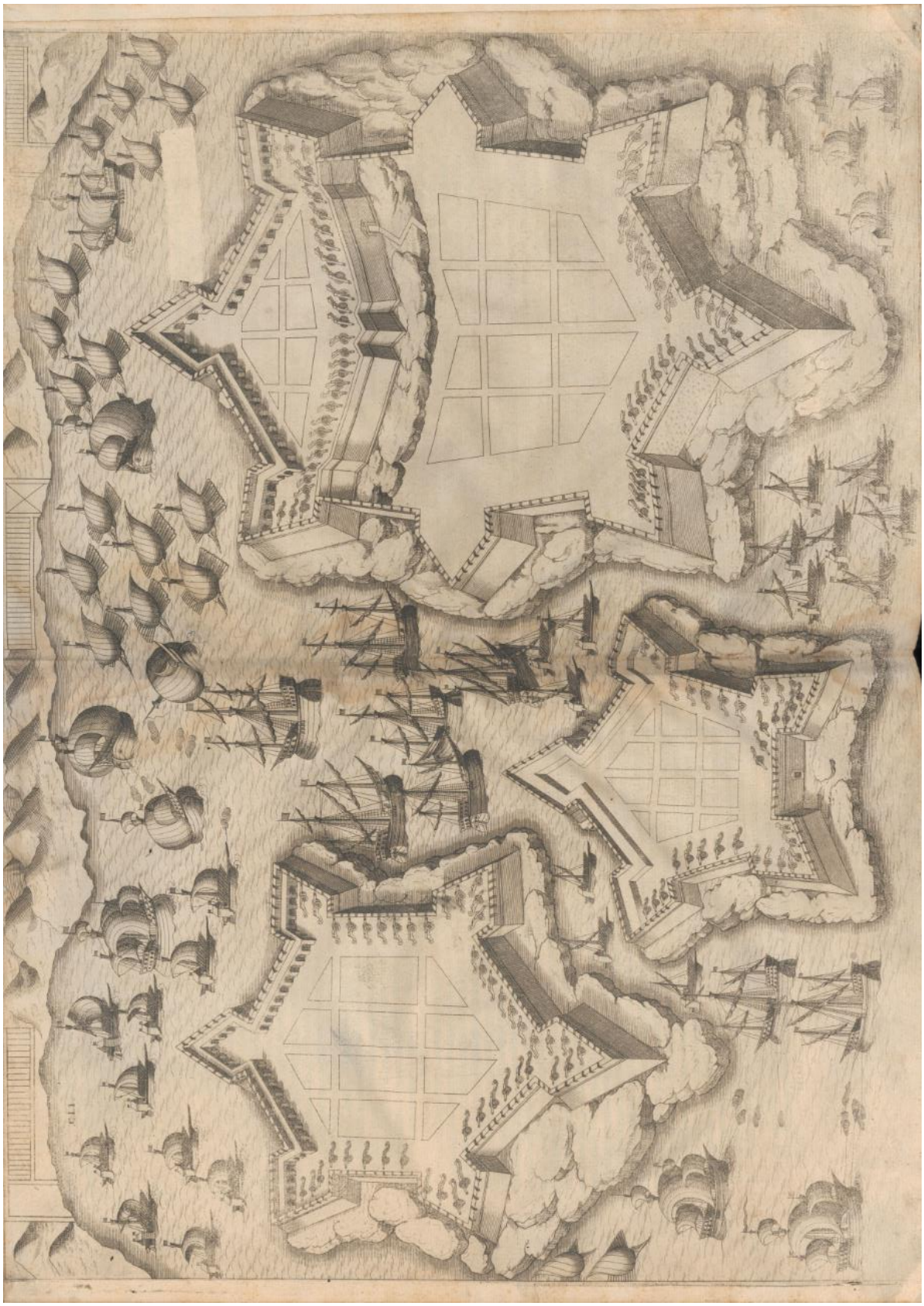


Figure 5.17
Marchi, Francesco de, *Della Architettura militare* …, *op. cit.*, planche CLI, p. 258.

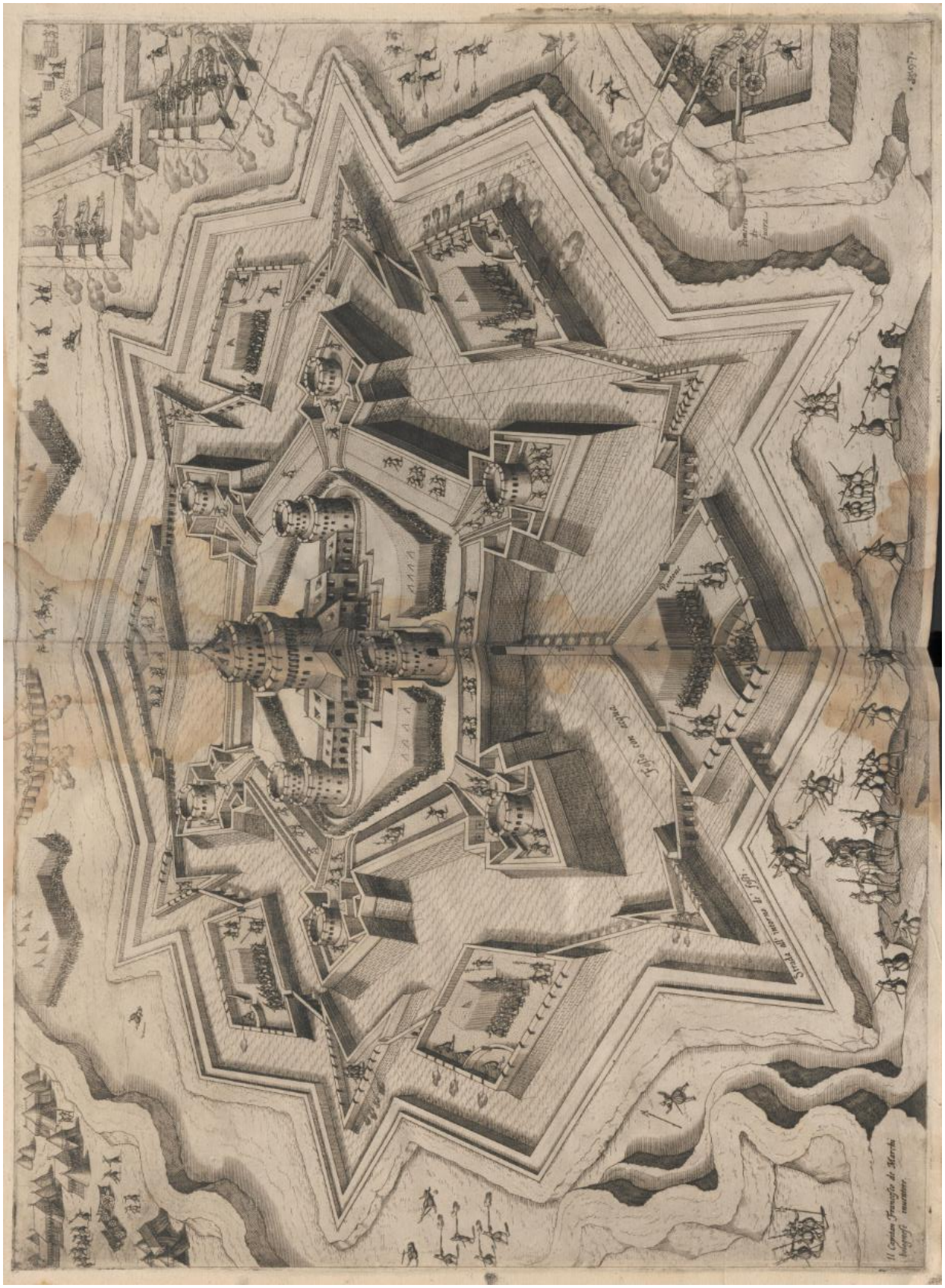


Figure 5.18

Marchi, Francesco de, *Della Architettura militare …, op. cit.*, planche non numérotée en fin d'ouvrage.

Figure 5.19

Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstrée*, Paris, 1600, titre-frontispice. Universitätsbibliothek Wien (A), III A 188 952.

B1

B2

B3

B4

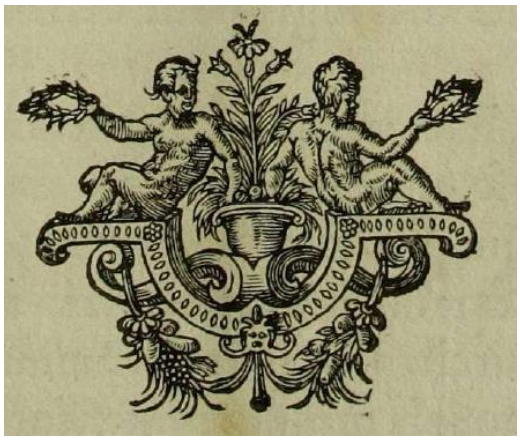
B5

Figure 5.22

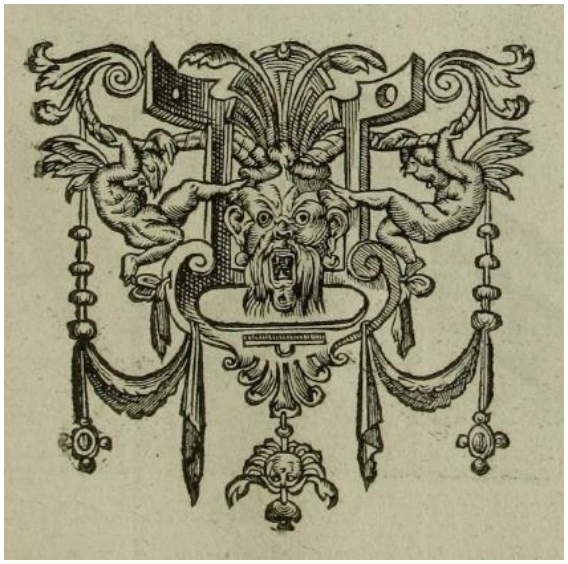
Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstrée, op. cit.*

Principaux bandeaux utilisés.

C1



C2



C3

Figure 5.23

Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstrée*, *op. cit.*
Principaux culs-de-lampe utilisés.

Figure 5.24
Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstrée*, *op. cit.*
Principales lettrines utilisées.

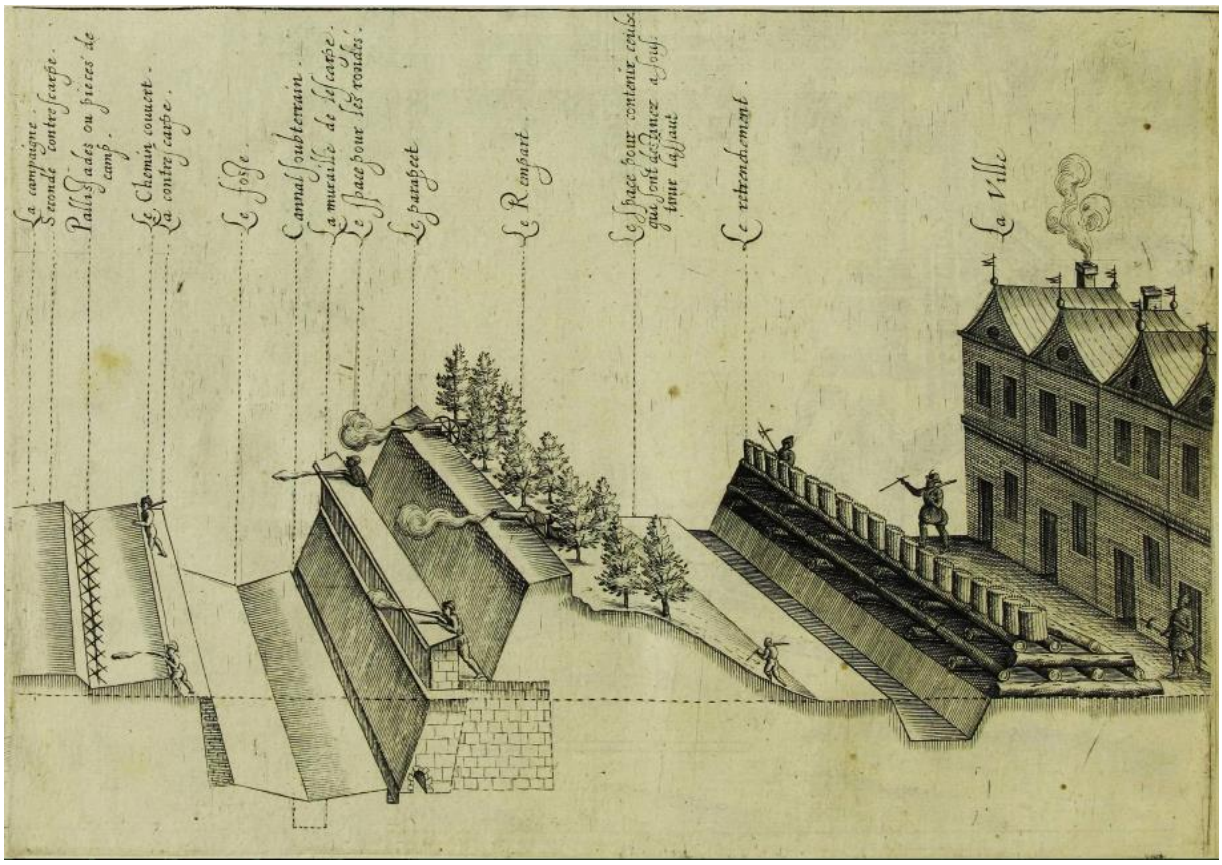


Figure 5.25

Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstrée, op. cit.*, p 16.

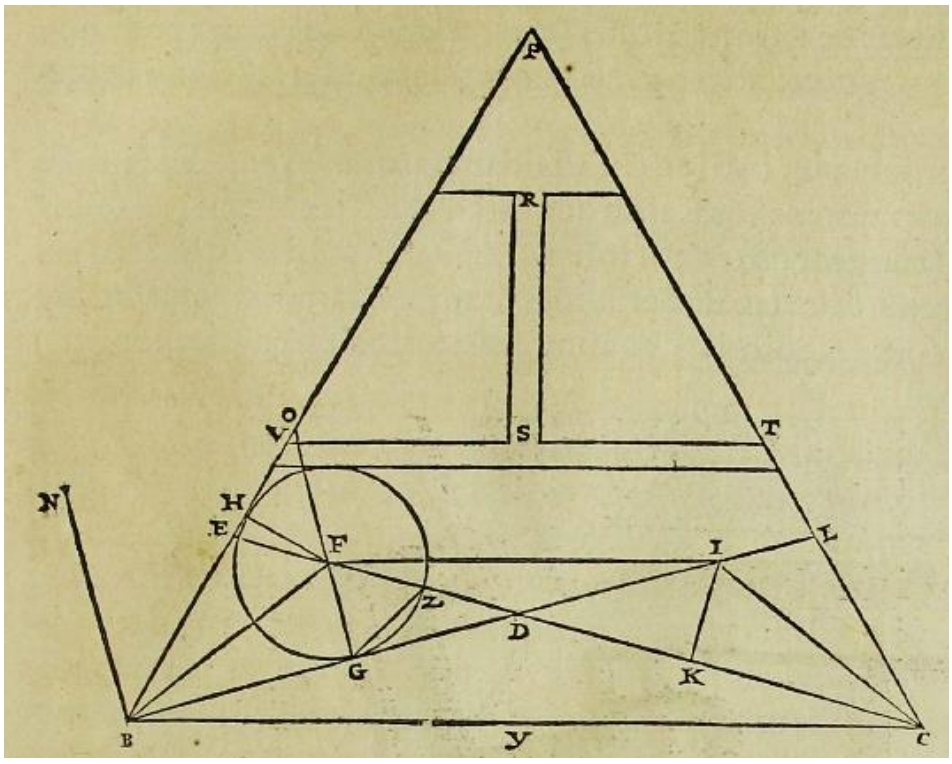


Figure 5.28

Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstrée, op. cit.*, p. 25.

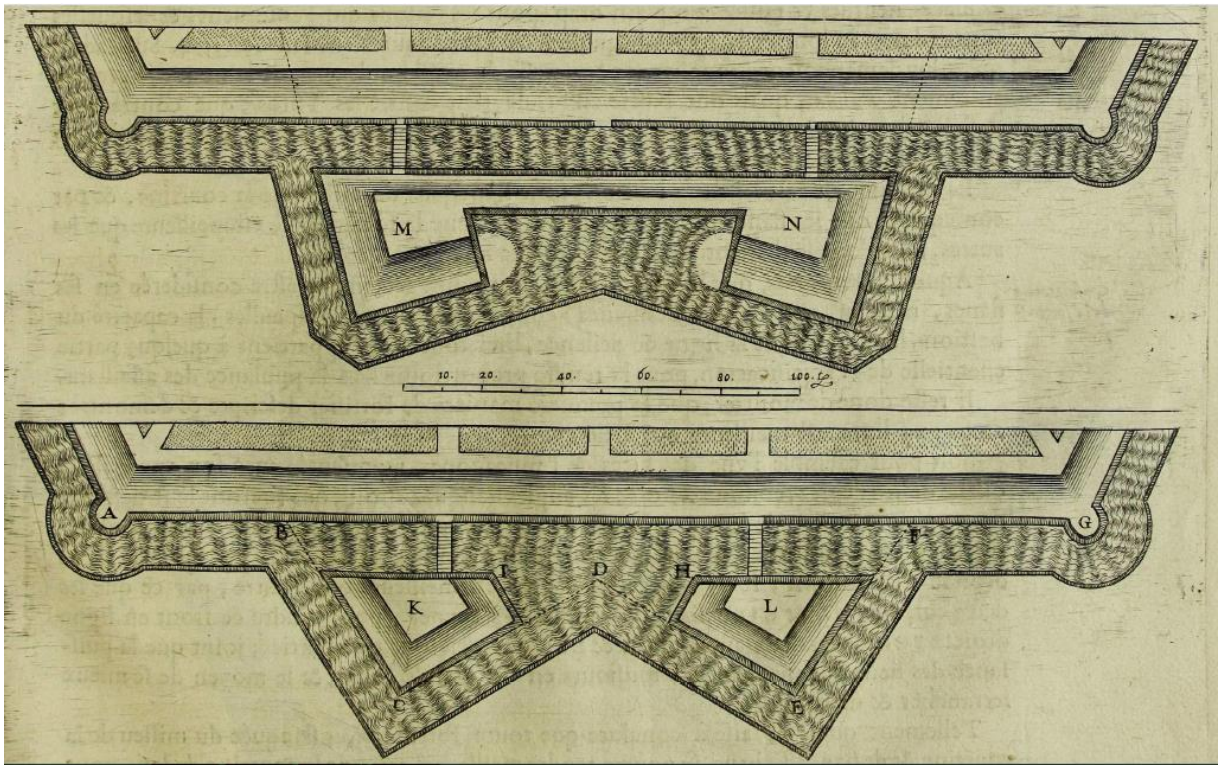


Figure 5.30
Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstrée, op. cit.*, p. 67.

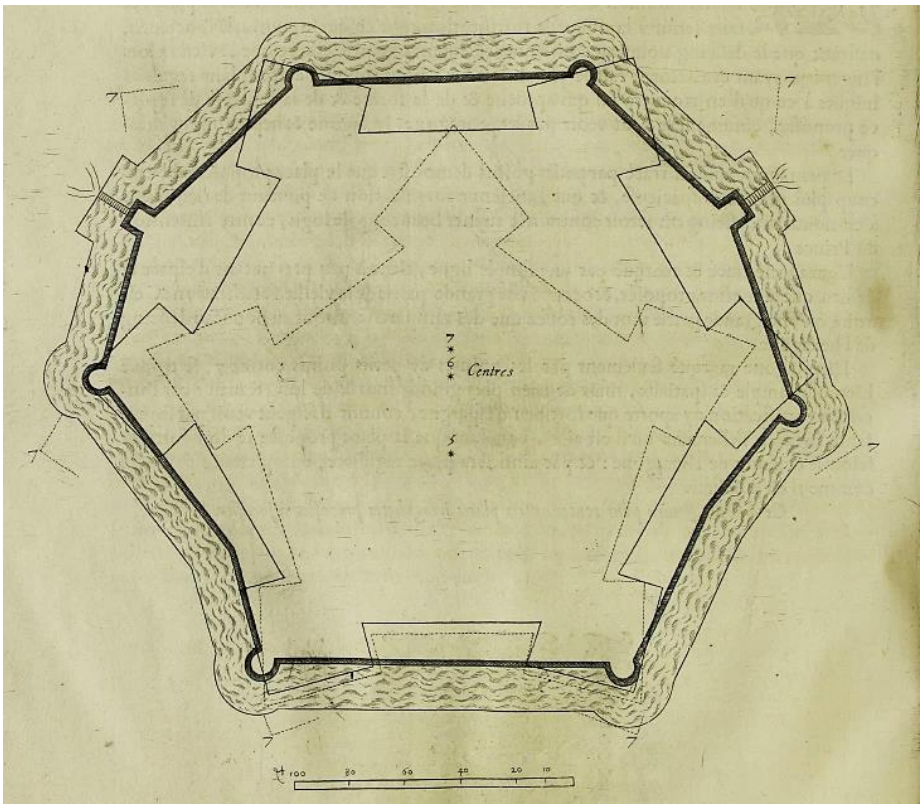


Figure 5.31
Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstrée, op. cit.*, p. 72.

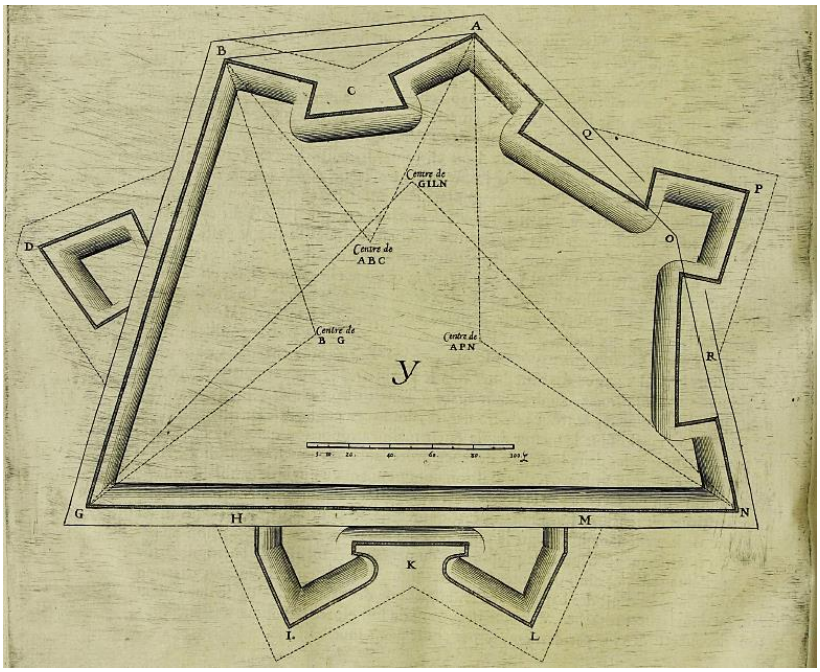


Figure 5.32

Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstrée, op. cit.*, p. 74.

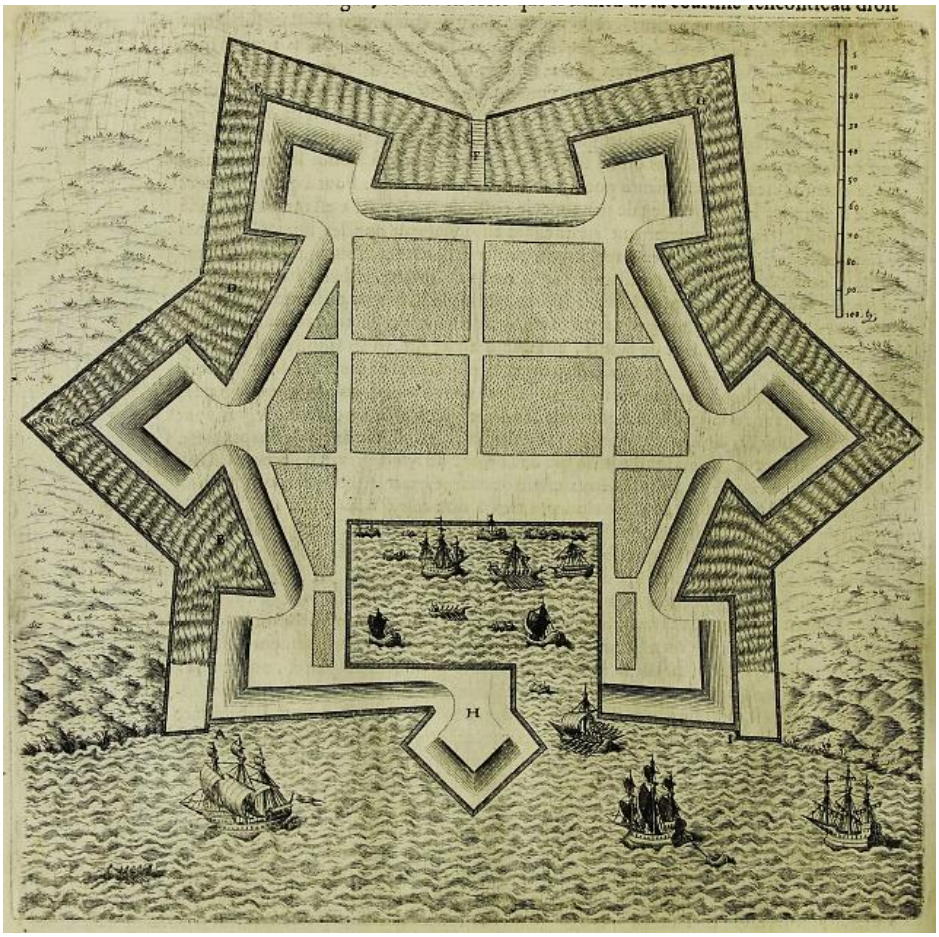


Figure 5.33

Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstrée, op. cit.*, p. 80.

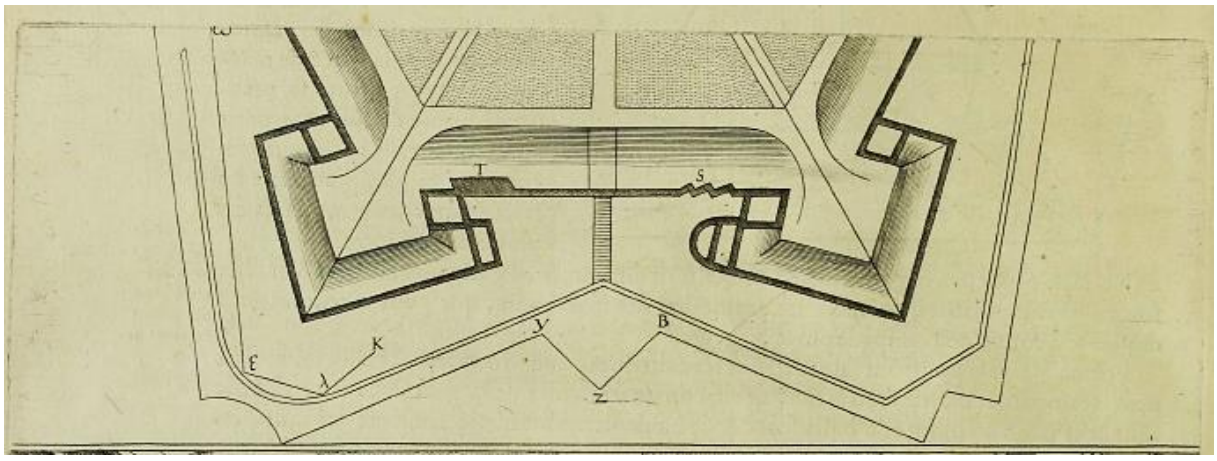


Figure 5.34
Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstrée*, *op. cit.*, p. 26.

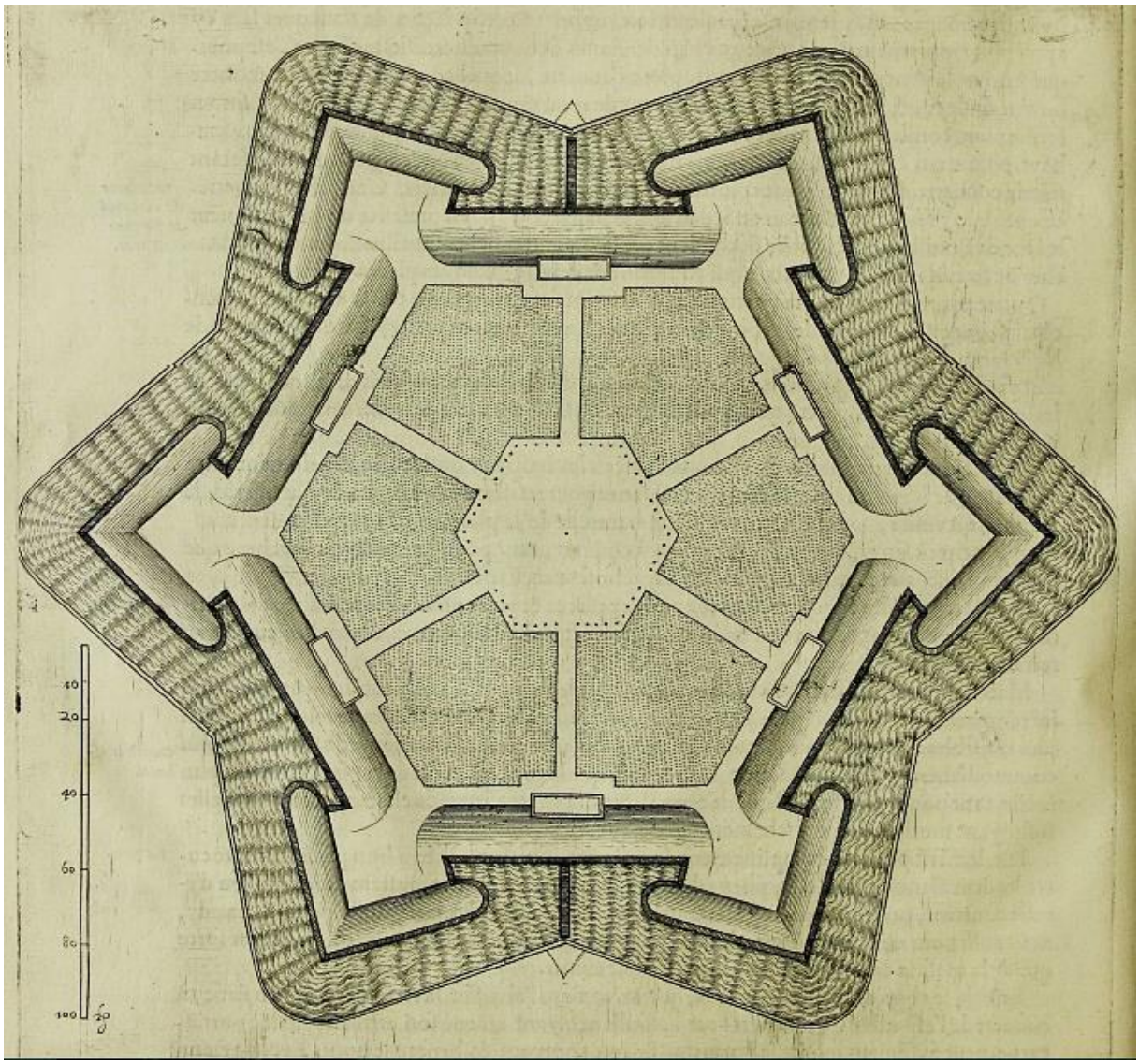


Figure 5.35
Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstrée*, *op. cit.*, p. 30.

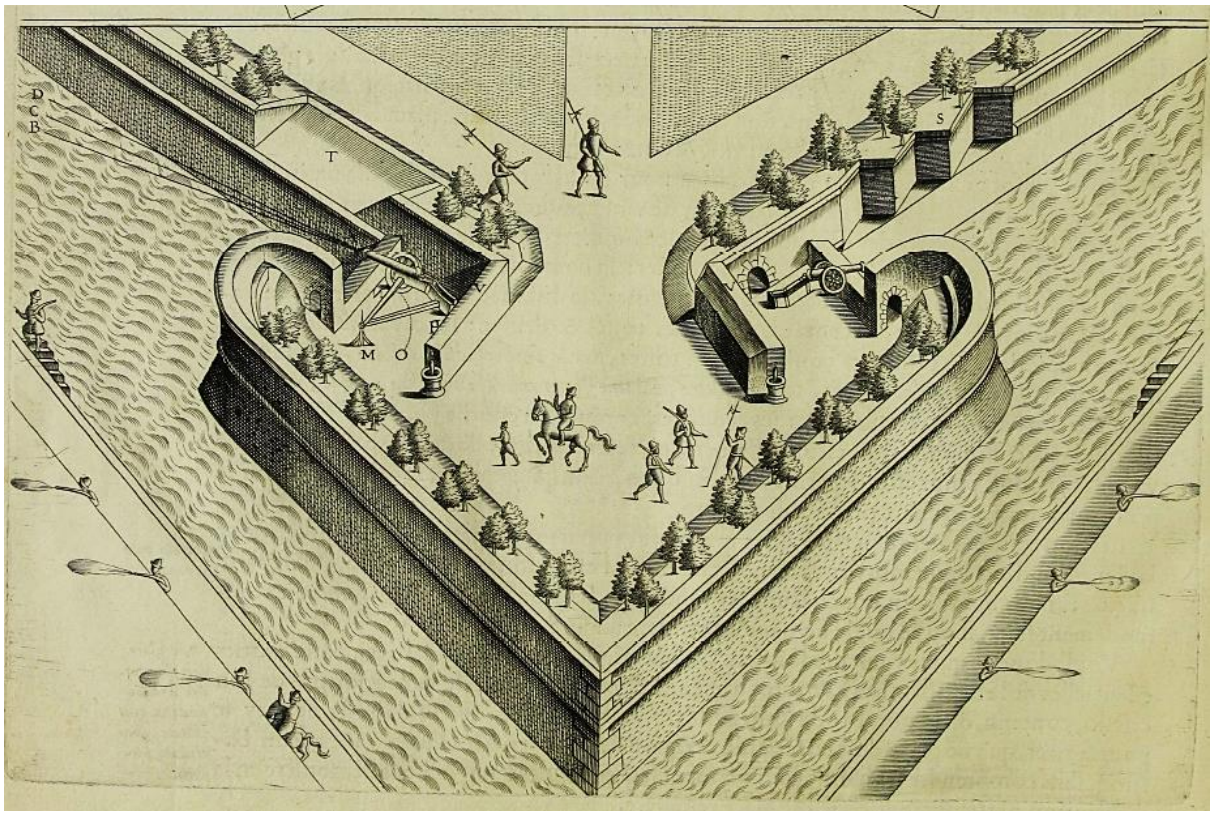


Figure 5.36
Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstrée*, *op. cit.*, p. 26.

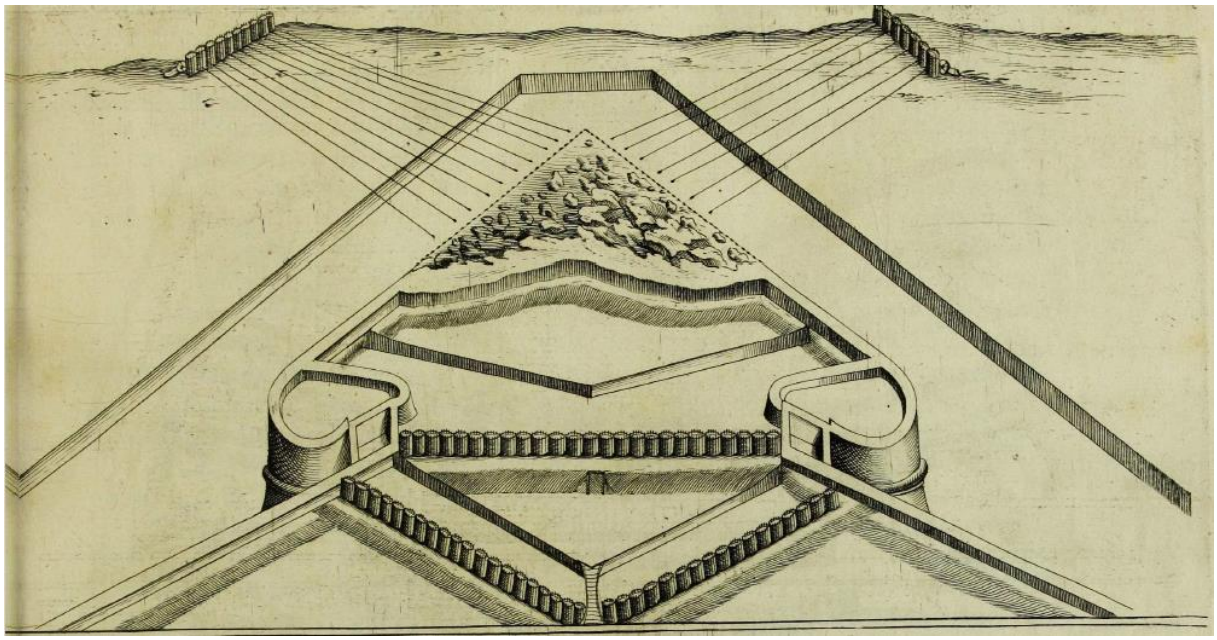
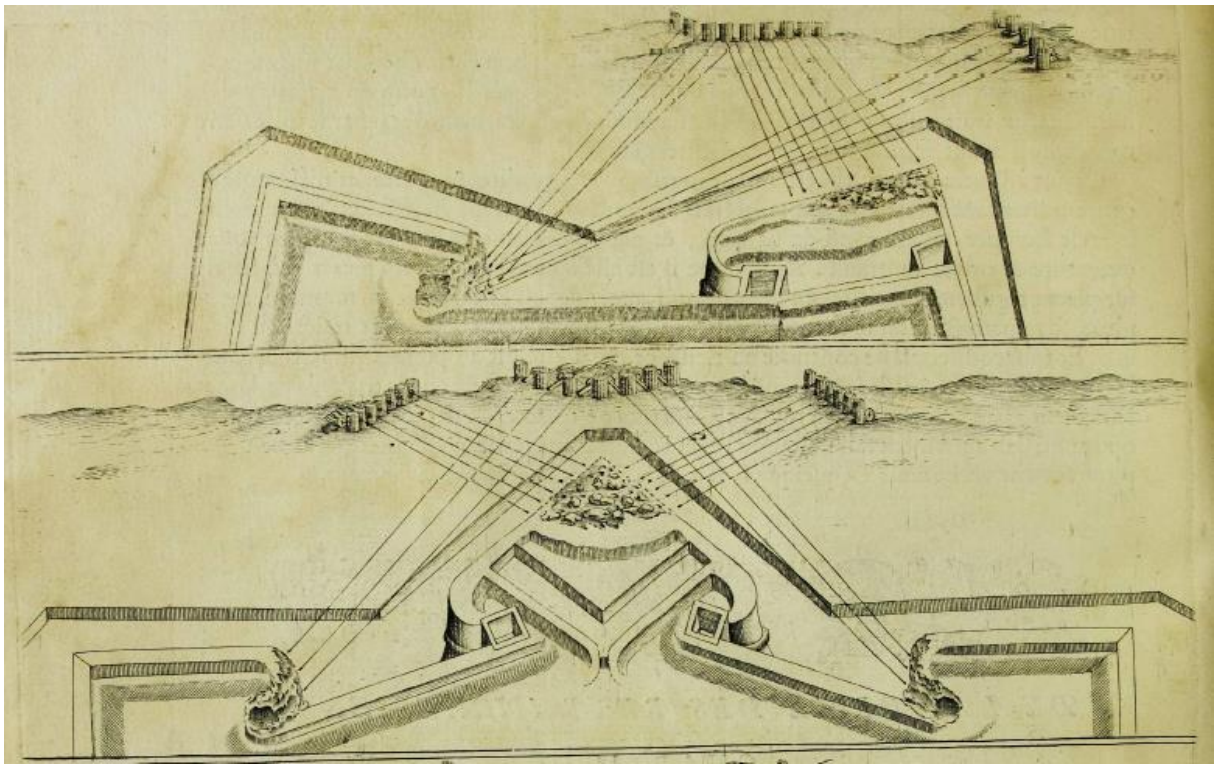


Figure 5.37
Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstrée*, *op. cit.*, p. 53.



Figures 5.38
Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstrée*, *op. cit.*, p. 52.

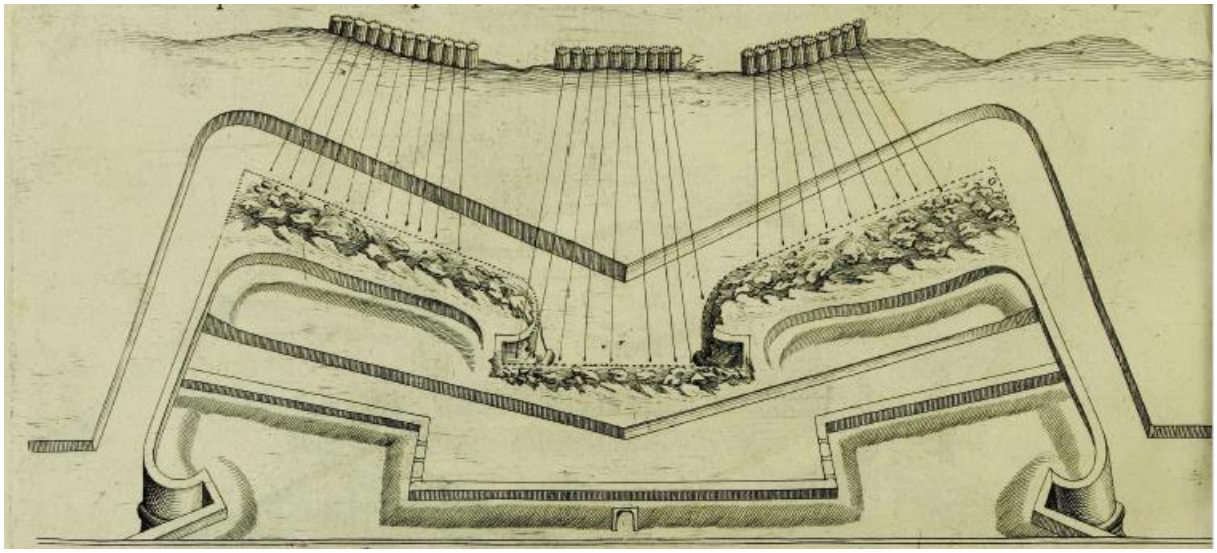
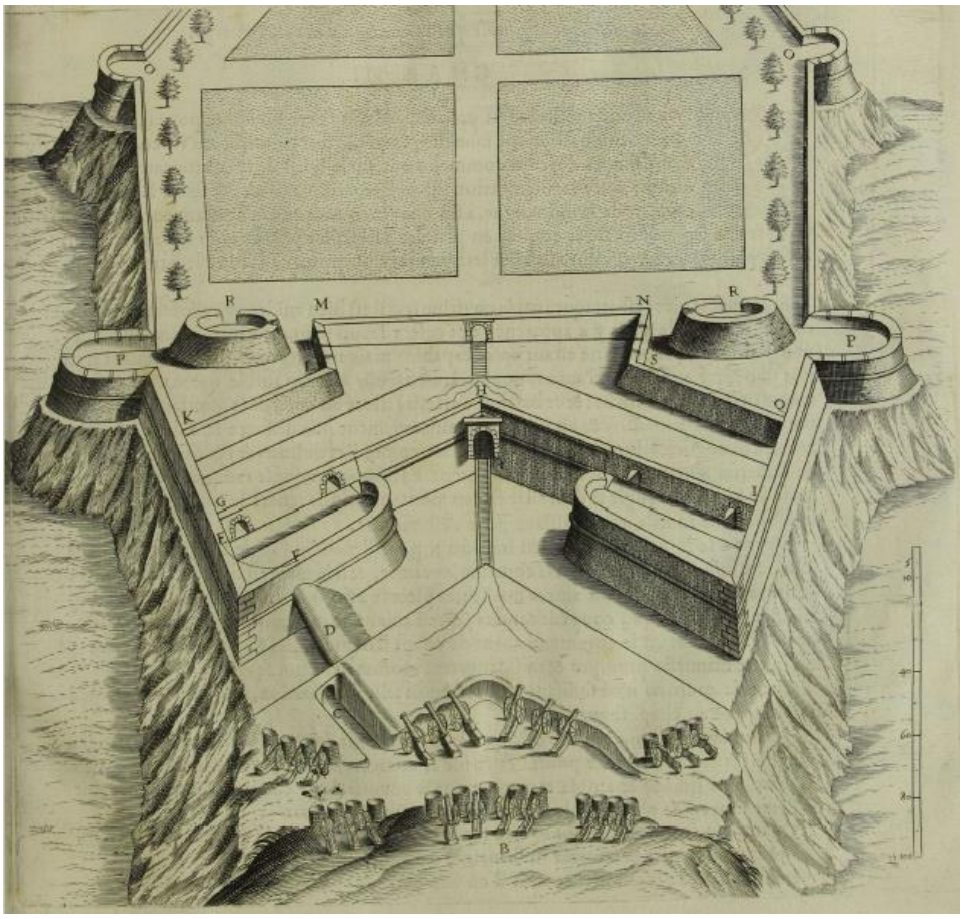


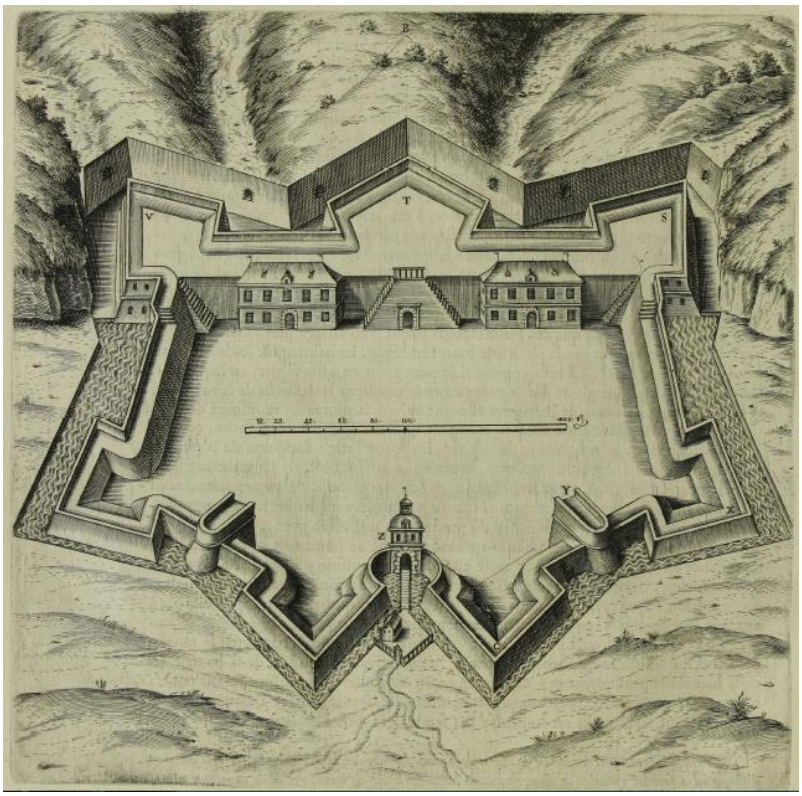
Figure 5.39
Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstrée*, *op. cit.*, p. 54.

Figure 5.40
Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstrée, op. cit.*, p. 83.

Figures 5.41 et 5.42

Hogenberg Franz, gravures du 16e siècle [geheugenvannederland.nl]





Figures 5.43 et 5.44

Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstrée*, *op. cit.*, p. 87 et 98, resp.

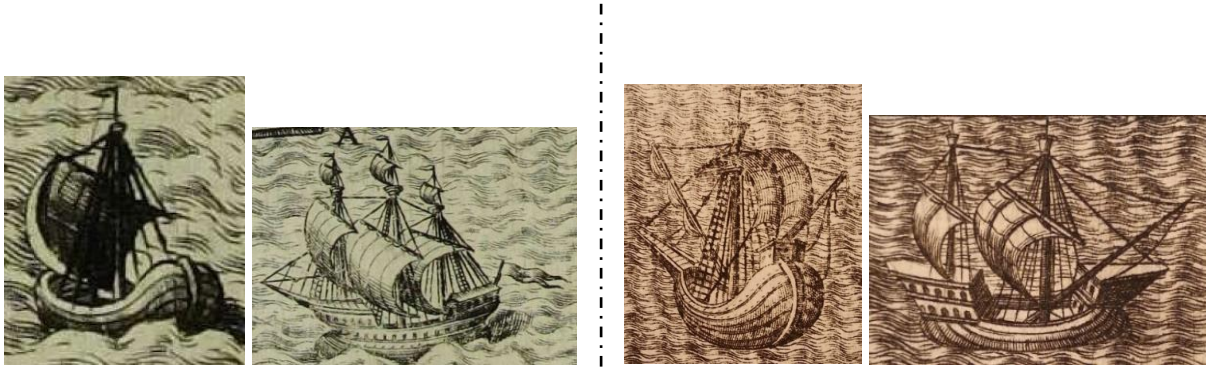


Figure 5.45
Navires de Jean Errard (*La Fortification*…, 1600, p. 80)
et d'Ambroise Bachot (*Le Gouvernail*, 1598, planche « Recognoissant le site,
Je disminuë ou augmente la fortification »)

Figure 5.46
Navires de Jean Errard (*La Fortification*…, 1600, p 81)
et de Francesco de Marchi (*Della Architettura militare*, 1599, planche CLI, p. 257)

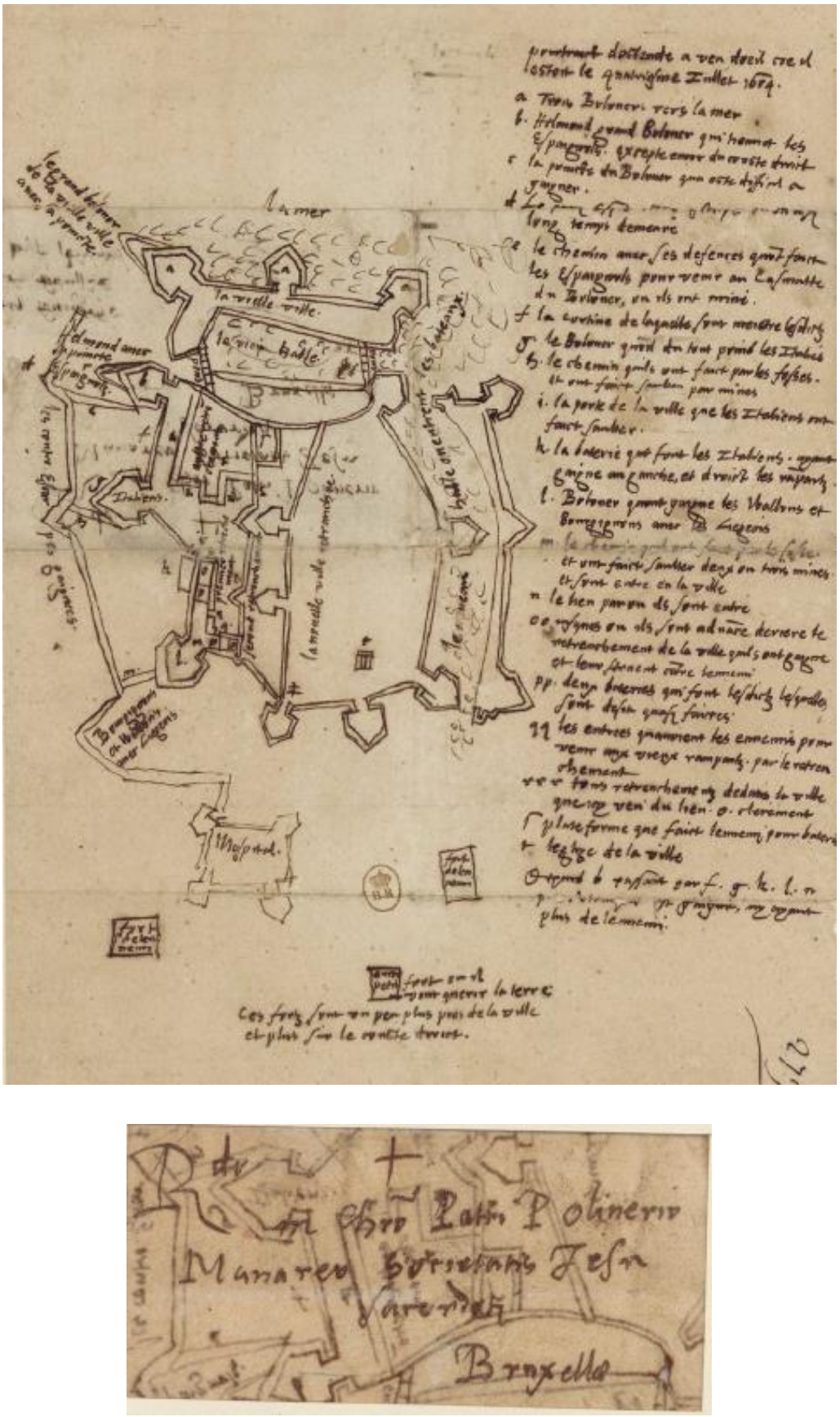


Figure 5.47
Anonyme, *Plan de la ville d'Ostende pendant le siège de 1604* [Gallica]

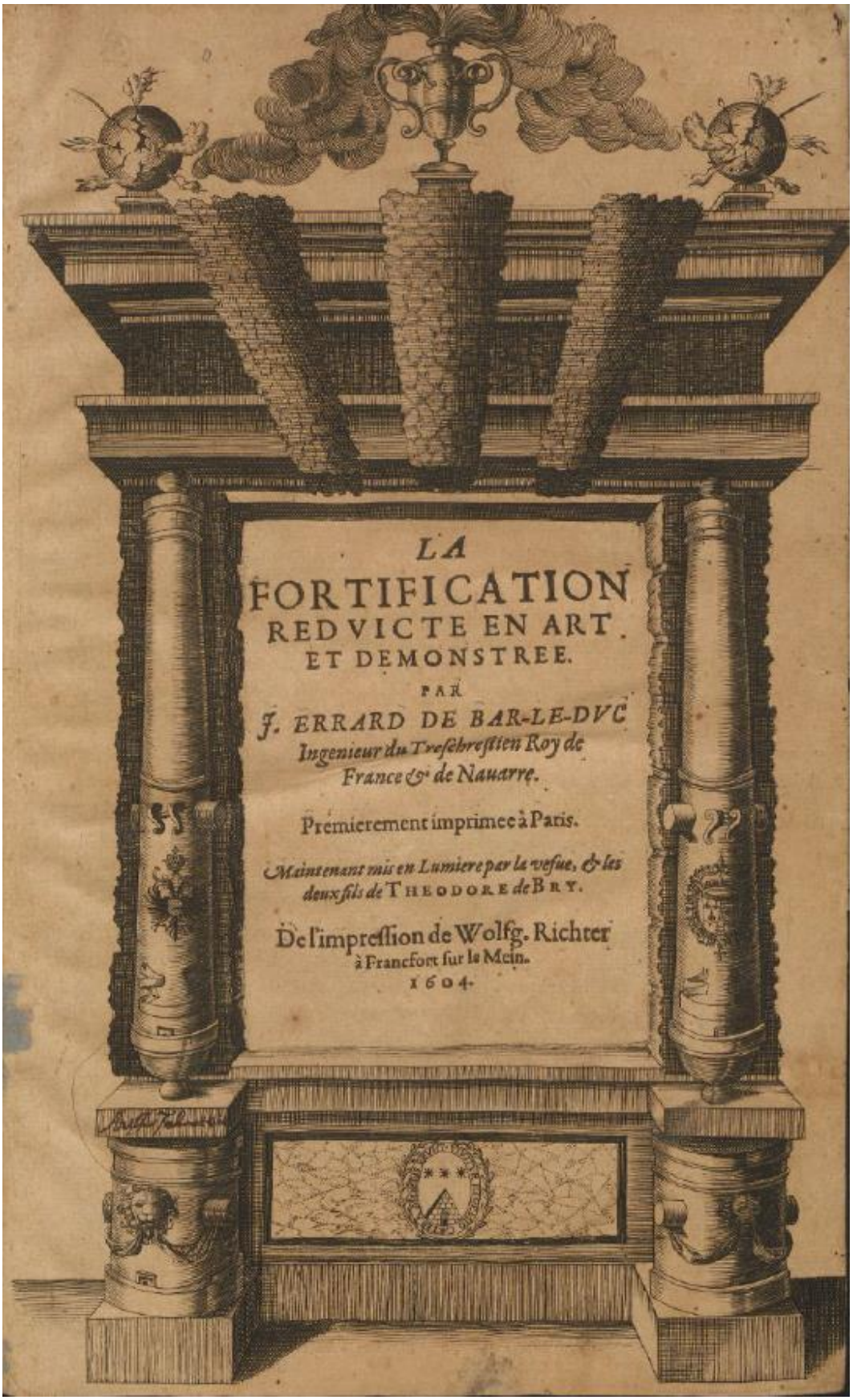


Figure 5.48

Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstrée…*, Francfort, 1604, Frontispice [Harvard]

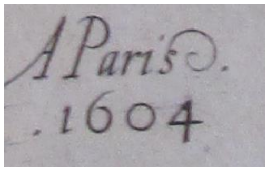


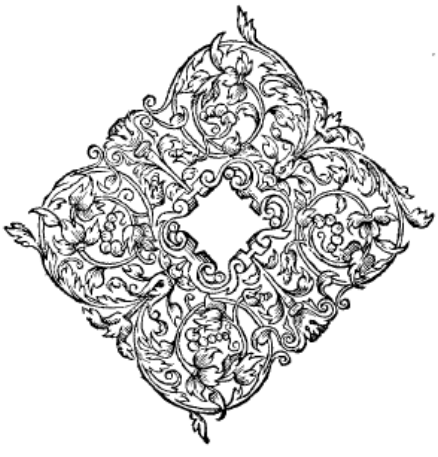
Figure 5.49
Errard, Jean, *La fortification reduicte en art et demonstrée…*, Paris, 1604, Frontispice [Périgeux]

B1

B2

B3

C1



C2

Figure 5.50
Errard, Jean, *La fortification demonstrée et reduicte en art, op. cit.*, 1604.
Principaux bandeaux et culs-de-lampe utilisés.

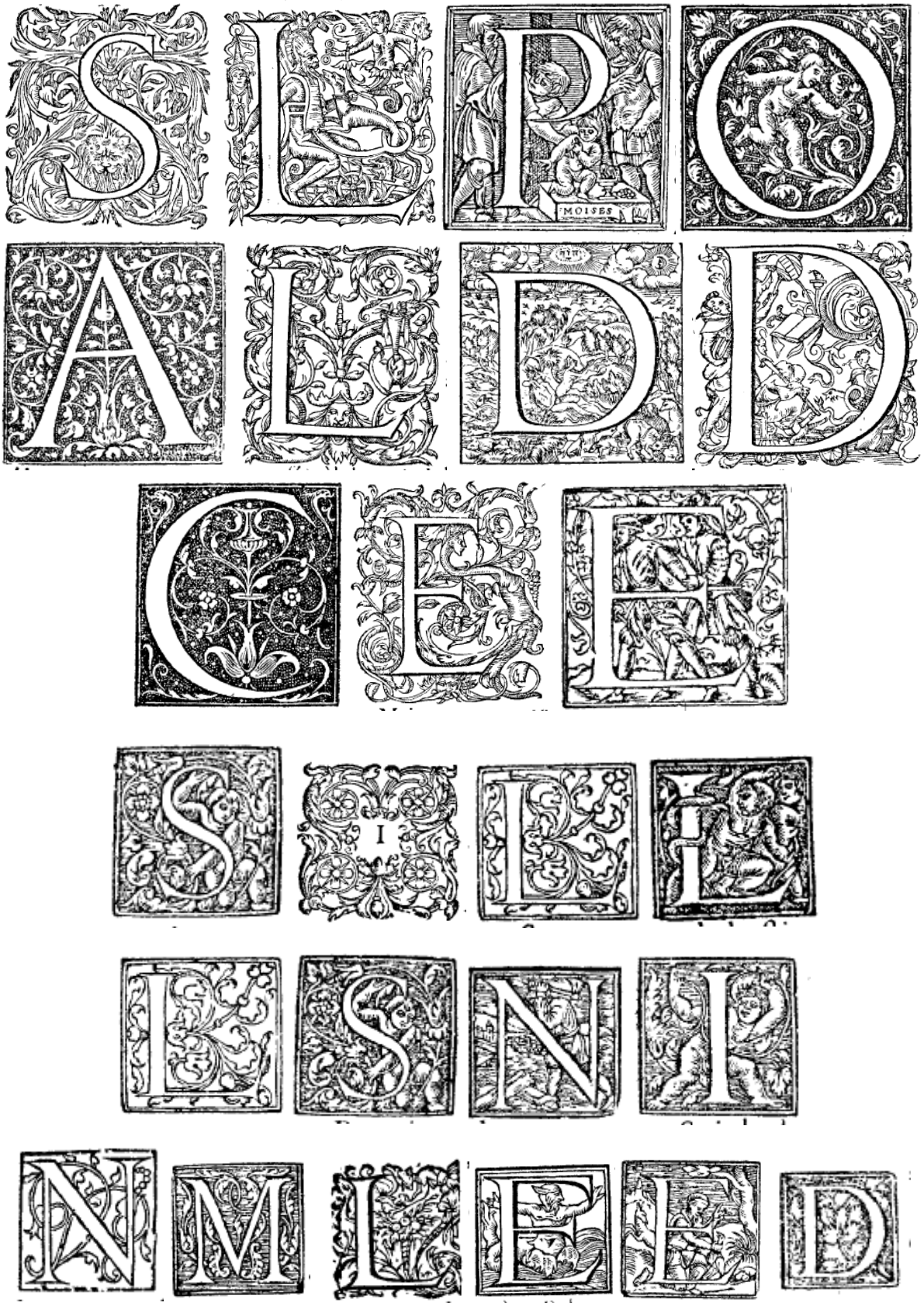


Figure 5.51
Errard, Jean, *La fortification demonstrée et reducte en art, op. cit.*, 1604.
Principales lettrines utilisées.

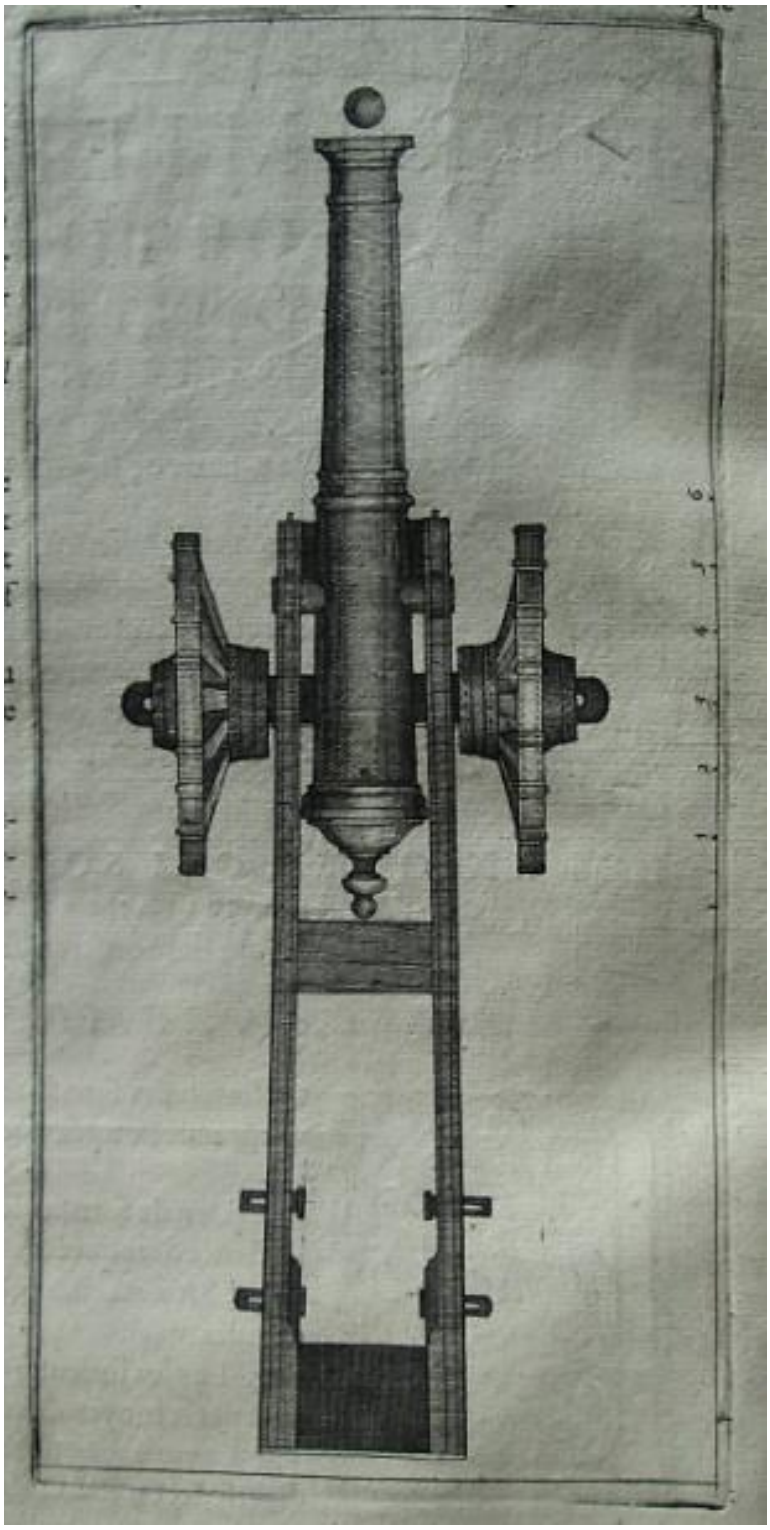


Figure 5.52
Errard, Jean, *La fortification demonstrée et reduicte en art, op. cit.*, 1604, p. 4.

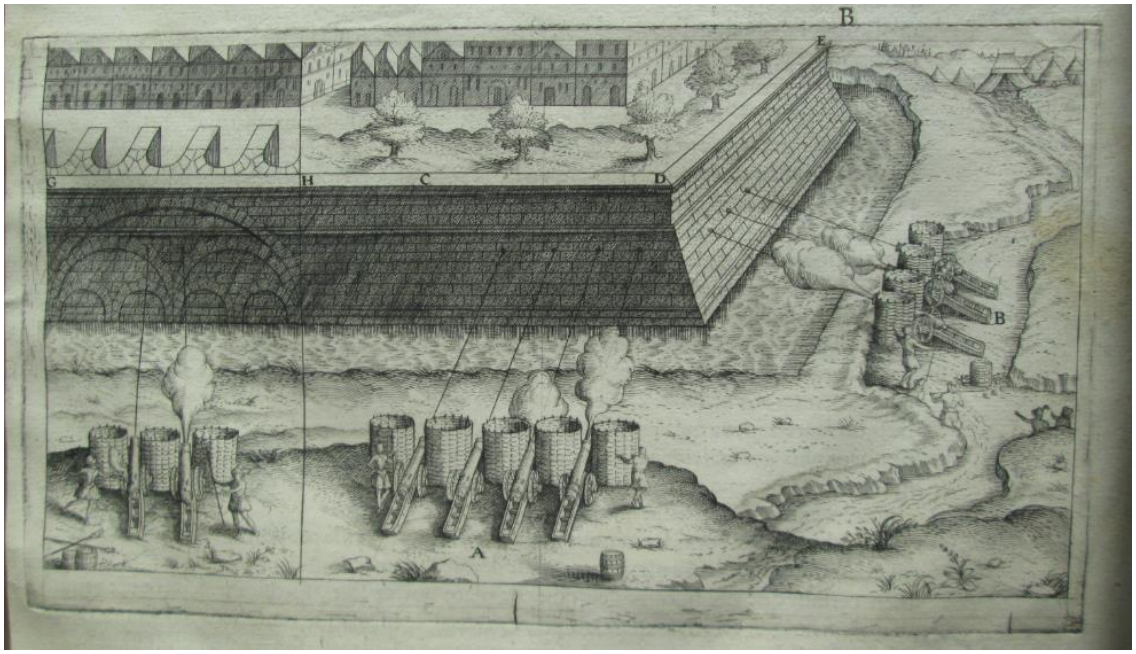


Figure 5.53
Errard, Jean, *La fortification demonstrée et reduicte en art, op. cit.*, 1604, p. 7.

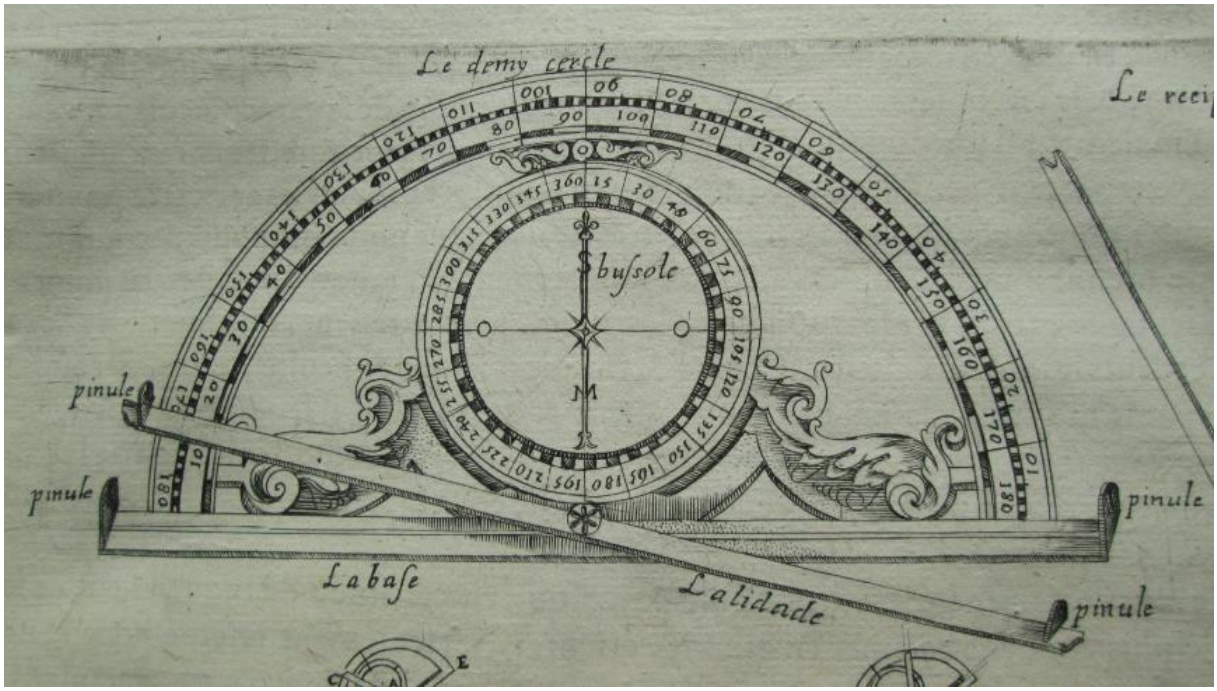


Figure 5.54
Errard, Jean, *La fortification demonstrée et reduicte en art, op. cit.*, 1604, p. 25.

Figure 5.55
Errard, Jean, *La fortification demonstrée et reduicte en art, op. cit.*, 1604, p. 104.

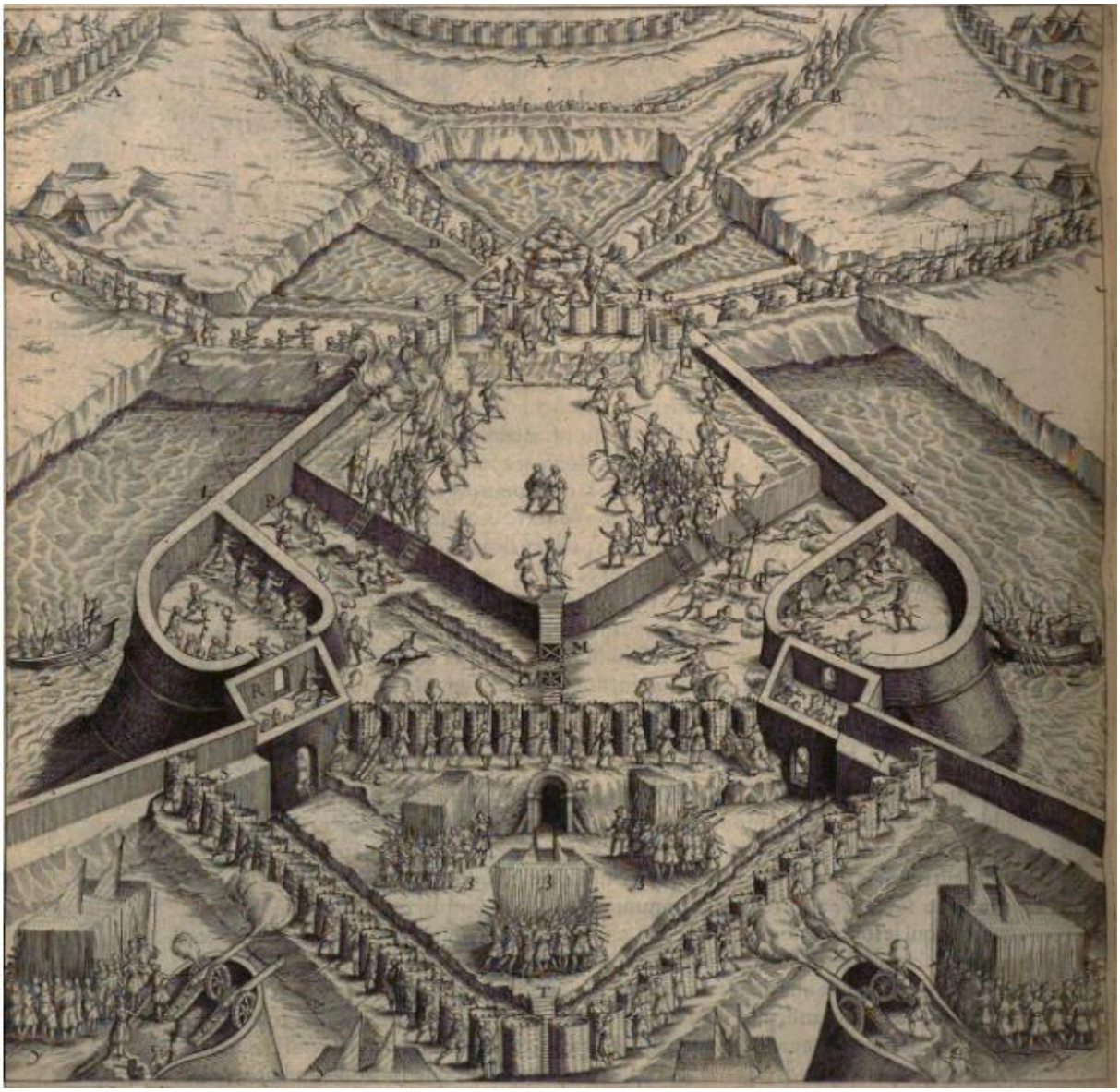


Figure 5.56
Errard, Jean, *La fortification demonstrée et reduicte en art, op. cit.*, 1604, p. 106.

Annexe B3 : Figures de la troisième partie

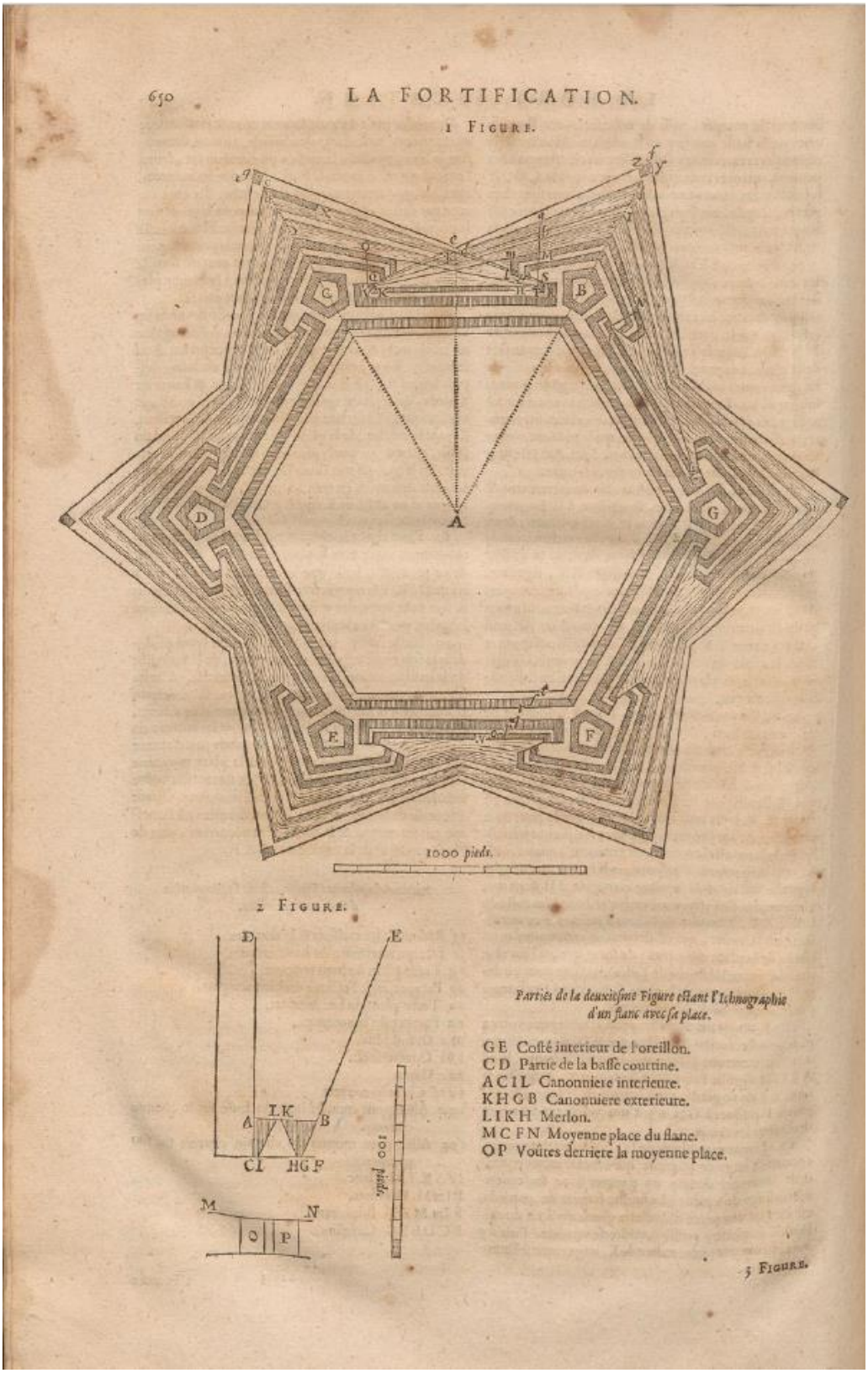
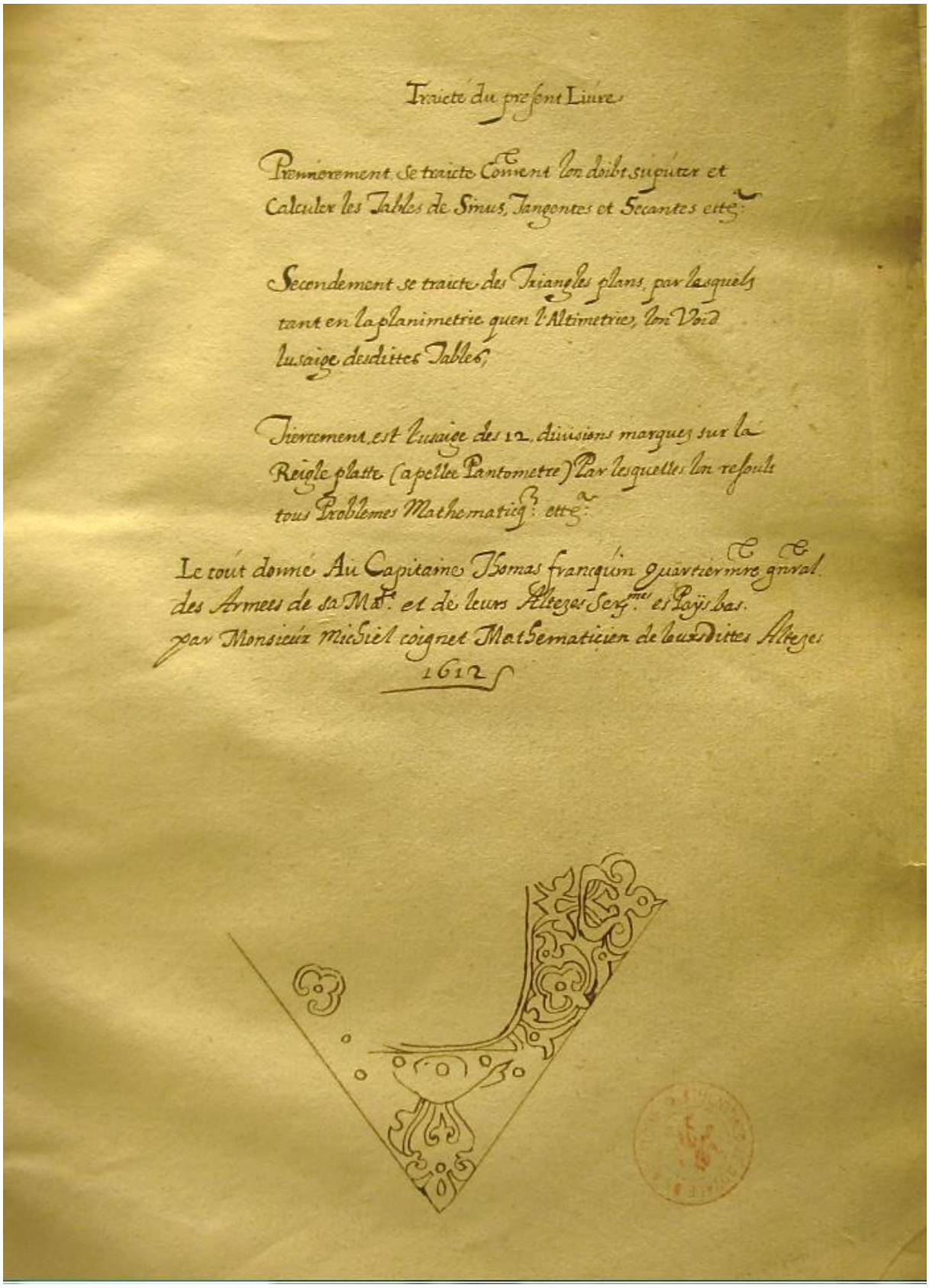


Figure 6.1
Stevin, Simon, *Œuvres mathématiques…*, Leyde, 1634, p. 650.


Traicté du present Liure

Premierement se traicte Comment lon doibt supputer et
Calculer les Tables de Sinus, Tangentes et Secantes etts:

Secondement se traicte des Triangles plans, par lesquels
tant en la planimetrie quen l'Altimetrie, lon Void
lusaige deudittes Tables;

Tiercement est lusaige des 12. diuisions marquez sur la
Reigle platte (apellee Pantometre) Par lesquelles lon resoult
tous Problemes Mathematicq: etts:

Le tout dommé Au Capitaine Thomas franquin quartiermre gnral
des Armees de sa Mte: et de leurs Altezes Sers: es Pays bas.
par Monsieur Michiel coignet Mathematicien de leuzdittes Altezes
1612

Figure 6.2
Coignet, Michel, *Recueil de traités mathématiques*, page de titre, fol. 1.
Ms II 769, Bibliothèque royale de Belgique.

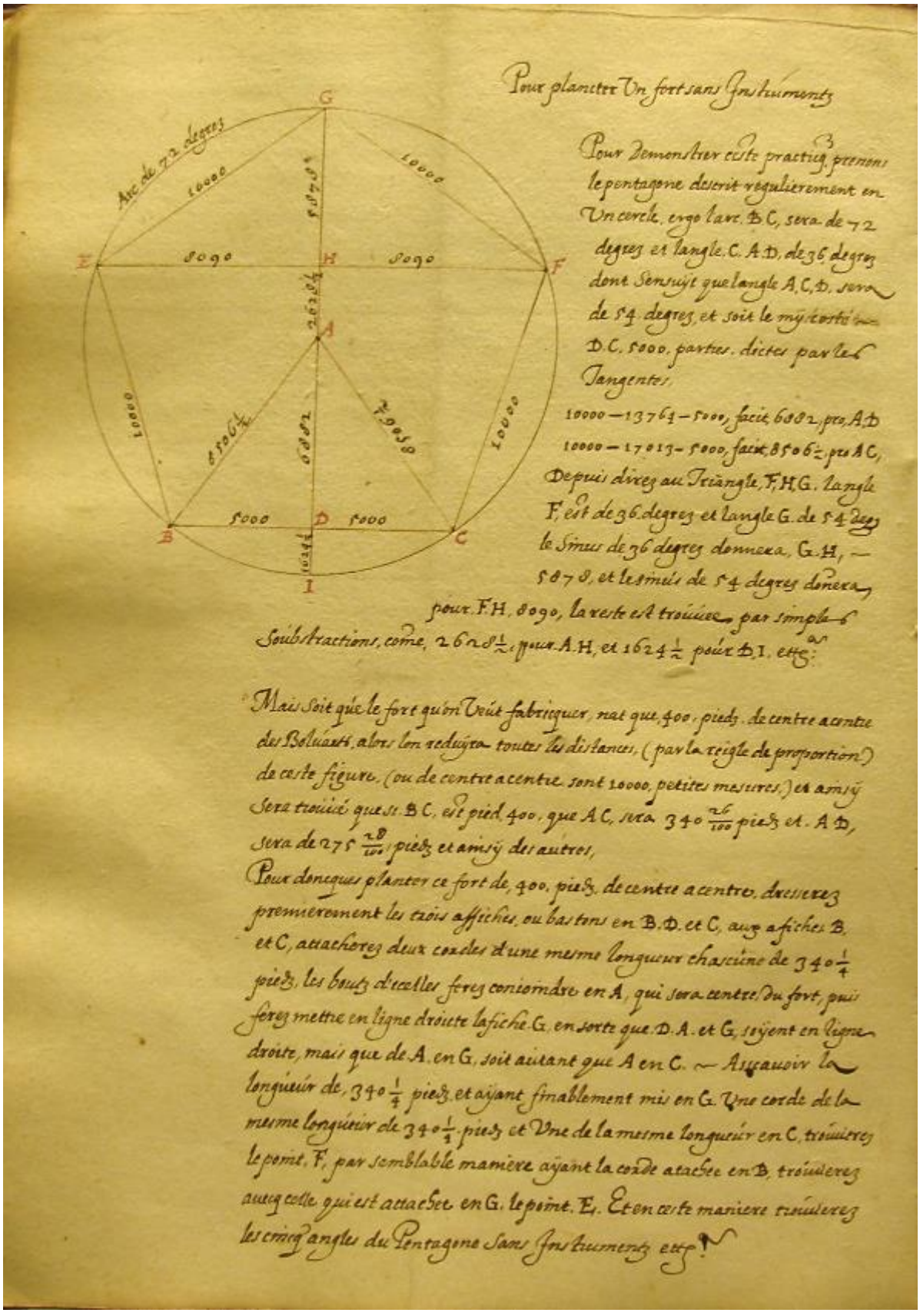
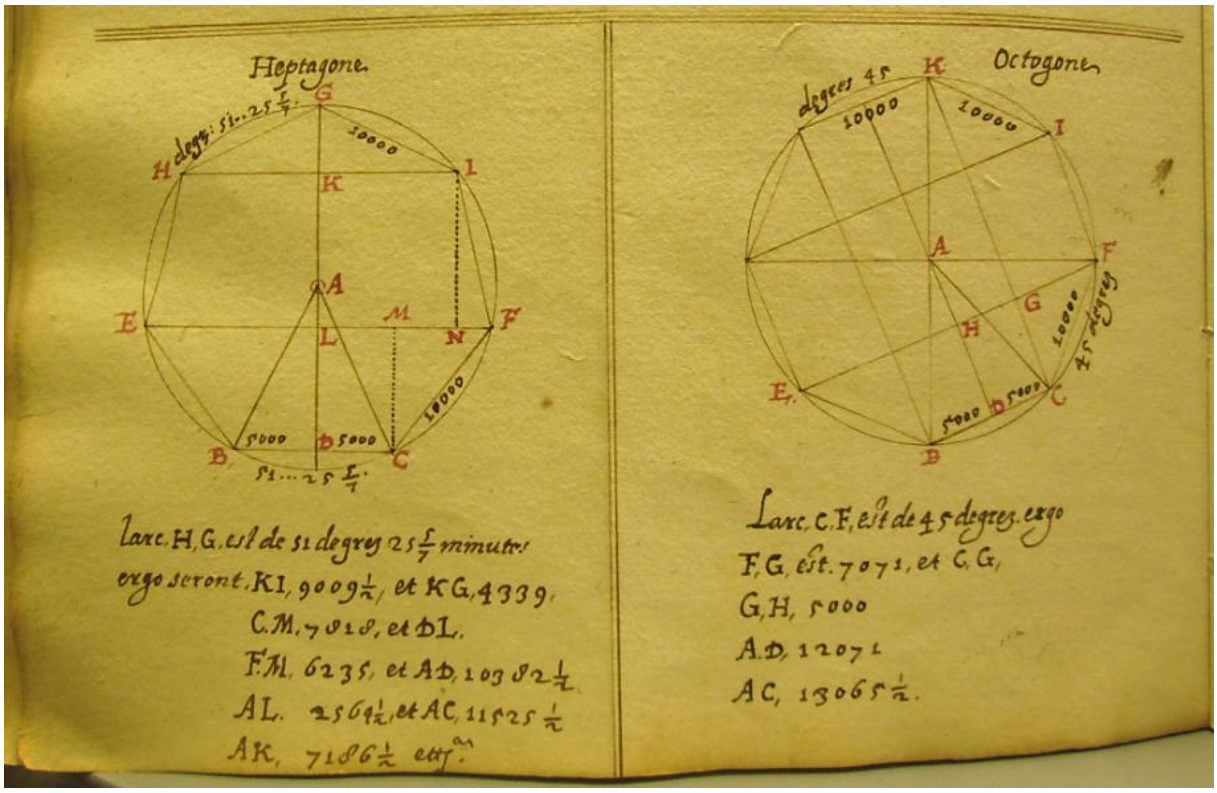


Figure 6.3
Coignet, Michel, *Recueil de traités mathématiques*, *op. cit.*, fol. 29v.



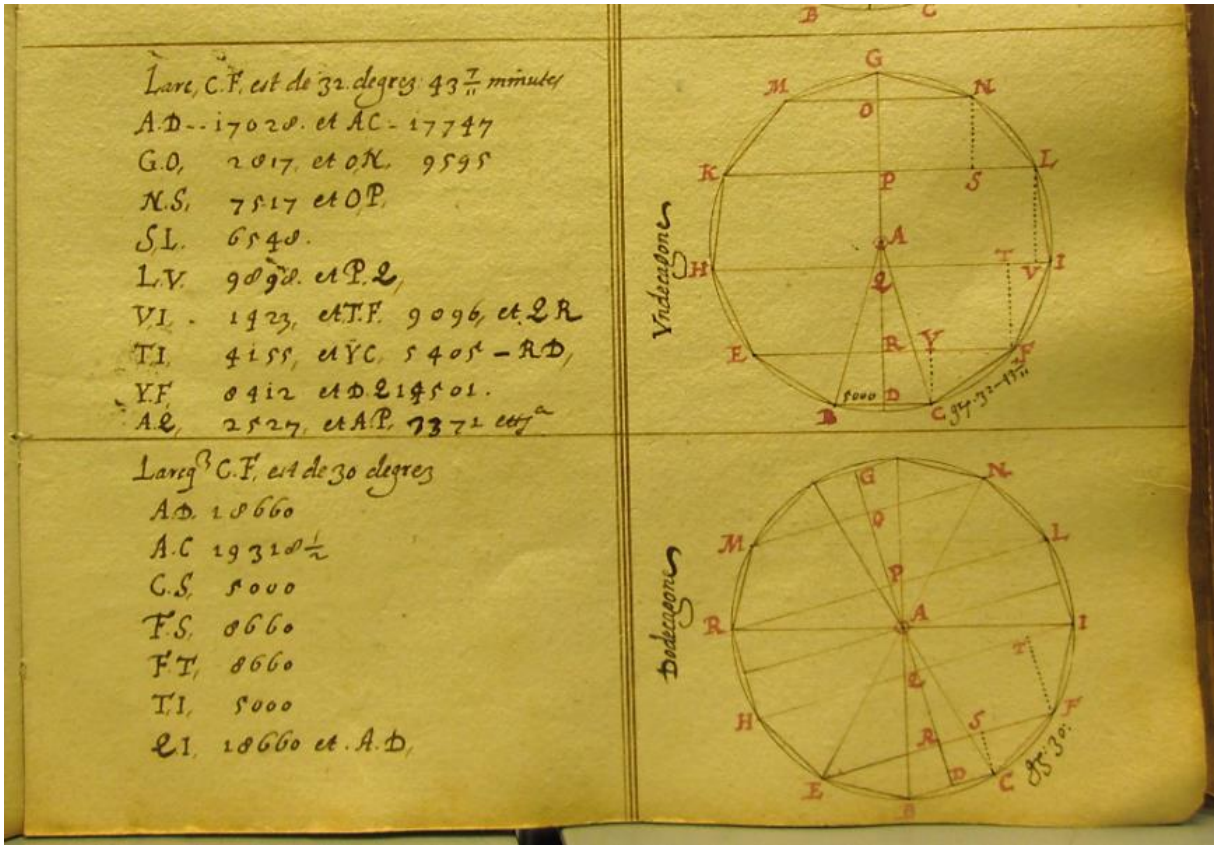
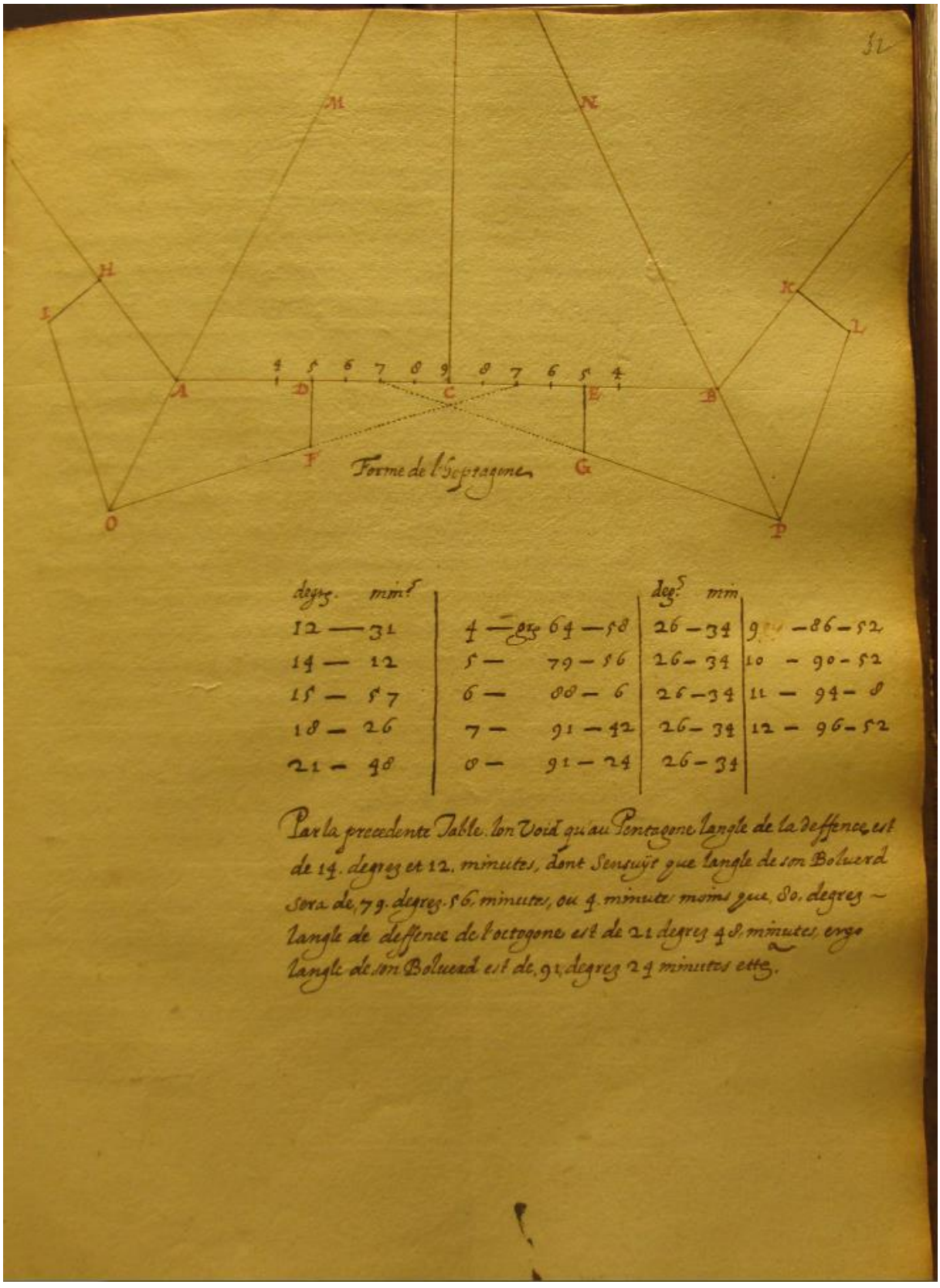


Figure 6.4

Coignet, Michel, *Recueil de traités mathématiques*, *op. cit.*, fol. 30v-31 [extraits].



degrez.	mins			degrez	mins		
12	31	4	64	26	34	9	86 52
14	12	5	79 56	26	34	10	90 52
15	57	6	88 6	26	34	11	94 8
18	26	7	91 42	26	34	12	96 52
21	48	8	91 24	26	34		

Par la precedente Table. lon Void qu'au Pentagone langle de la deffence est de 14. degrez et 12. minutes, dont Sensuyt que langle de son Bolluerd sera de 79. degrez 56. minutes, ou 4. minutes moins que 80. degrez ~ langle de deffence de l'octogone est de 21 degrez 48. minutes, ergo langle de son Bolluerd est de 91 degrez 24 minutes ettz.

Figure 6.5
Coignet, Michel, *Recueil de traités mathématiques*, *op. cit.*, fol. 32.

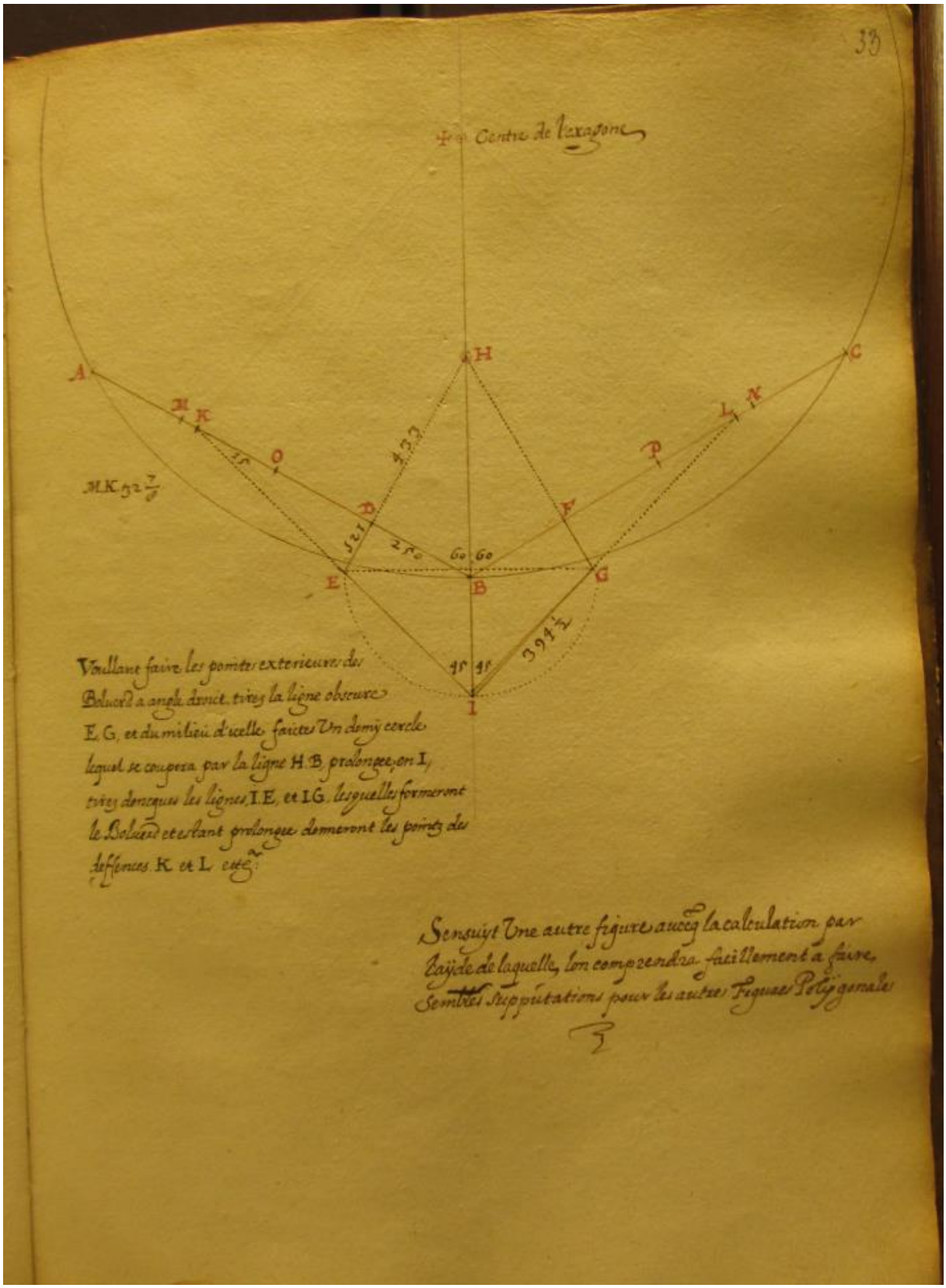


Figure 6.6

Coignet, Michel, *Recueil de traités mathématiques*, *op. cit.*, fol. 33.

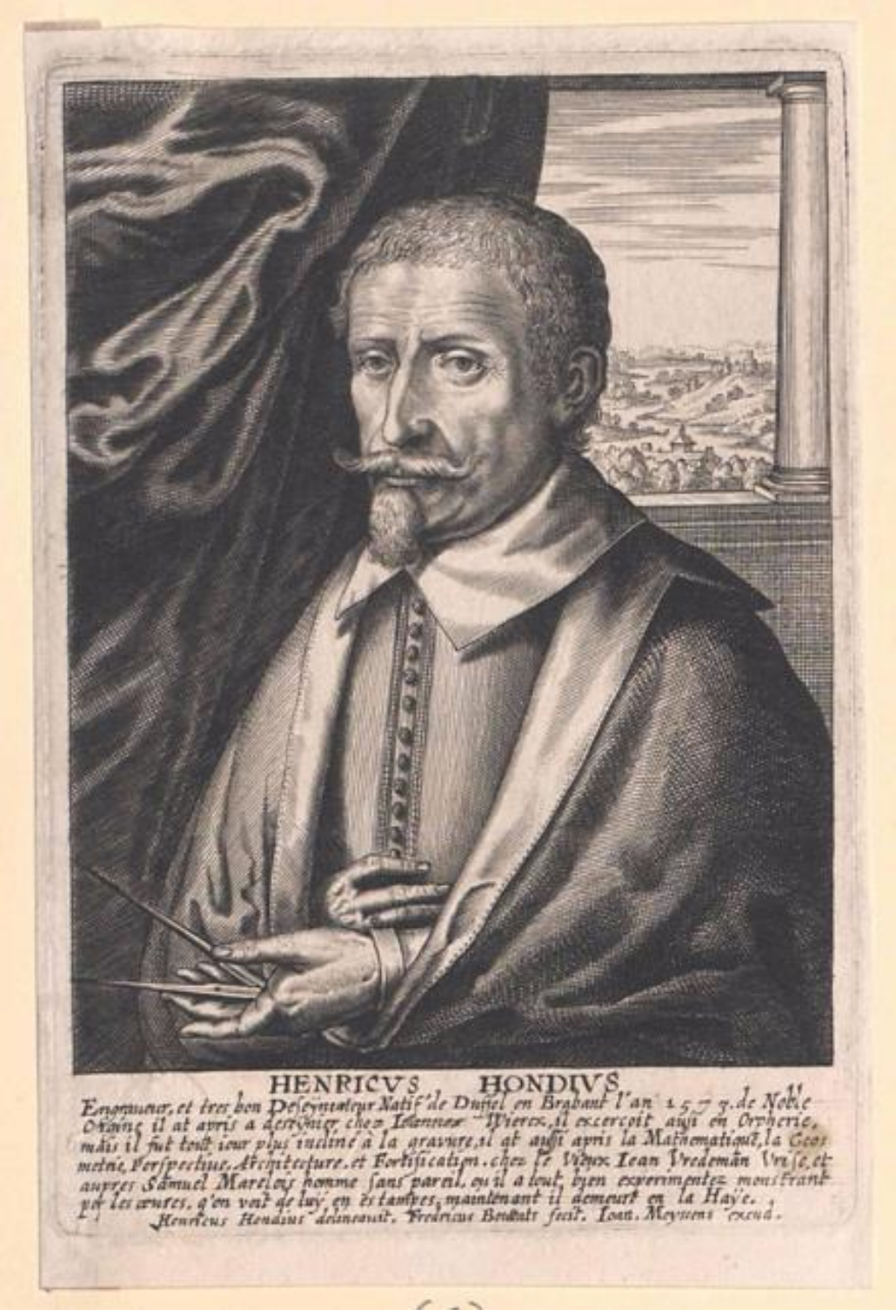
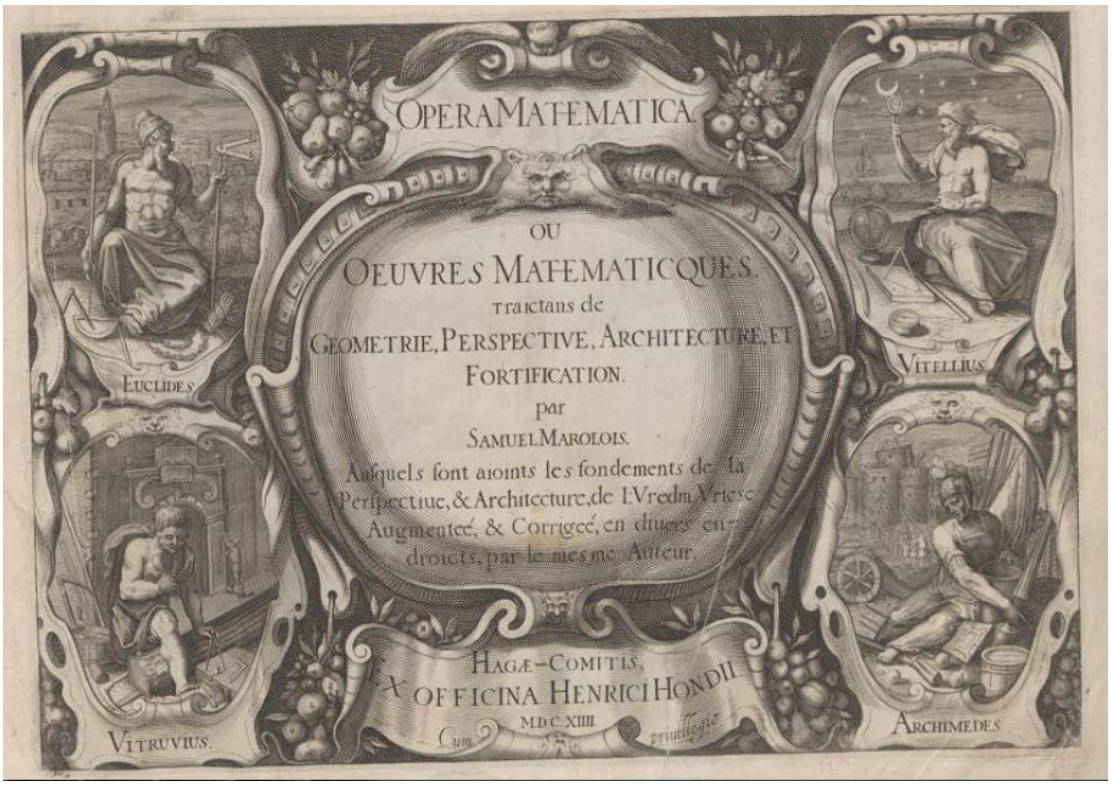
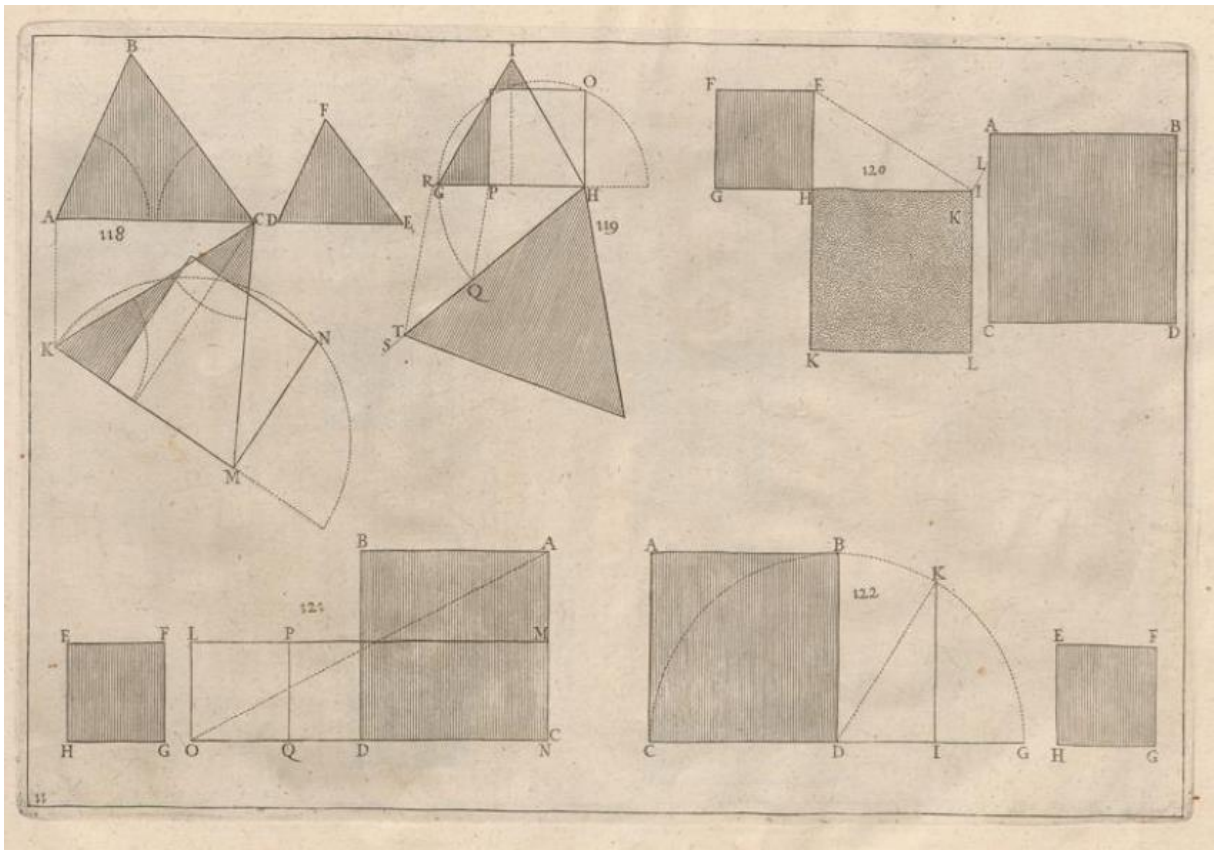


Figure 6.7
Portrait d'Hendrik Hondius
Österreichische Nationalbibliothek, Vienne, Bildarchiv und Grafiksammlung.



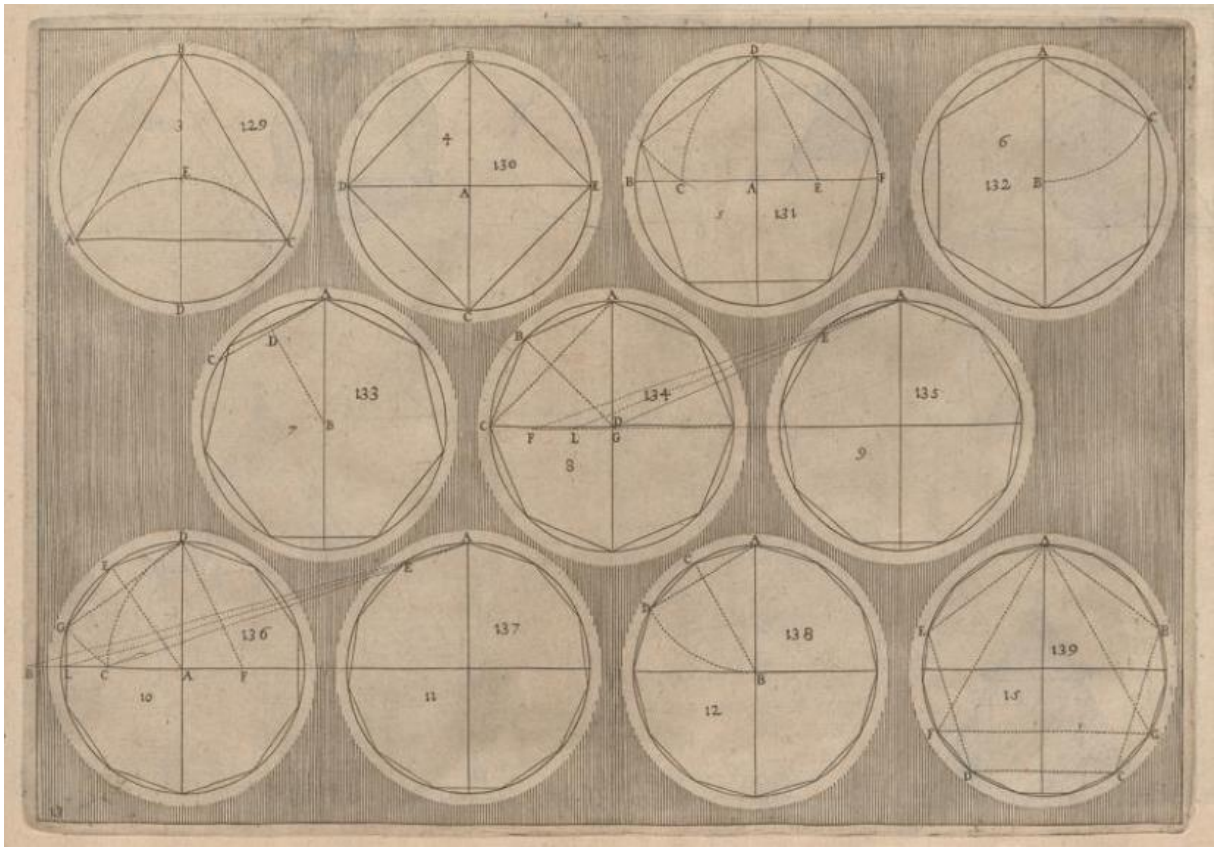
Figures 6.8 et 6.9

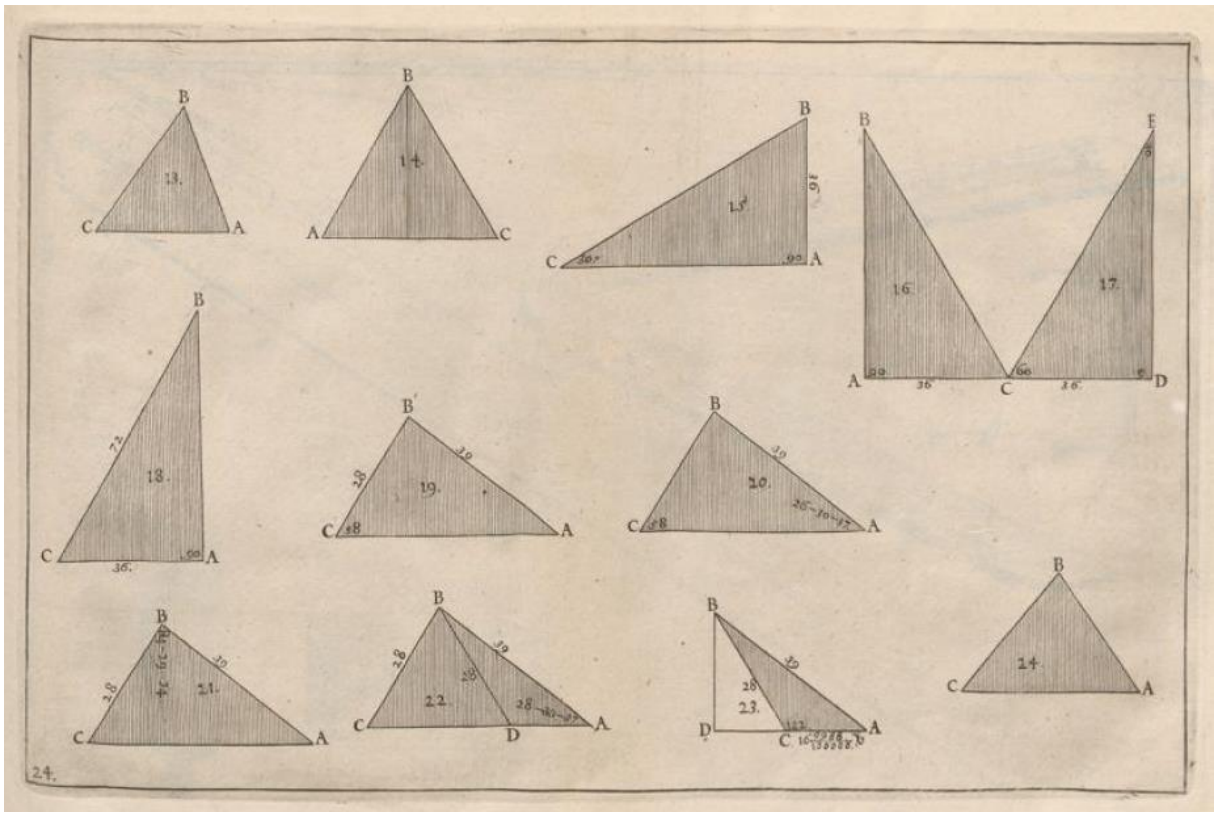
Marolois, Samuel, *Œuvres mathematiques*…, La Haye, Hondius, 1614 [-1616], frontispices [e-rara]



Figures 6.10 et 6.11

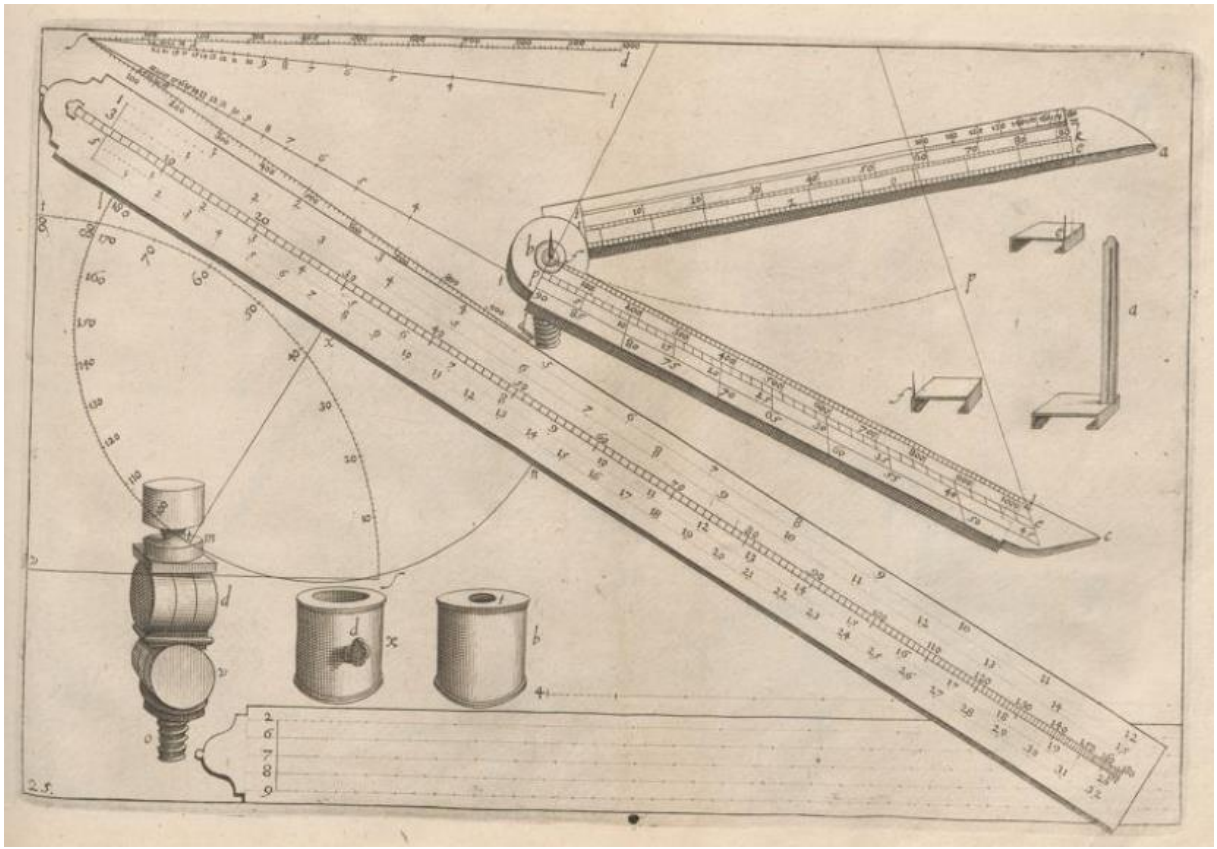
Marolois, Samuel, *Œuvres mathematiques…*, *op. cit.*, *Geometrie*, planches 11 & 13





Figures 6.12 et 6.13

Marolois, Samuel, *Œuvres mathematiques…*, *op. cit.*, *Geometrie*, planches 24 & 25



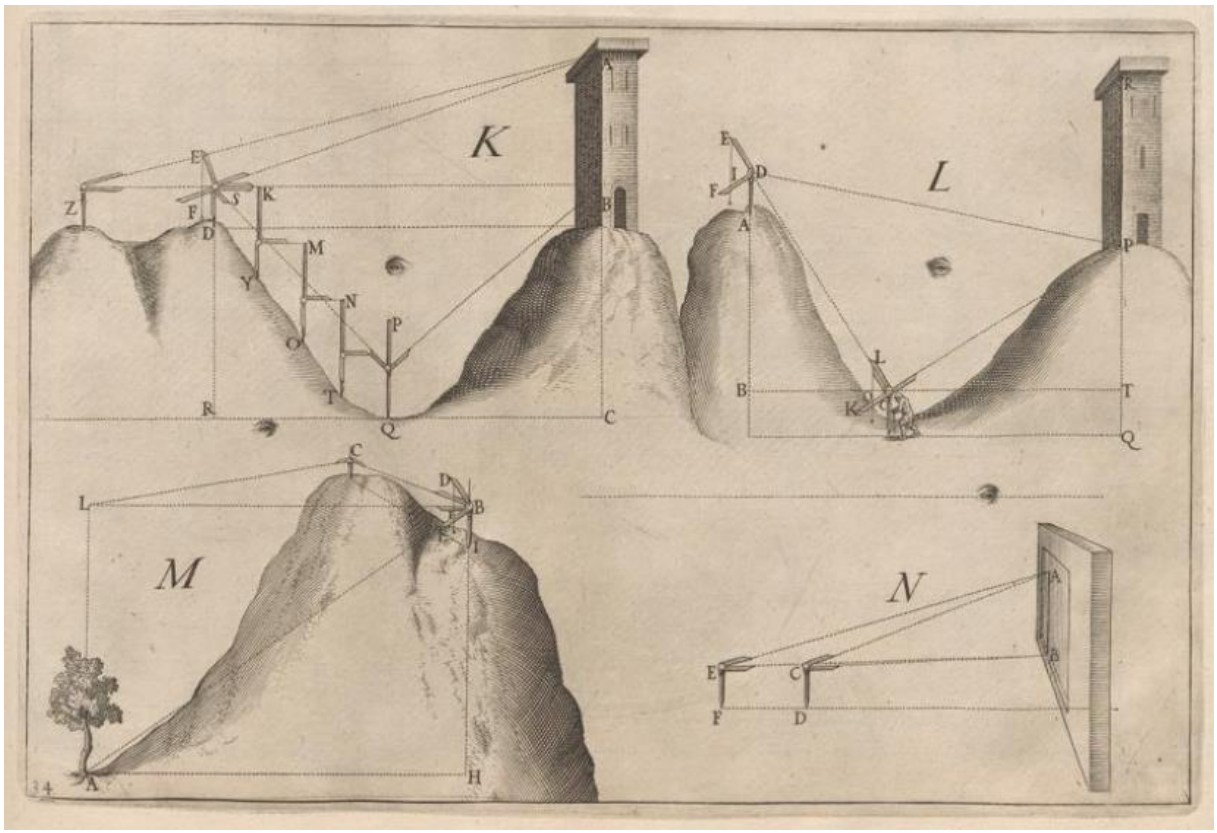


Figure 6.14 et 6.15

Marolois, Samuel, *Œuvres mathematiques…*, *op. cit.*, *Geometrie*, planches 34 & [*Stereometrie*] 5

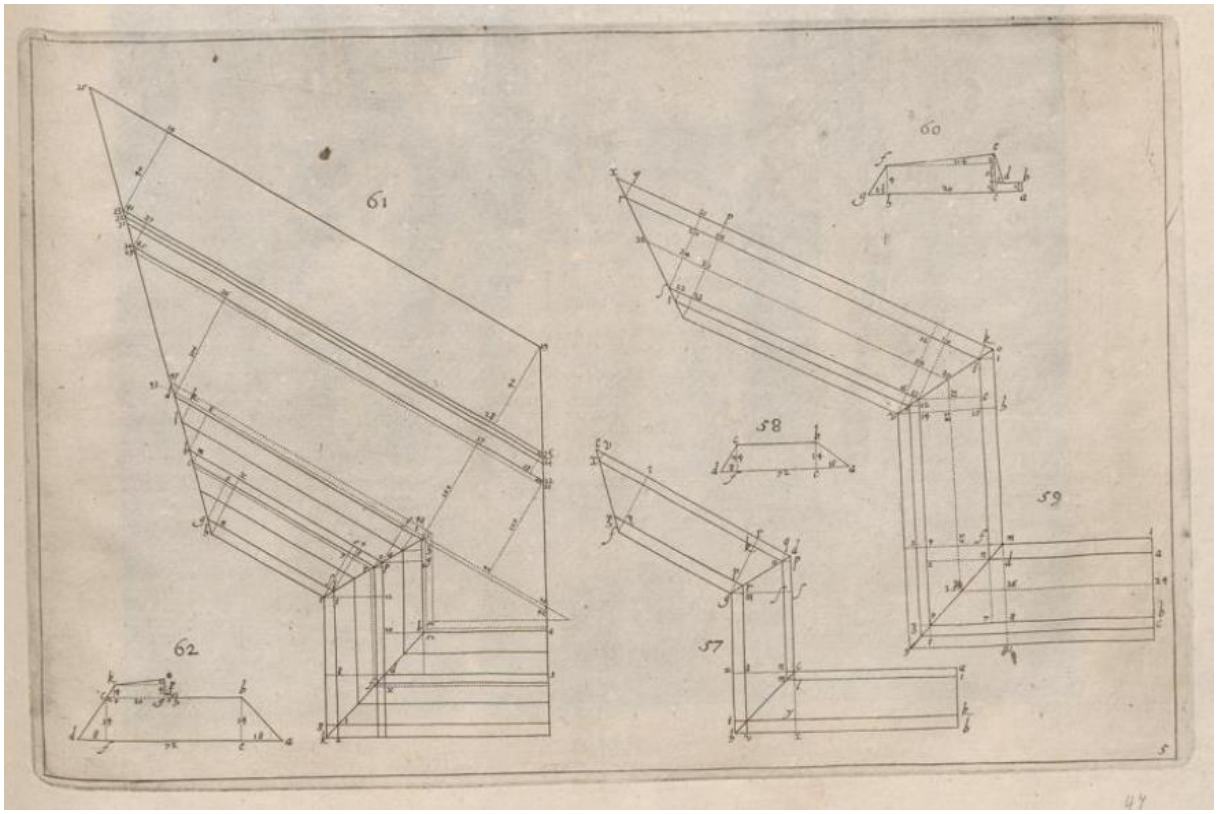
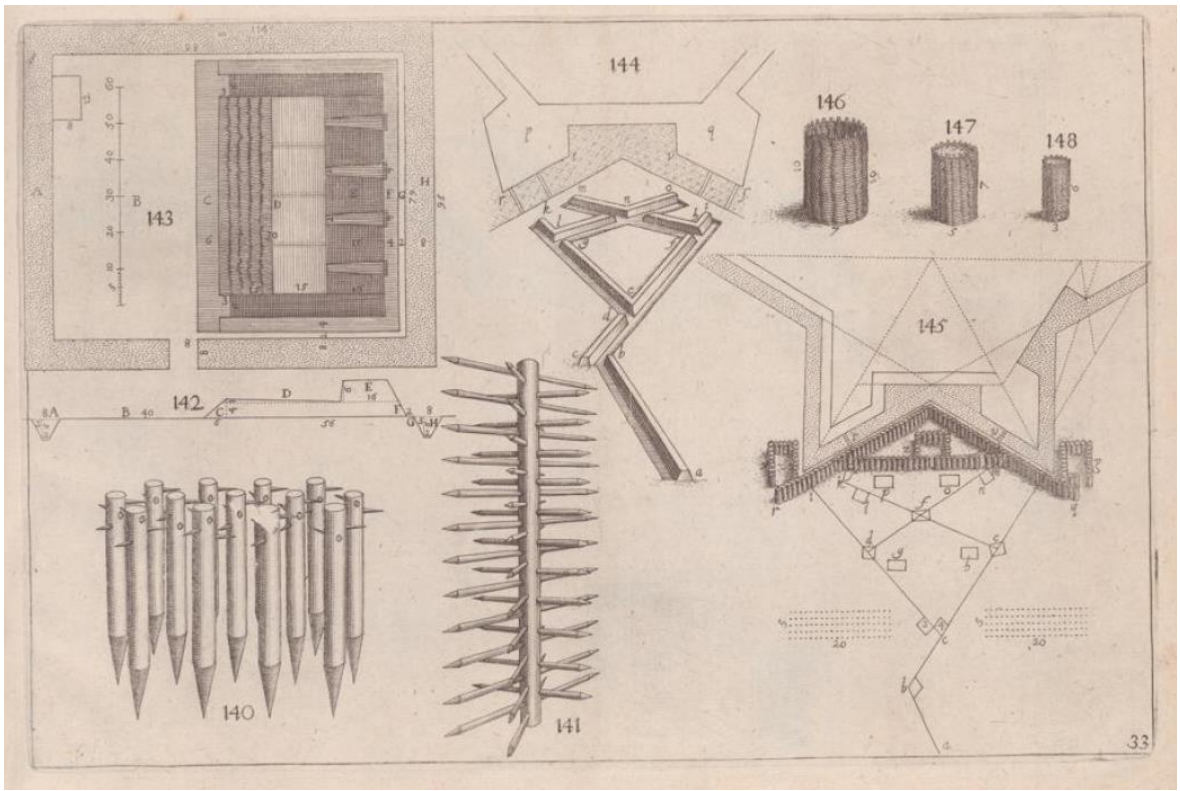
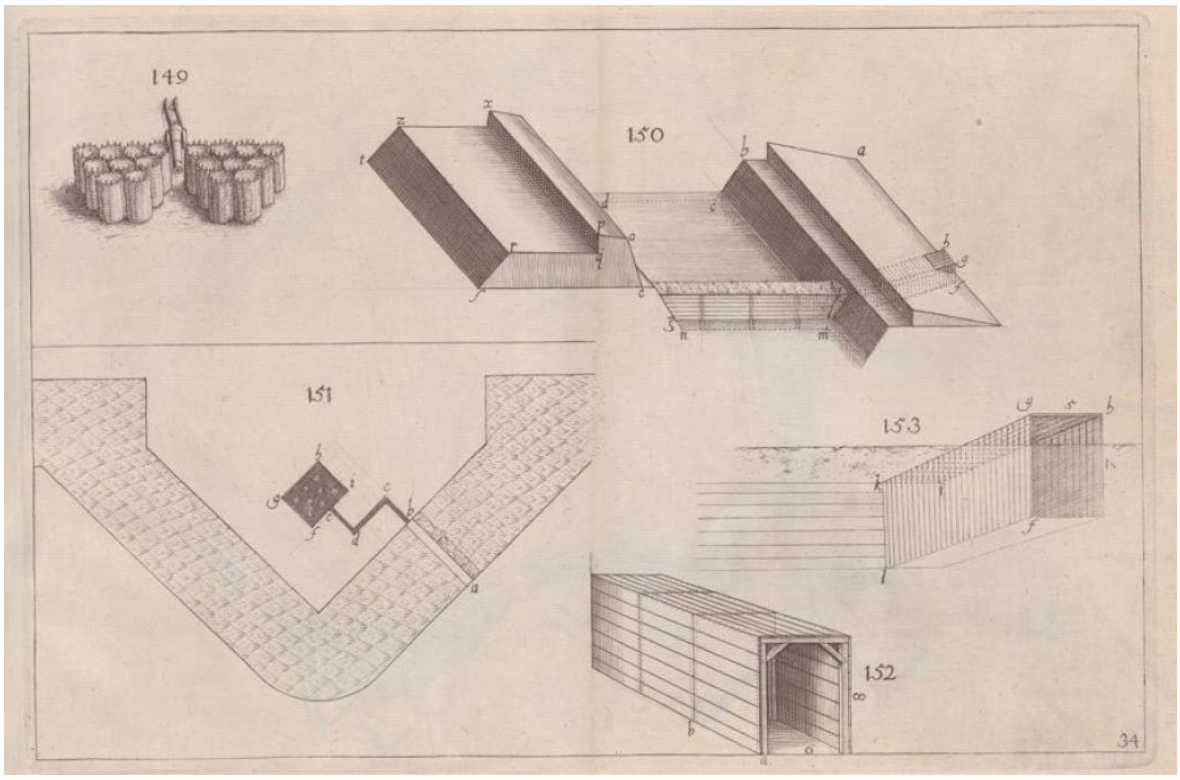


Figure 6.16 et 6.17

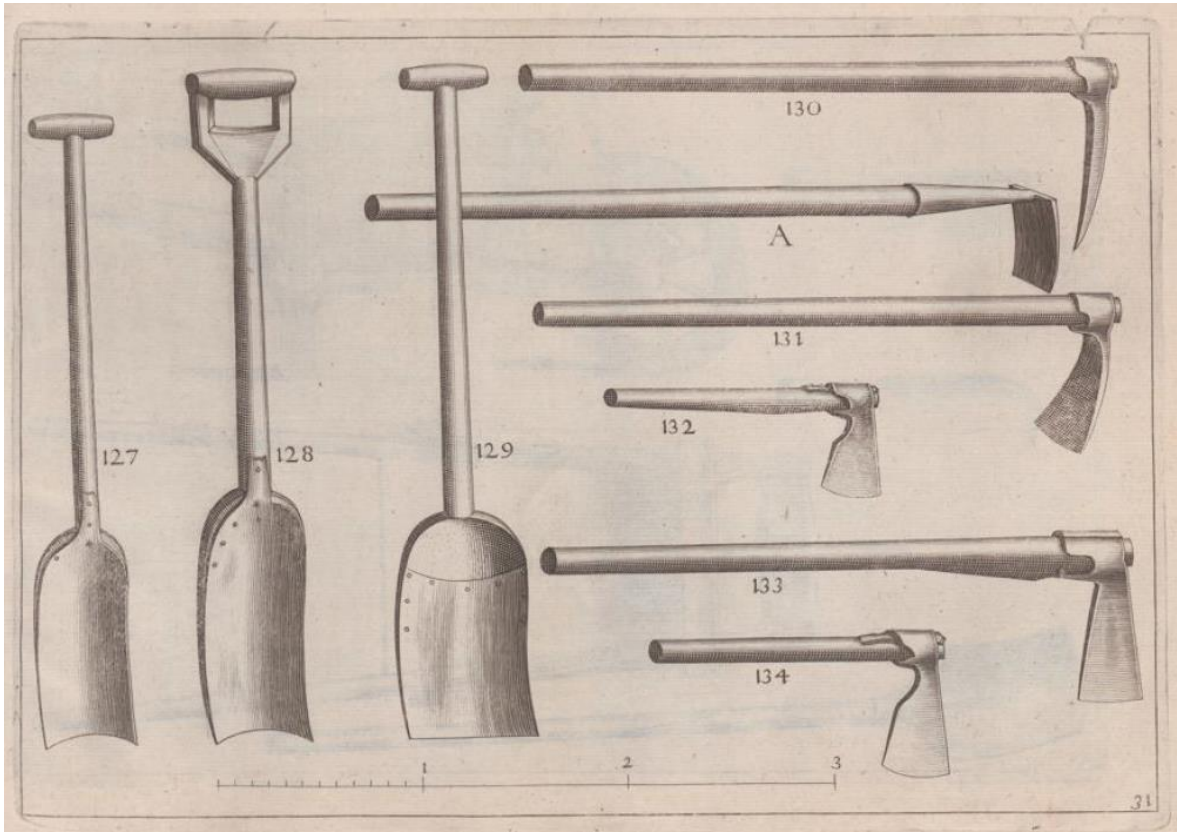
Marolois, Samuel, *Œuvres mathematiques…*, *op. cit.*, *Fortification*, frontispice & planche 33

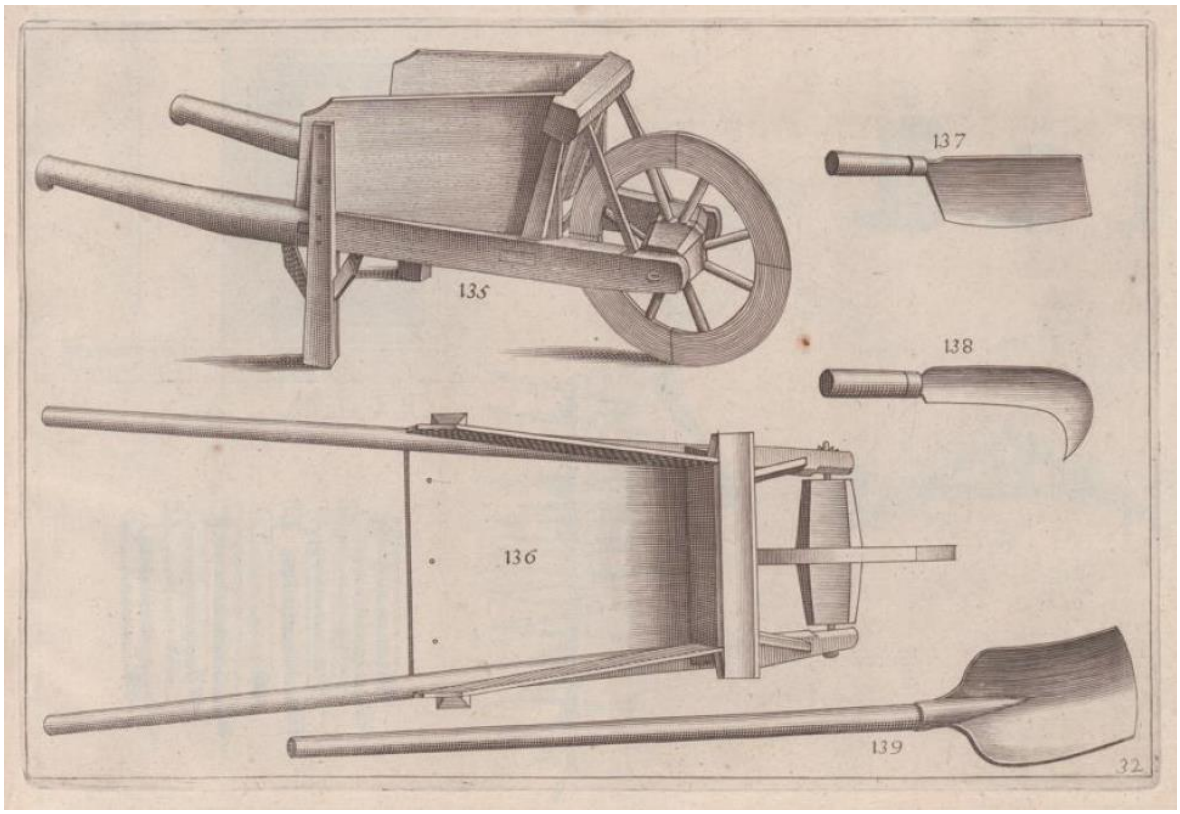




Figures 6.18 et 6.19

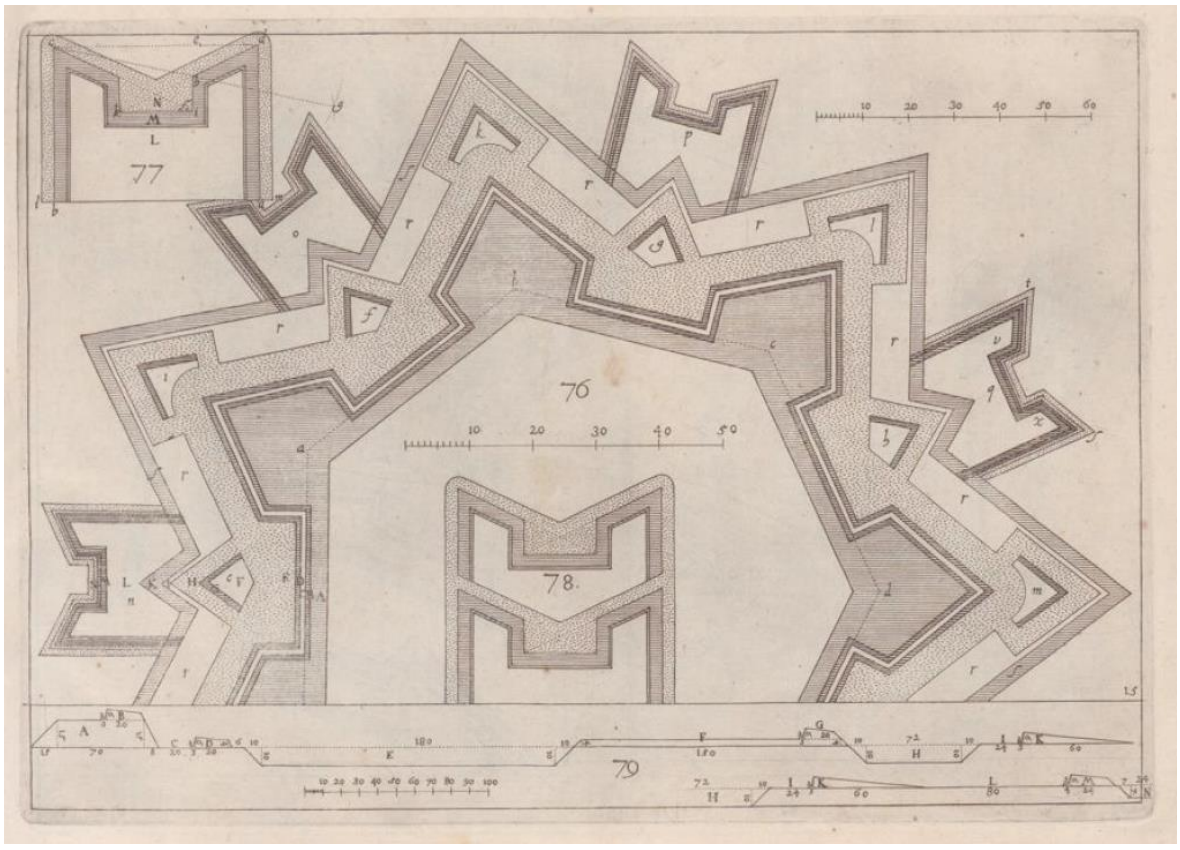
Marolois, Samuel, *Œuvres mathematiques…*, *op. cit.*, *Fortification*, planches 34 & 31

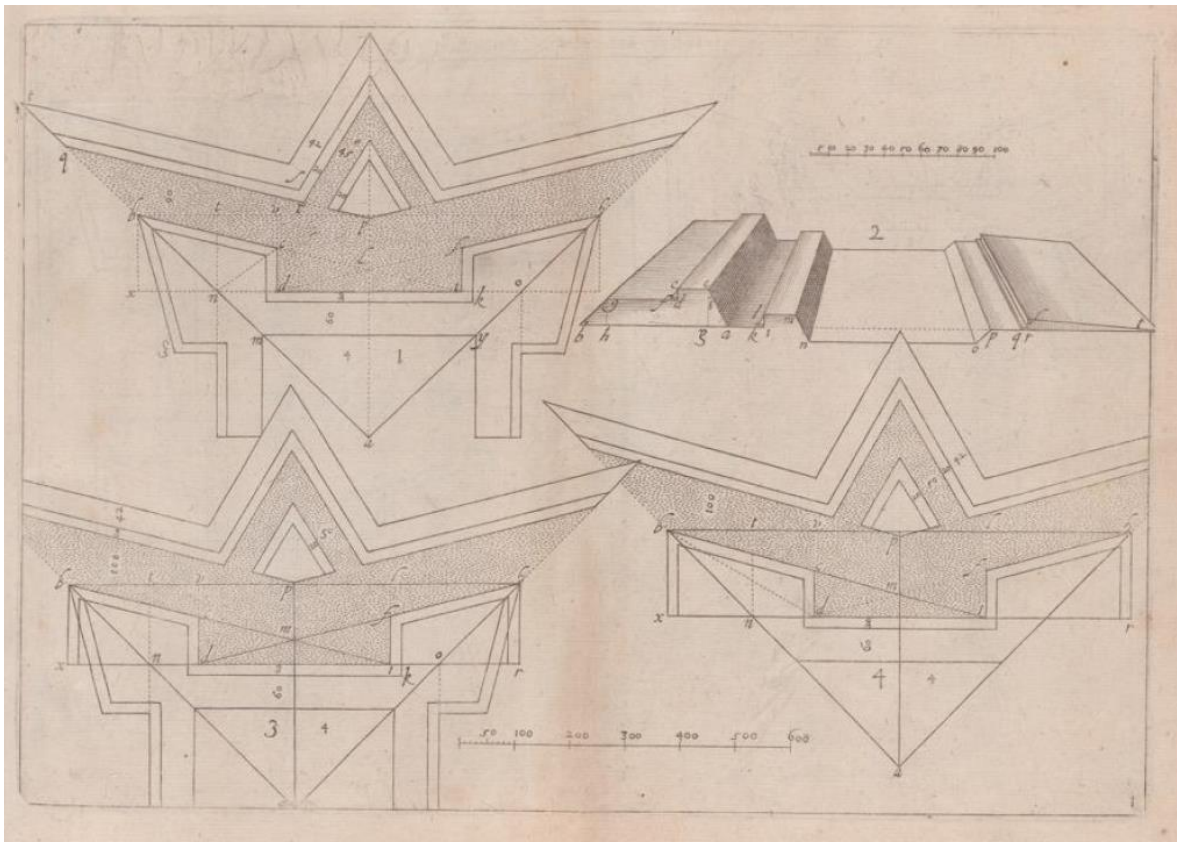




Figures 6.20 et 6.21

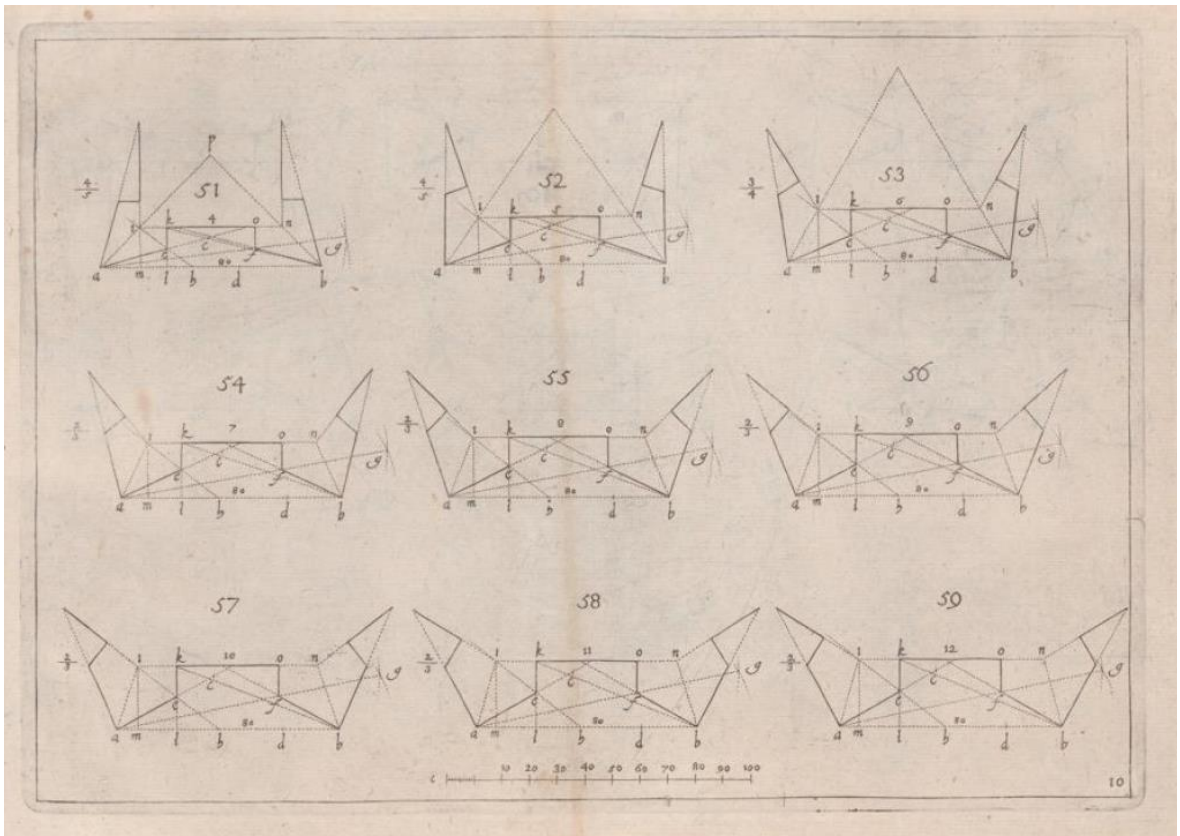
Marolois, Samuel, *Œuvres mathematiques…*, *op. cit.*, *Fortification*, planches 32 & 15.





Figures 6.22 et 6.24

Marolois, Samuel, *Œuvres mathematiques…*, *op. cit.*, *Fortification*, planches 1 & 10.



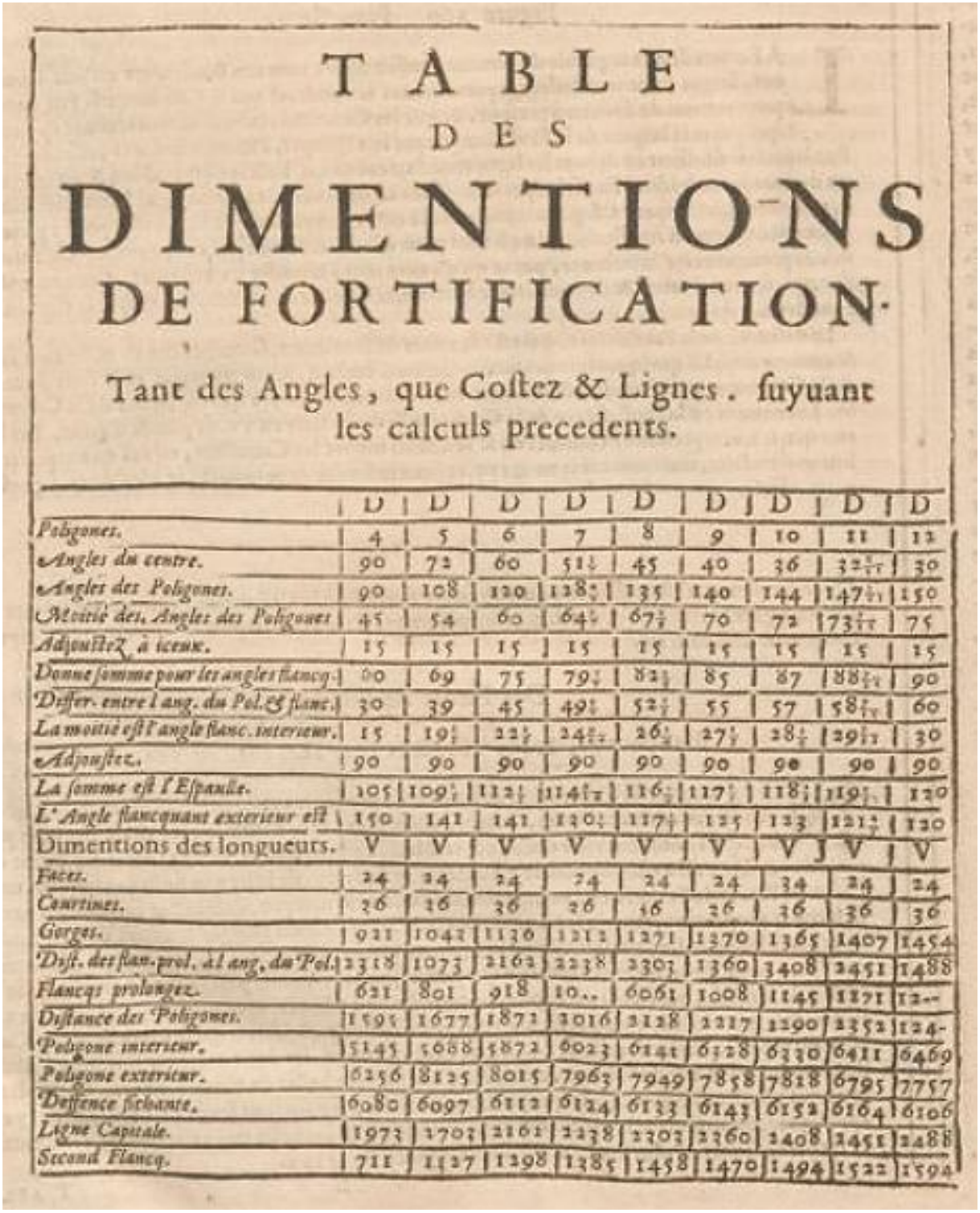


TABLE DES DIMENTIONS DE FORTIFICATION.

Tant des Angles, que Coſtez & Lignes. ſuyuant les calculs precedents.

	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Polygones.	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Angles du centre.	90	72	60	51½	45	40	36	32 8/11	30
Angles des Polygones.	90	108	120	128½	135	140	144	147 3/11	150
Moitié des Angles des Polygones	45	54	60	64½	67½	70	72	73 5/11	75
Adjouſtez à icelle.	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Donne ſomme pour les angles flancq.	60	69	75	79½	82½	85	87	88 7/11	90
Differ. entre l'ang. du Pol. & flanc.	30	39	45	49½	52½	55	57	58 7/11	60
La moitié eſt l'angle flanc. interieur.	15	19½	22½	24 7/11	26½	27½	28½	29 5/11	30
Adjouſtez.	90	90	90	90	90	90	90	90	90
La ſomme eſt l'Eſpaule.	105	109½	112½	114 7/11	116½	117½	118½	119 5/11	120
L'Angle flancquant exterieur eſt	150	141	141	130½	117½	125	123	121 7/11	120
Dimentions des longueurs.	V	V	V	V	V	V	V	V	V
Faces.	24	24	24	24	24	24	34	24	24
Courtines.	36	36	36	26	46	26	36	36	36
Gorges.	921	1042	1136	1212	1271	1370	1365	1407	1454
Diſt. des flan. prol. al ang. du Pol.	2318	1073	2162	2238	2303	1360	3408	2451	1488
Flancqs prolongez.	621	801	918	10..	6061	1008	1145	1271	12--
Diſtance des Polygones.	1595	1677	1872	2016	2128	2217	2290	2352	124-
Polygone interieur.	5145	5088	5872	6023	6141	6128	6330	6411	6469
Polygone exterieur.	6256	8125	8015	7963	7949	7858	7818	6795	7757
Deffence ſichante.	6080	6097	6112	6124	6133	6143	6152	6164	6106
Ligne Capitale.	1973	1703	2161	2238	2303	2360	2408	2451	2488
Second Flancq.	711	1527	1298	1385	1458	1470	1494	1522	1594

Figure 6.25-*a*

Marolois, Samuel, *Œuvres mathematiques…*, *op. cit.*, *Fortification*, seconde partie, fol. Lv.

Cette table comportant quelques erreurs typographiques, il est conseillé de se reporter à celle de la Figure 6.25-b, corrigée par Albert Girard en 1627.

TABLE DES DIMENSIONS
DE FORTIFICATION EN DEVX MANIERES.

I. maniere.

Quand l'angle flanqué eſt 15. degrez d'auantage que le demy-angle de Polygone.

	IIII.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Courtine.	36.	36.	36.	36.	36.	36.	36.	36.	36.
Face.	24.	24.	24.	24.	24.	24.	24.	24.	24.
Surface.	23.18	22.62	22.17	21.81	21.52	21.29	21.09	20.93	20.78
Gorge.	9. 23	10.44	11.36	12.10	12.71	13.22	13 65	14.02	14.34
Goſier.	13. 05	16.89	19.68	21.81	23.48	24.84	25.96	26.90	27.71
Capitale.	19. 73	20. 73	21.61	22.38	23.03	23.60	24.08	24.50	24.88
Eſtendue.	26. 26	26.87	27.30	27.63	27.90	28.12	28.30	28.46	28.60
Flanc.	7. 74	8. 76	9.54	10.16	10.66	11.09	11.45	11.76	12.04
Second-flanc.	7.10.	11.27	12.98	13.86	14.37	14.69	14.90	15.05	15.15
Flanc prolongé.	6. 21	8. 01	9.18	10.01	10.61	11.08	11.45	11.75	12.00
Deffen: ſichante.	60. 80	60.97	61.11	61.23	61.33	61 43	61 51	61. 59	61.66
Deffen: flanquante.	53. 91	50.24	48.92	48.35	48. 11	48.02	48.00	48.02	48 07
Polygone exterieur.	82.36	81.25	80.35	79.63	79.05	78.58	78.18	77. 85	77.57
Polygone interieur.	54.45	56.88	58.73	60.21	61.42	62.43	63.30	64.04	64.69
Raid maieur.	58 24	69.11	80.35	91.75	103.28	114.87	126.50	138.14	149 85
Raid mineur.	38.50	48.38	58.73	69.37	80.25	91.27	103.42	113.63	124.97
Diſtance des Polyg.	13. 95	16.77	18.72	20.16	21 28	22.17	22.90	23.51	24.04
Angles									
Angle de Polygone.	90.	108.	120.	128. 34⅓	135.	140.	144.	147. 16 4/11	150.
Angle flanqué.	60.	69.	75.	79. 17⅞	82. 30	85.	87.	88. 58 2/11	90.
Ang: flanquant interieur	15.	19.30	22.30	24. 38⅛	26. 15	27 30	28.30	29. 19 1/11	30.
Ang: flanquant exteri.	150.	141.	135.	130. 42⅞	127. 30	125.	123.	121. 21 7/11	120.
Ang: forme-flanc.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.

Courtine droicte.

II. maniere.

Quand l'angle flanquè, eſt les deux tiers, de l'angle de Polygone.

	IIII.	V.	VI.	VII.	VIII.
Courtine.	36.	36.	36.	36.	36.
Face.	24.	24.	24.	24.	24.
Surface.	23.18	22.82	22.55	22.34	22. 17
Gorge.	9. 23	10. 83	12. 00	12. 90	13. 63
Goſier.	13. 05	17. 53	20. 78	23. 26	25. 19
Capitale.	19. 73	20. 40	21. 10	21. 75	22. 32
Eſtendue.	26. 26	26. 77	27. 10	27. 37	27. 53
Flanc.	7. 74	9. 09	10. 07	10. 83	11. 44
Second-flanc.	7. 10	8. 03	8. 33	8. 41	8. 39
Flanc prolongé.	6. 21	7. 42	8. 21	8. 77	9. 18
Deffen: ſichante.	60. 80	61. 10	61. 34	61. 54	61. 72
Deffen: flanquante.	53. 91	53. 41	53. 44	53. 63	53. 89
Polygone exterieur.	82. 36	81. 65	81. 10	80. 68	80. 35
Polygone interieur.	54. 45	57. 66	60. 00	61. 81	63. 26
Raid maieur.	58. 24	69. 45	81. 10	92. 55	104. 98
Raid mineur.	38. 50	49. 05	60. 00	70. 80	82. 66
Diſtance des Polyg.	13. 95	16. 51	18. 28	19. 60	20. 62
Angles					
Angle de Polygone.	90.	108.	120.	128. 34⅓	135.
Angle flanqué.	60.	72.	80.	85. 42⅔	90.
Ang: flanquant interieur	15.	18.	20.	21. 25⅔	22. 30
Ang: flanquant exteri.	150.	144.	140.	137. 8⅔	135.
Ang: forme-flanc.	40.	40.	40.	40.	40.

Voyez la page precedente l'explication des nouueaux mots.

Figure 6.25-*b*

Marolois, Samuel, *Fortifications ou architecture militaire…*, *Reveuë, Augmentée et Corrigée par Albert Girard, Mathématicien*. Amsterdam, Jan Janszen, 1627, planche suivant la p. 46 [CNUM]

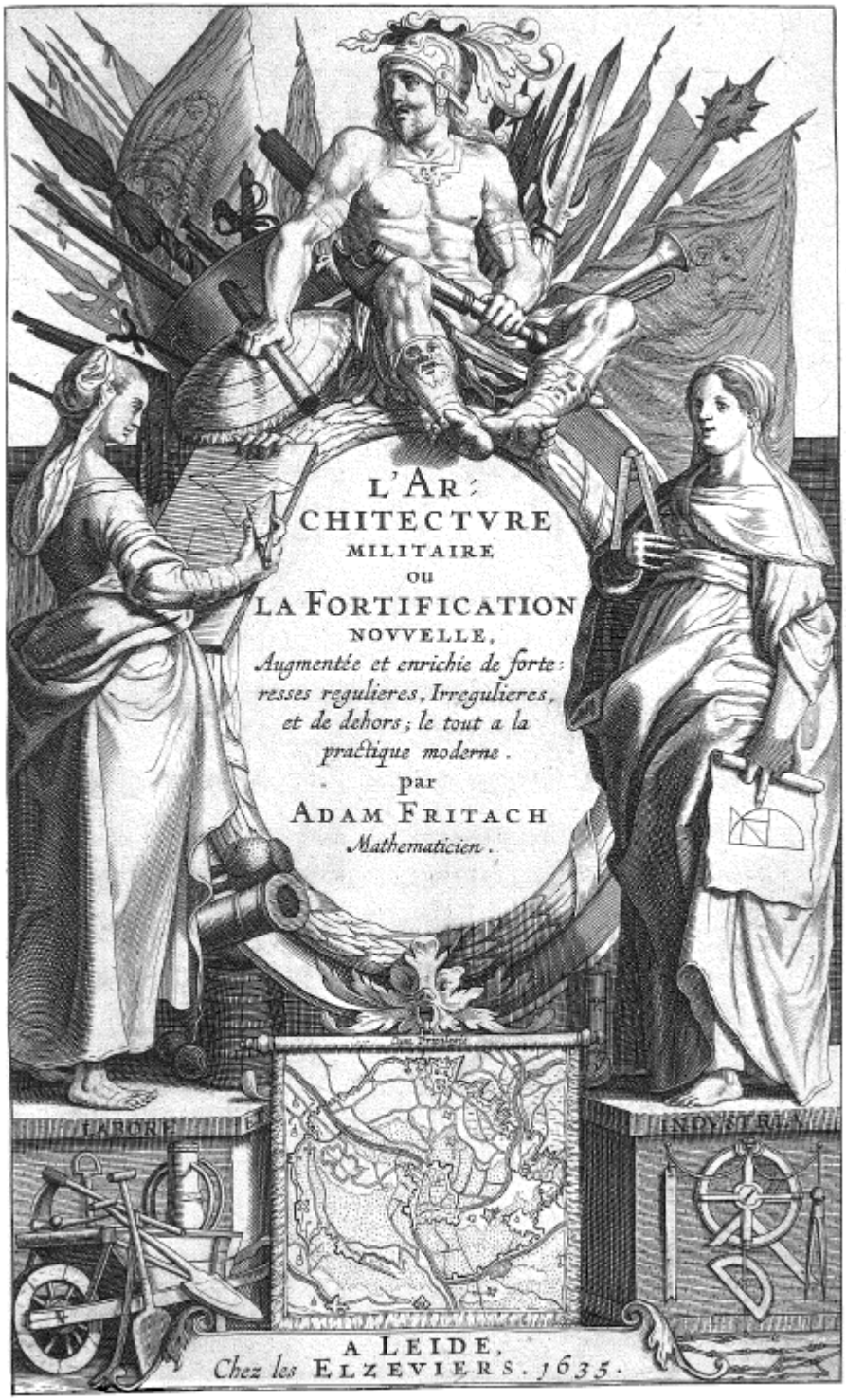
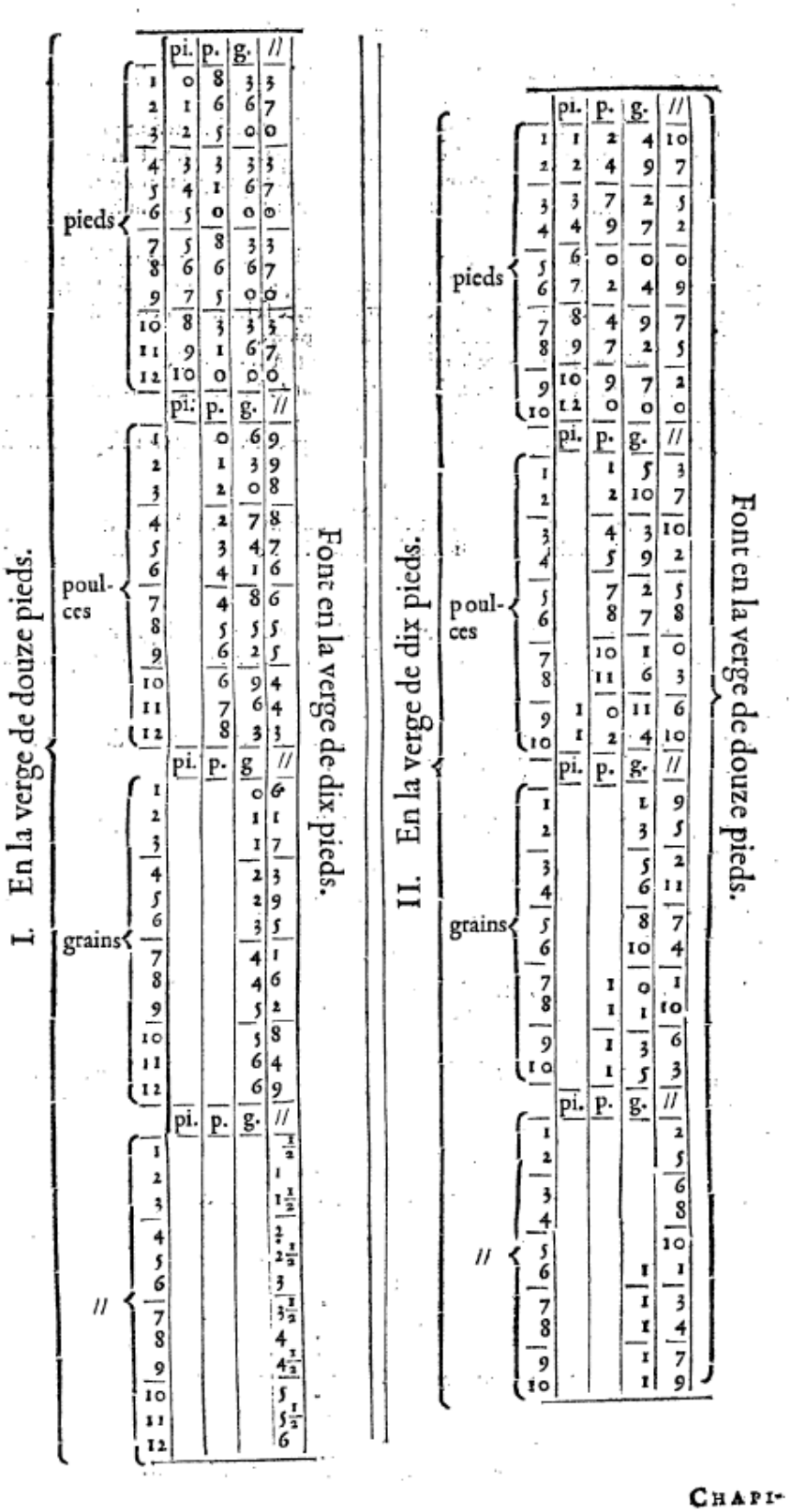


Figure 6.26

Fritach, Adam, *L'architecture militaire ou la fortification nouvelle …*, Leyde 1635, frontispice [CNUM].



CHAPI-

Figure 6.27

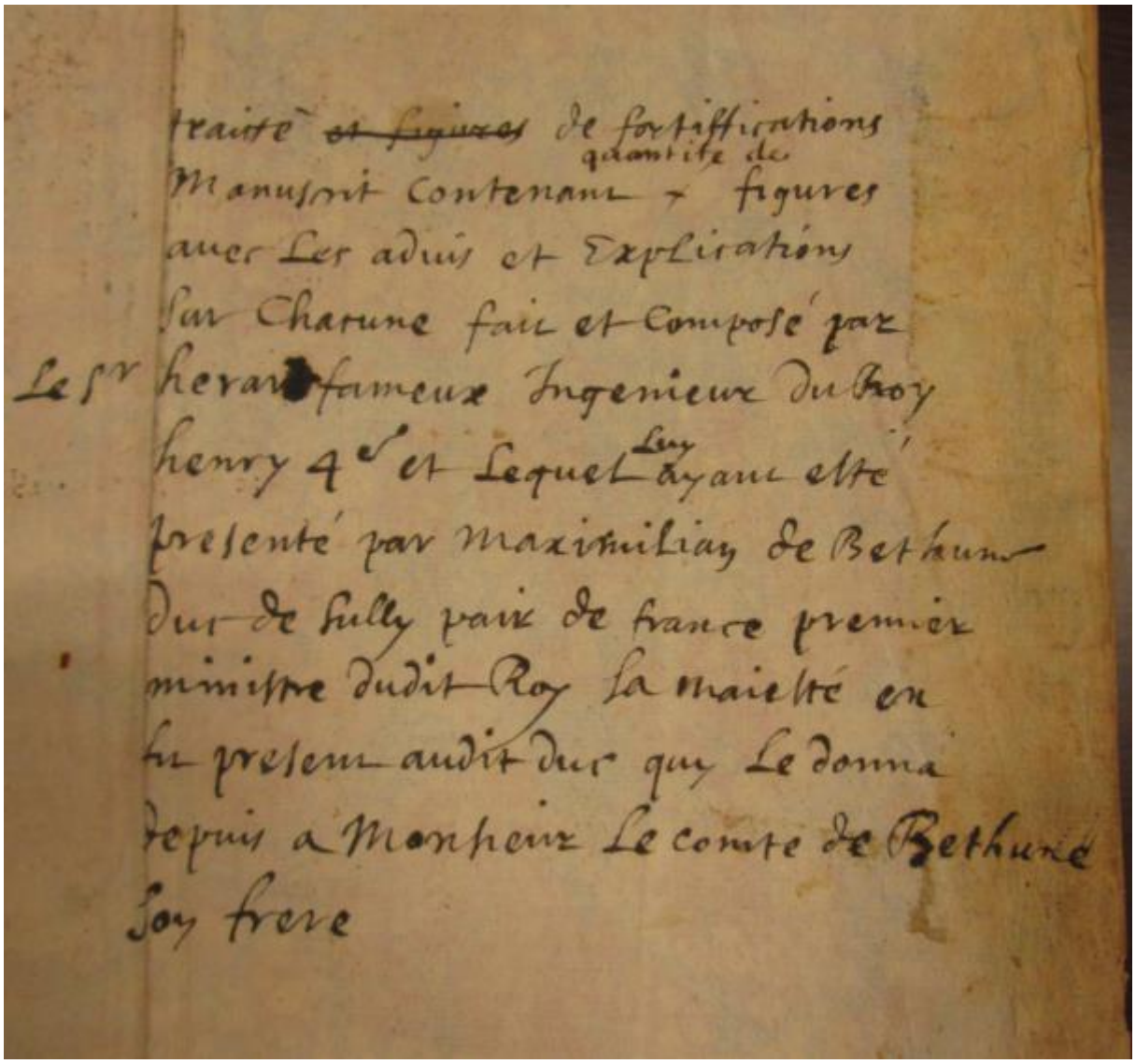
Fritach, Adam, *L'architecture militaire ou la fortification nouvelle …*, *op. cit.*, p. 31.

ſur icelle, proportionnee aux occurrences de la Guerre.

Cela conſideré, tous les meilleurs Ingenieurs du temps paſſé, nommément Charles Tety, Iean Baptiſte Zanche de Pezaro, Iacques Fuſte dit Caſtriote d'Vrbin, Caſthanée, Tartaglia, Hyeroſme Magy, François Montemeillino, Loriny Gentilhomme Florentin & Ingenieur tres-excellent, Abraham Hogemberg, George le Brun de Colloignè, Iean de l'Eſcalle Romain, Marc Aurelio de Paſino Ferrarois, Gallaſſe Alguiſſy, Iean Errard de Bar le Duc, Simon Steuin de Bruges, Pompee Iuſtiniany, Dauid d'Orleans, Claude Flament & Marolois, qui ſont les mieux renommez de tous ceux qui ſe ſont meſlez de fortifier les places (touchant leur Art de Fortifier,) ont arreſté pour vne choſe tres-aſſeurée que les figures qui ſont plus approchantes de la figure circulaire ſont meilleures pour eſtre fortifiées que les autres, & que toutes celles qui ont moins de coſtez que l'Exagone ſont deſaduantageuſes à fortifier. Ils ont arreſté cela diſ-je & auec grande raiſon eu eſgard à la forme des pieces flanquantes dont on ſeſt ſeruy iuſques auiourd'huy pour fortifier les places: Car comme il eſt facile à prouuer, ſi le coſté du pentagone eſt moindre de ſix-vingts toiſes la ligne du flanc ſera trop courte l'angle flanqué trop aigu, & par con-

Figure 7.1

Meynier, Honorat de, *Nouvelle invention de fortifier les places*…, Paris, 1626, p. 3.



Transcription :

Traicté ~~et figures~~ de fortiffications manuscrit contenant quantité de figures avec les advis et Explications sur chacune fait et composé par le Sr herar[t] fameux Ingenieur du Roy henry 4e et lequel luy ayant esté presenté par Maximilien de Bethune duc de Sully pair de france premier ministre dudit Roy Sa Majesté en fit present audit duc qui le donna depuis a Monsieur le comte de Bethune son frere.

Figure 7.2

Ms français 663, Bibliothèque nationale de France, premier feuillet non paginé.

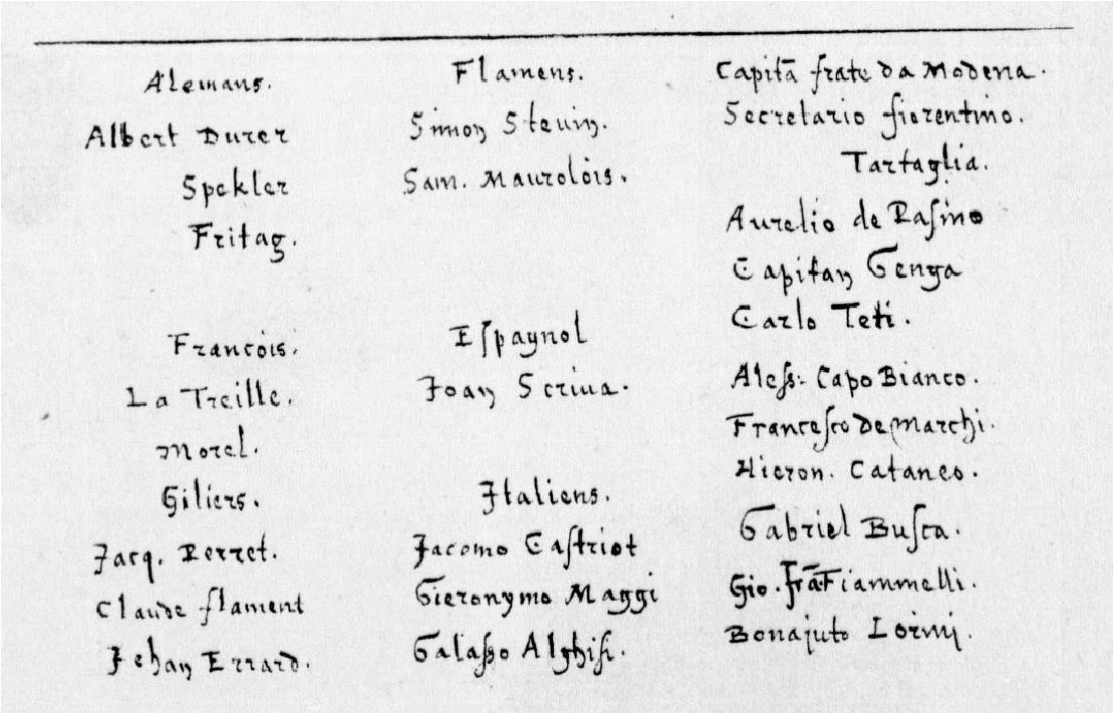


Figure 7.3
Ms français 663, *op. cit.*, fol. 118.

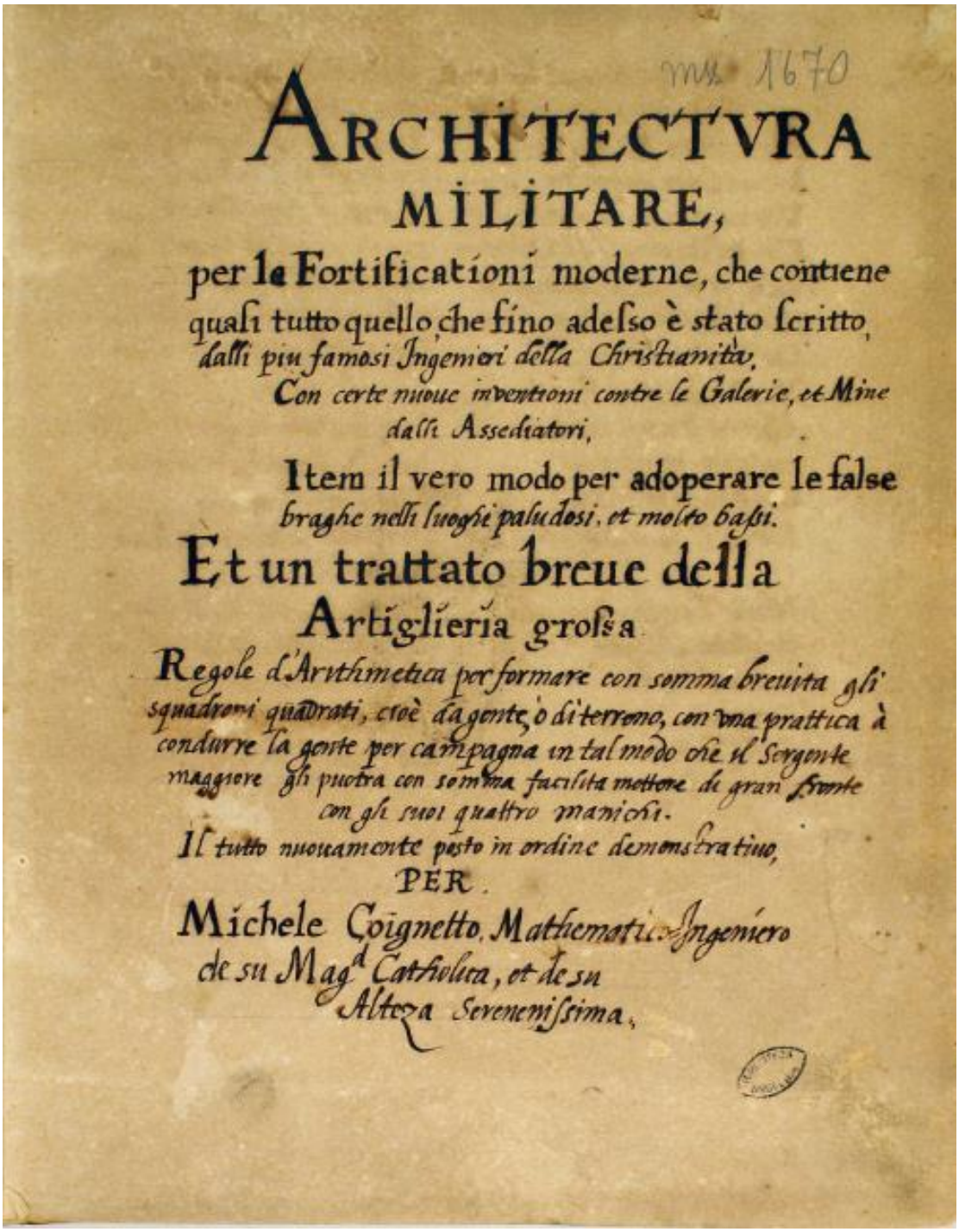
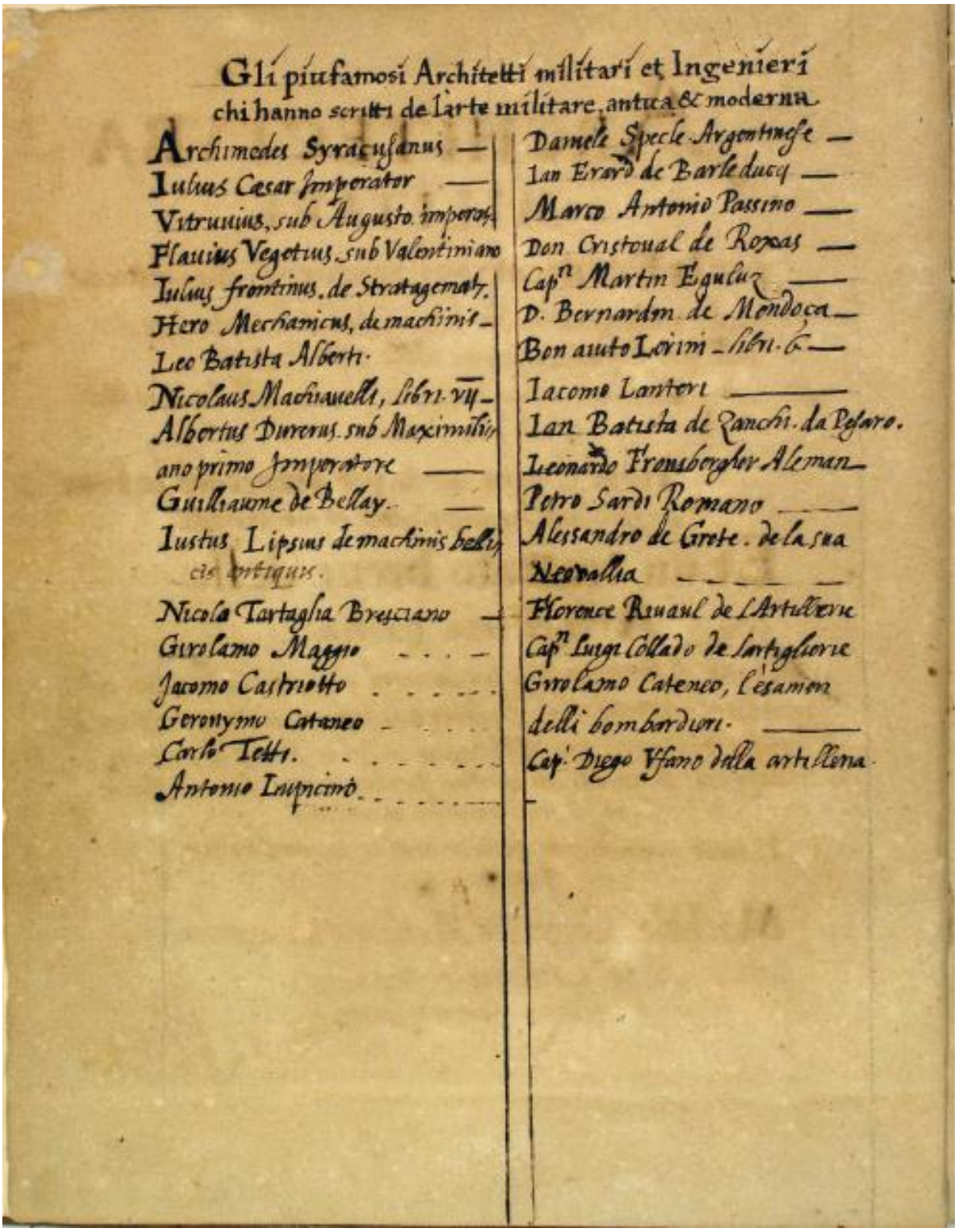


Figure 7.4
Coignet, Michel, *Architectura Militare*, page de titre.
Ms 1670, Biblioteca Angelica, Rome. Photo Mario Setter.



Gli piu famosi Architetti militari et Ingenieri
chi hanno scritti de larte militare antica & moderna

Archimedes Syracusanus —
Iulius Cesar Imperator —
Vitruuius, sub Augusto imperat.
Flauius Vegetius sub Valentiniano
Iulius frontinus. de Stratagemat.
Hero Mechanicus, de machinis —
Leo Batista Alberti.
Nicolaus Machiauelli, libri. VII —
Albertus Durerus sub Maximiliano primo Imperatore —
Guilliaume de Bellay. —
Iustus Lipsius de machinis bellicis antiquis.
Nicola Tartaglia Bresciano —
Girolamo Maggio — — —
Jacomo Castriotto — — — — —
Geronymo Cataneo — — — —
Carlo Tetti. — — — — — —
Antonio Laupicino — — — — — —

Daniele Specle Argentinese —
Ian Erard de Barle duc. —
Marco Antonio Passino —
Don Cristoual de Roxas —
Capn Martin Eguluz —
D. Bernardin de Mendoça —
Bon aiuto Lorini — libri. 6 —
Iacomo Lanteri — — — — —
Ian Batista de Zanchi. da Pesaro.
Leonardo Fromsbergher Aleman —
Petro Sardi Romano — — —
Alessandro de Grote. de la sua Necrollia — — — — —
Florence Renaul de l'Artillerie
Capn Luigi Collado de Sartiglierie
Girolamo Cateneo, l'esamin delli bombardieri. — — —
Capn Diego Vsano della artillena —

Figure 7.5
Coignet, Michel, *Architectura Militare*, *op. cit.*, p. 2.

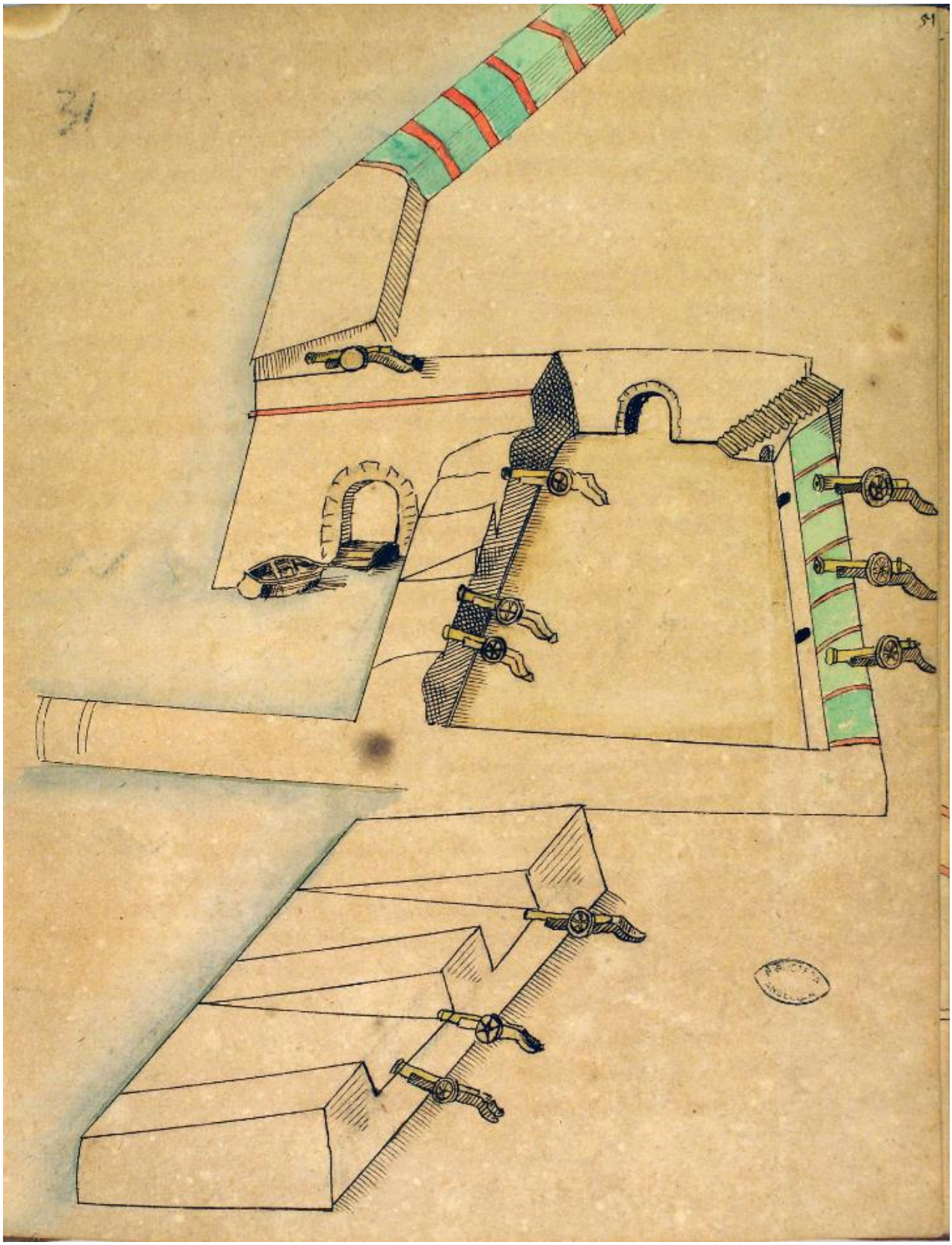


Figure 7.6
Coignet, Michel, *Architectura Militare*, *op. cit.*, p. 51.

Figure 7.7
Arquitectura y Maquinas Militares, op. cit., fol. 2.

Figure 7.8
Arquitectura y Maquinas Militares, fol. 1.
Ms RES/210, Biblioteca Nacional de España [BVPB]

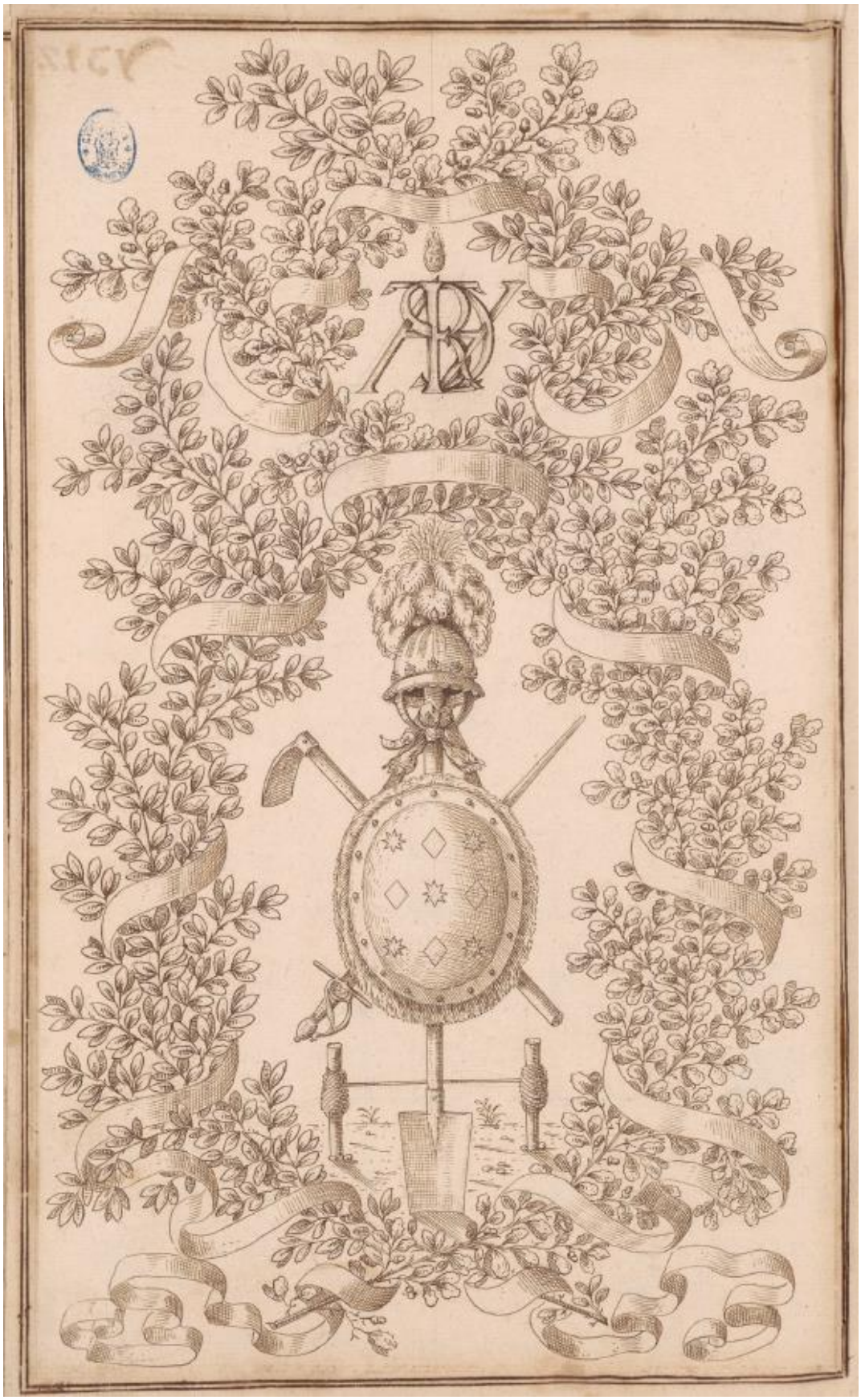


Figure 7.9
Arquitectura y Maquinas Militares, op. cit., fol. 317v.

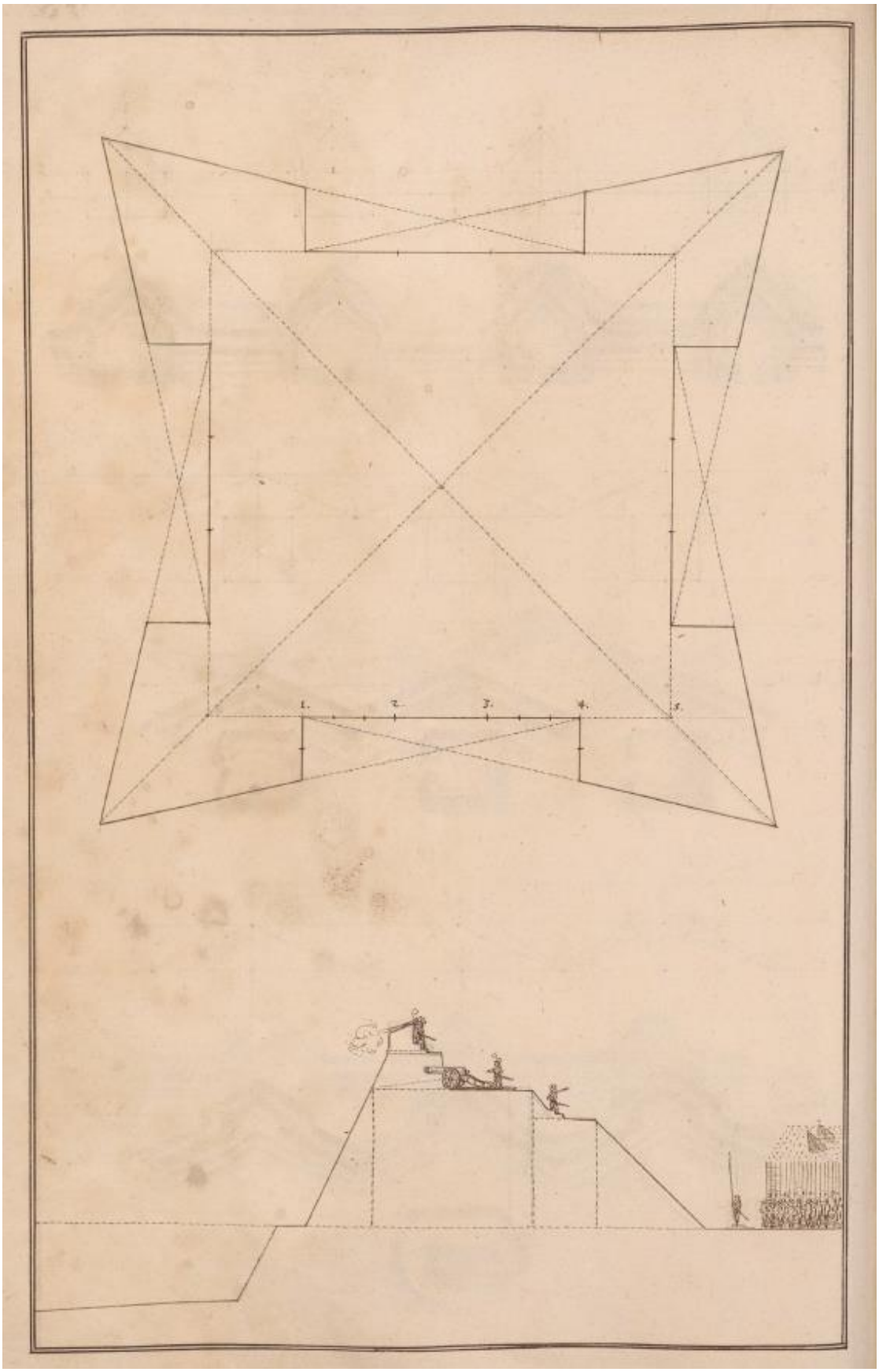


Figure 7.10
Arquitectura y Maquinas Militares, op. cit., fol. 18v.

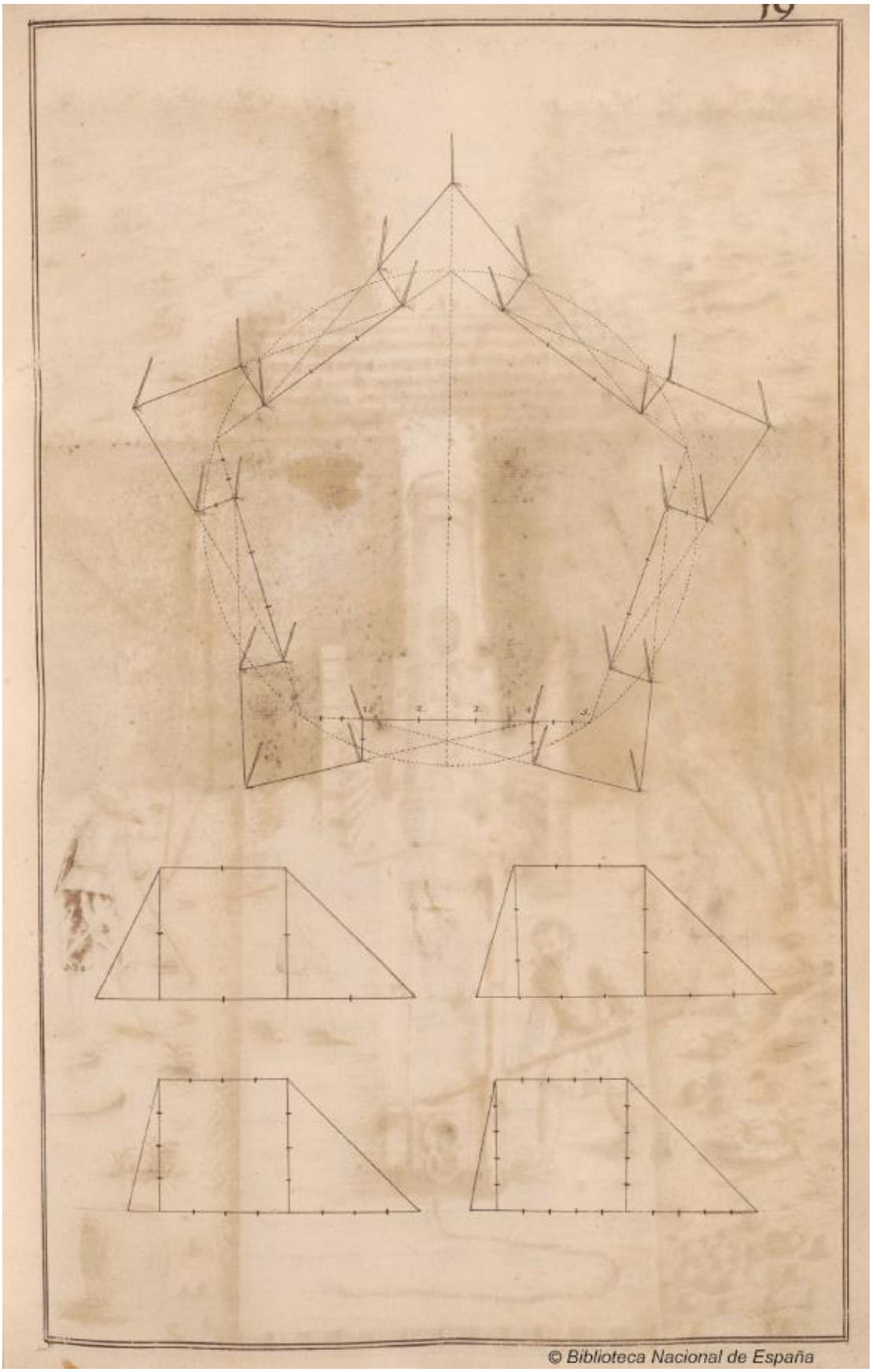
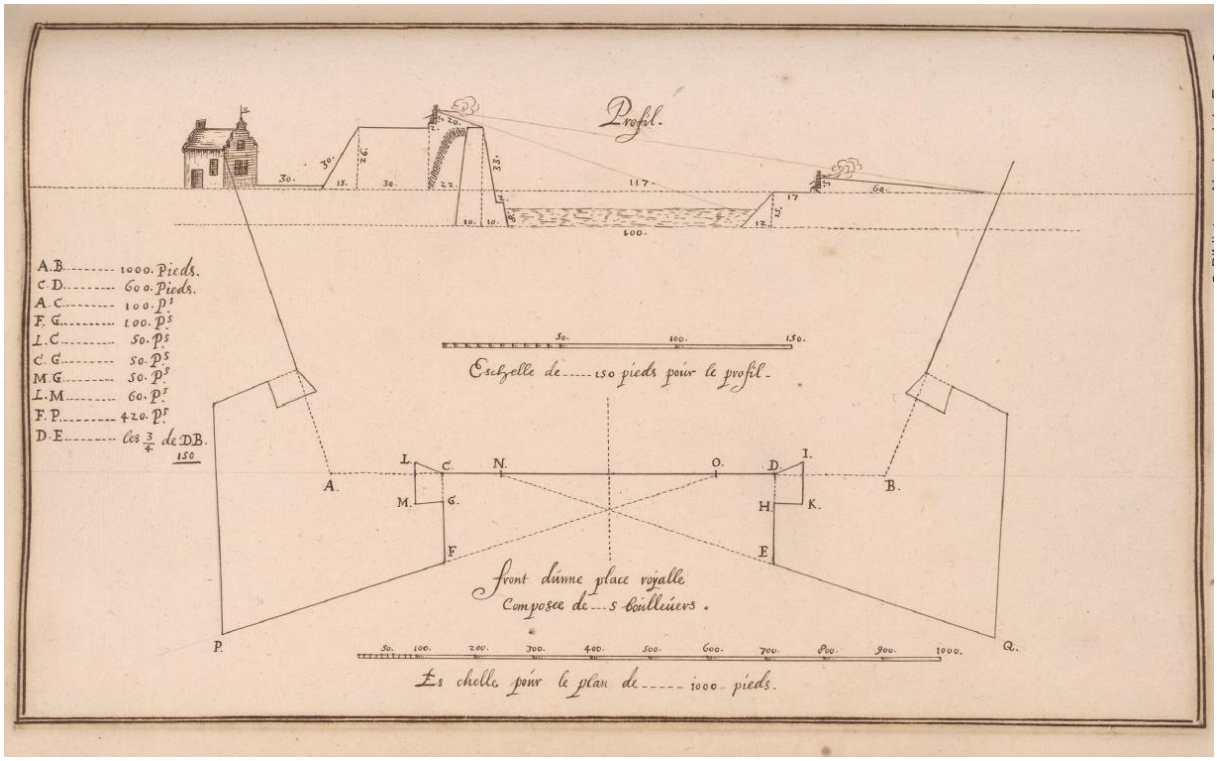
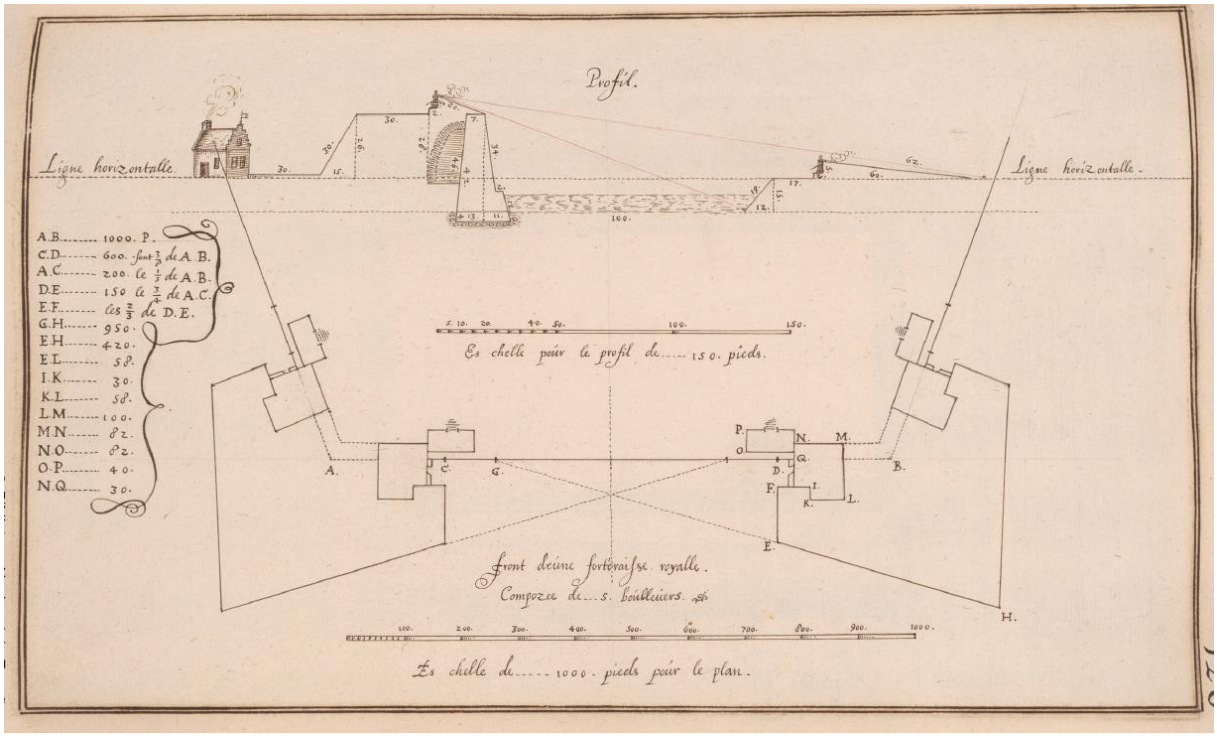


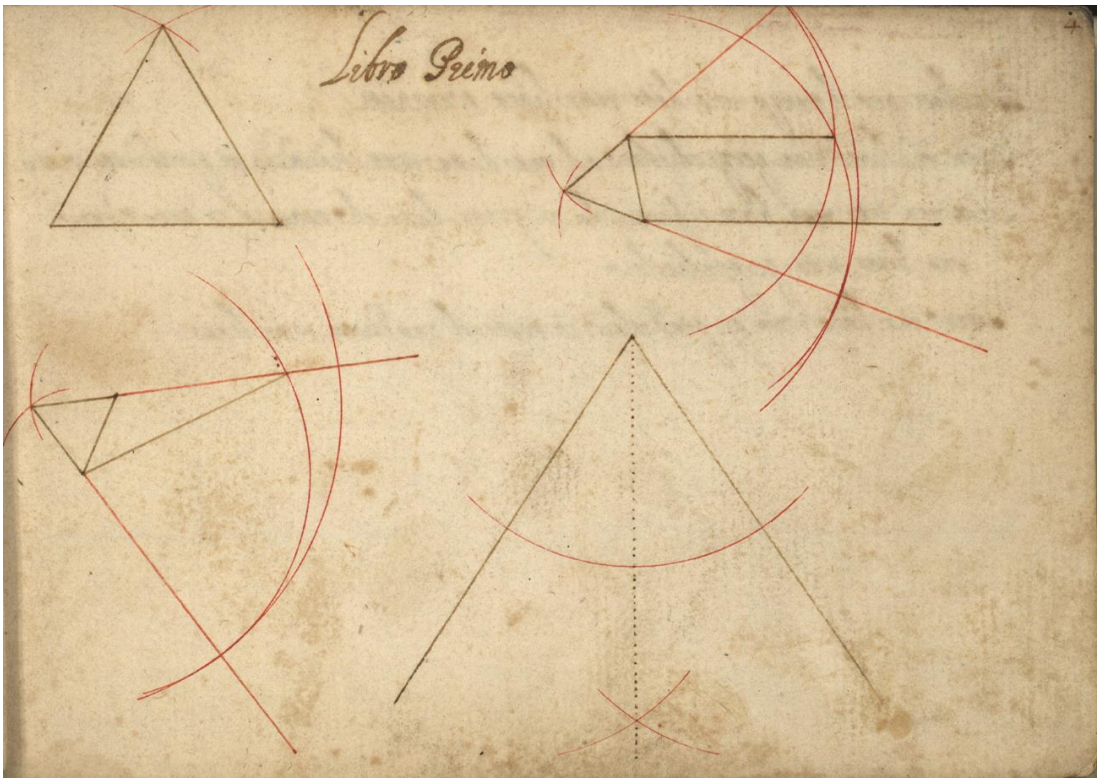
Figure 7.11
Arquitectura y Maquinas Militares, op. cit., fol. 19.

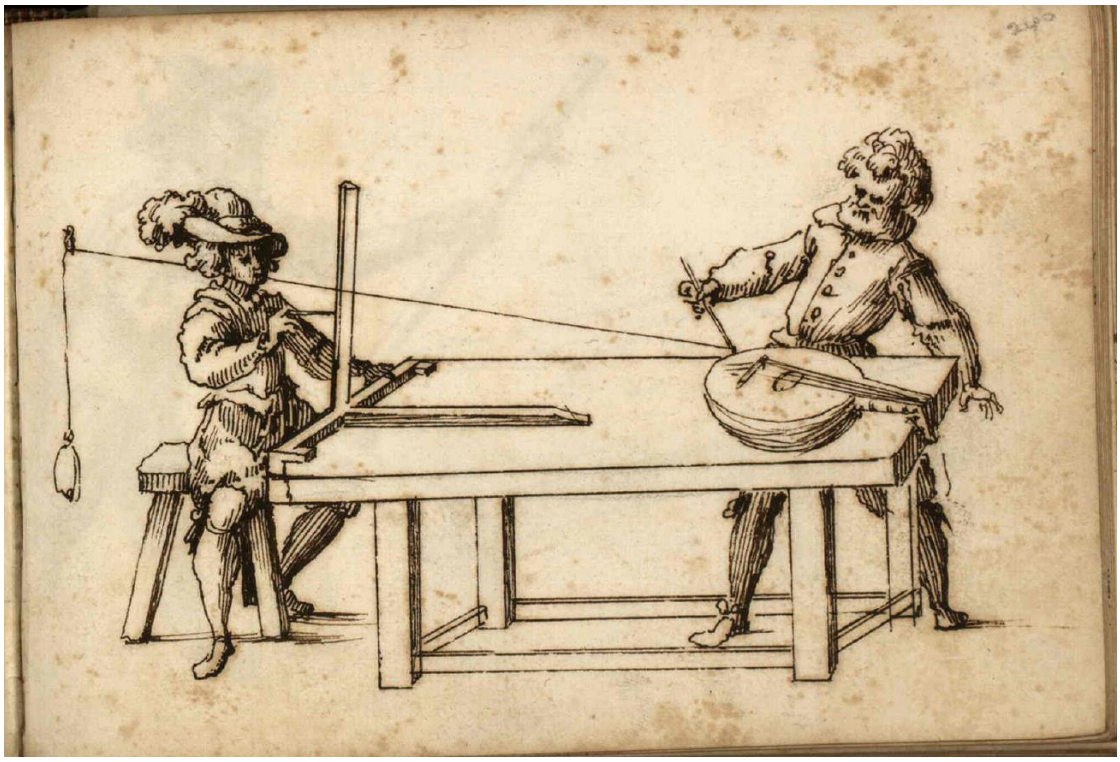


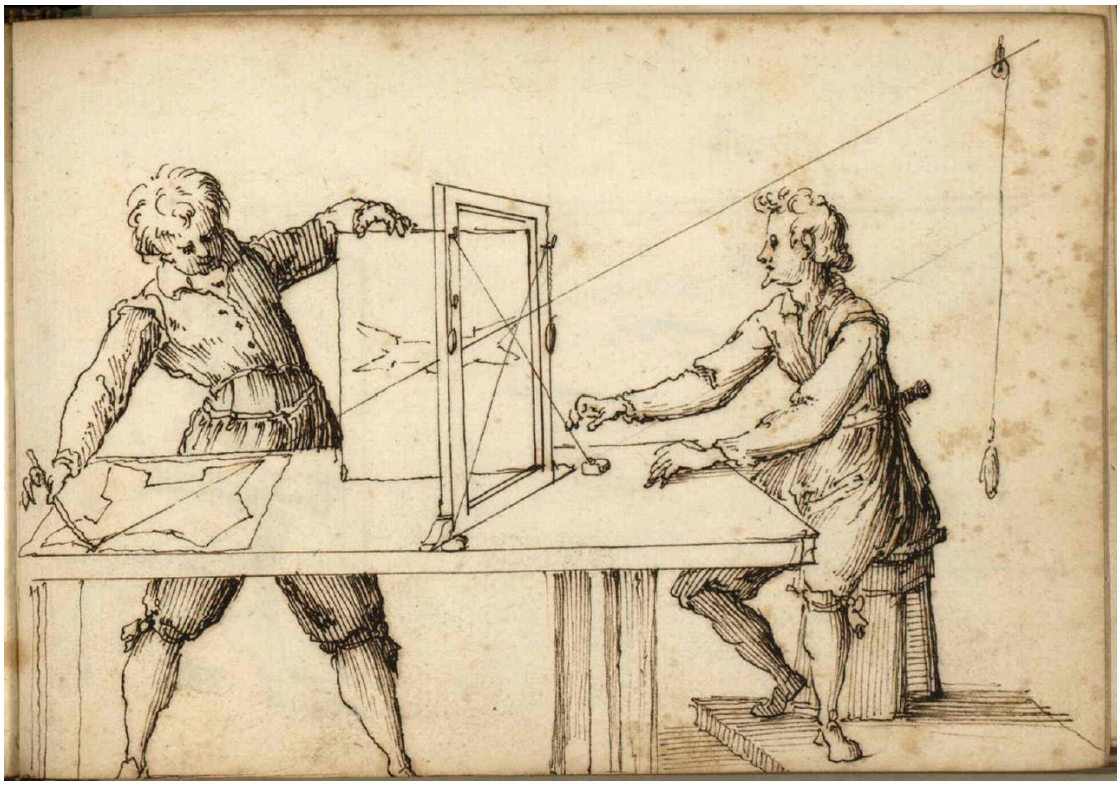
Figures 7.12 & 7.13
Arquitectura y Maquinas Militares, op. cit., fol. 125v & 126 resp.



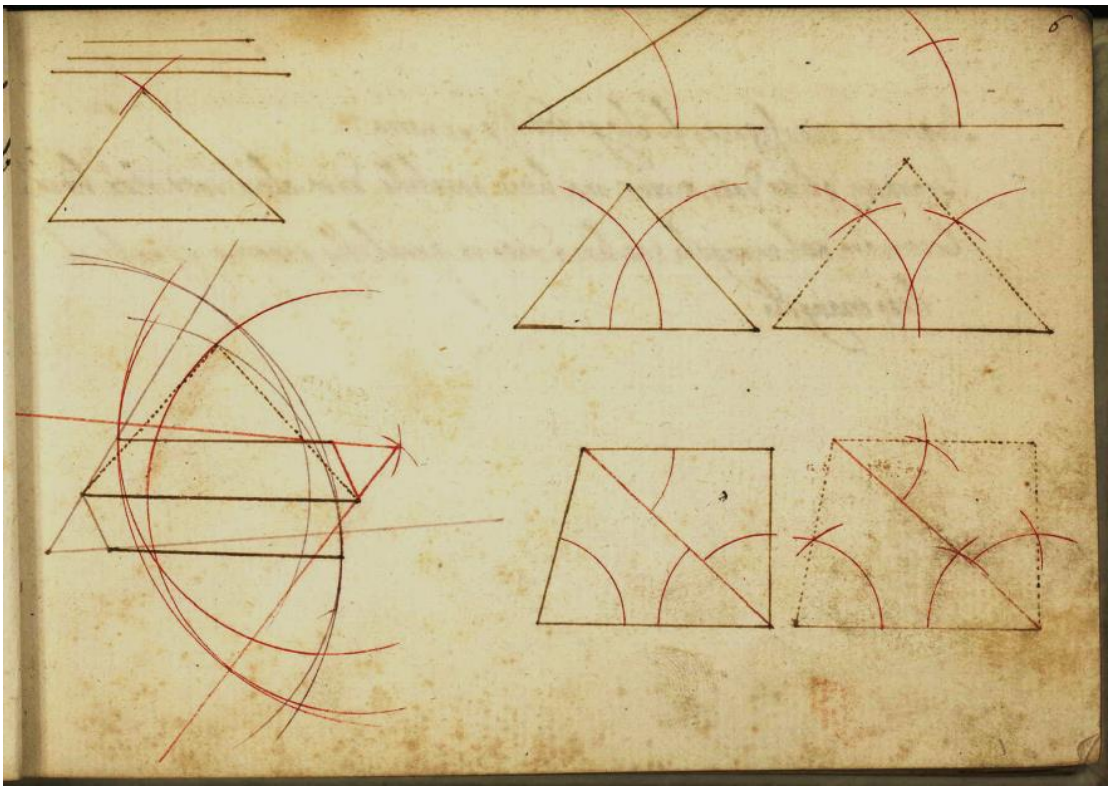
Figures 7.14 & 7.15
Sketchbook on military art…, fol. 1 & 4 resp. [LoC]
Ms 27, Library of Congress, Washington, DC



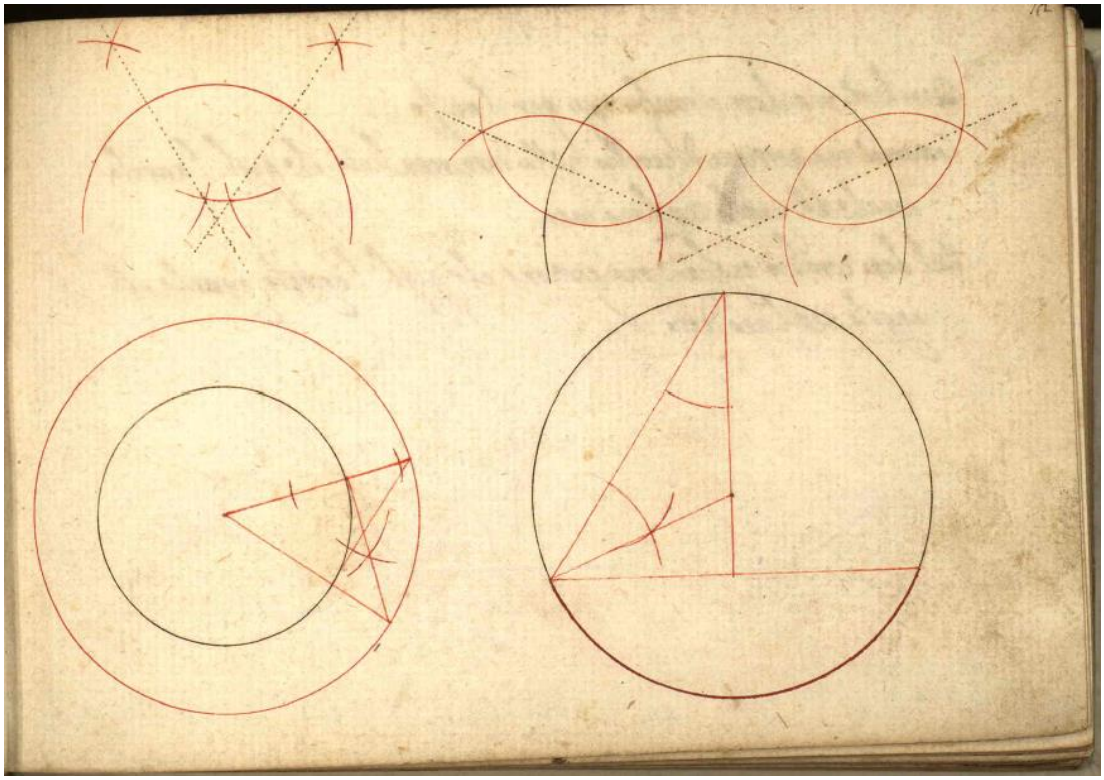


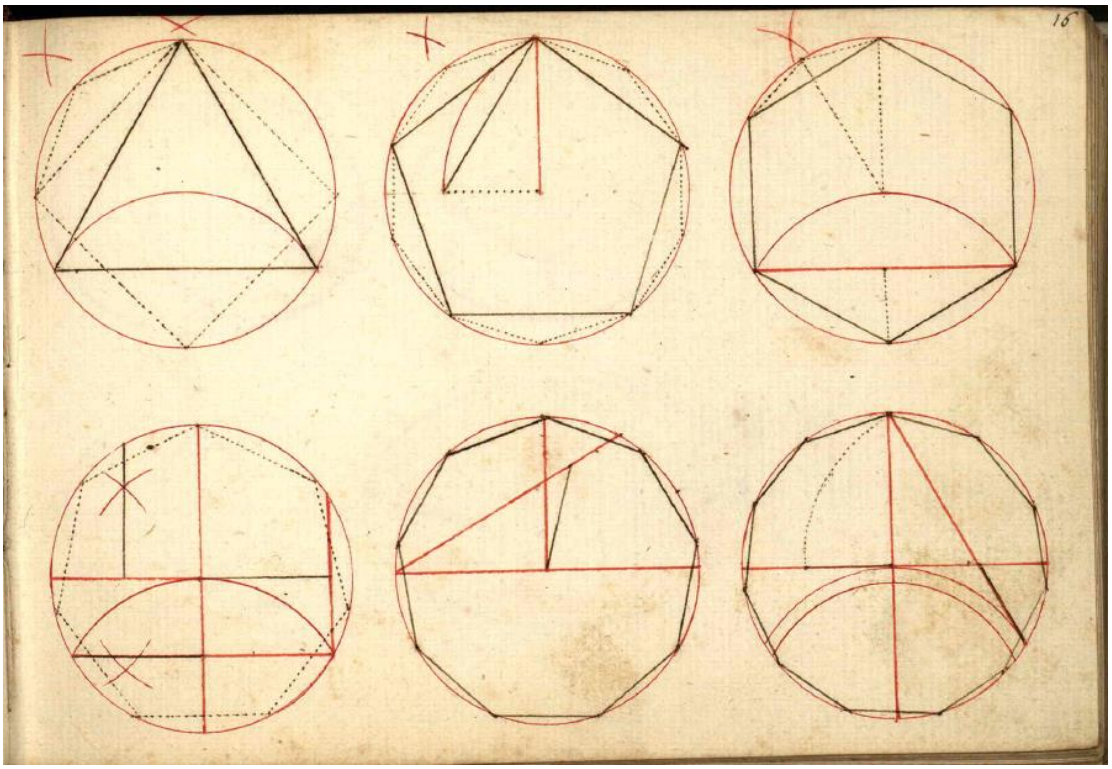


Figures 7.16 & 7.17
Sketchbook on military art…, *op. cit.*, fol. 240 & 245 [non foliotés] resp.

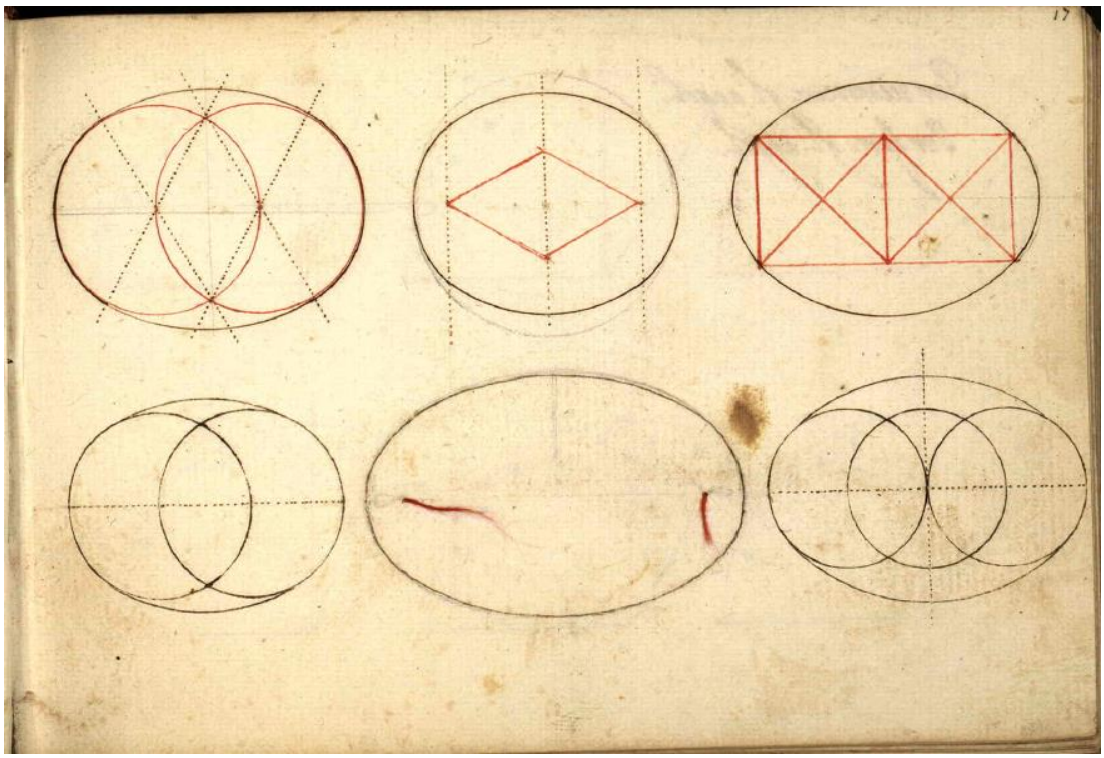


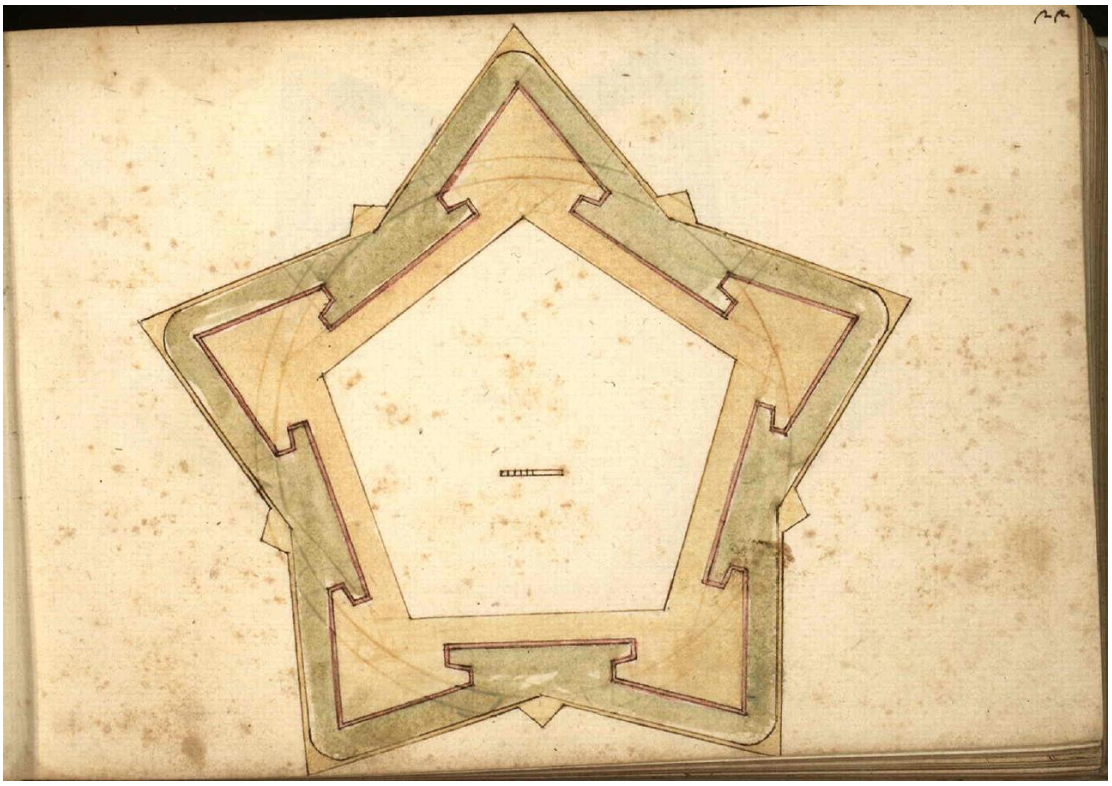
Figures 7.18 & 7.19
Sketchbook on military art…, *op. cit.*, fol. 6 & 10 resp.

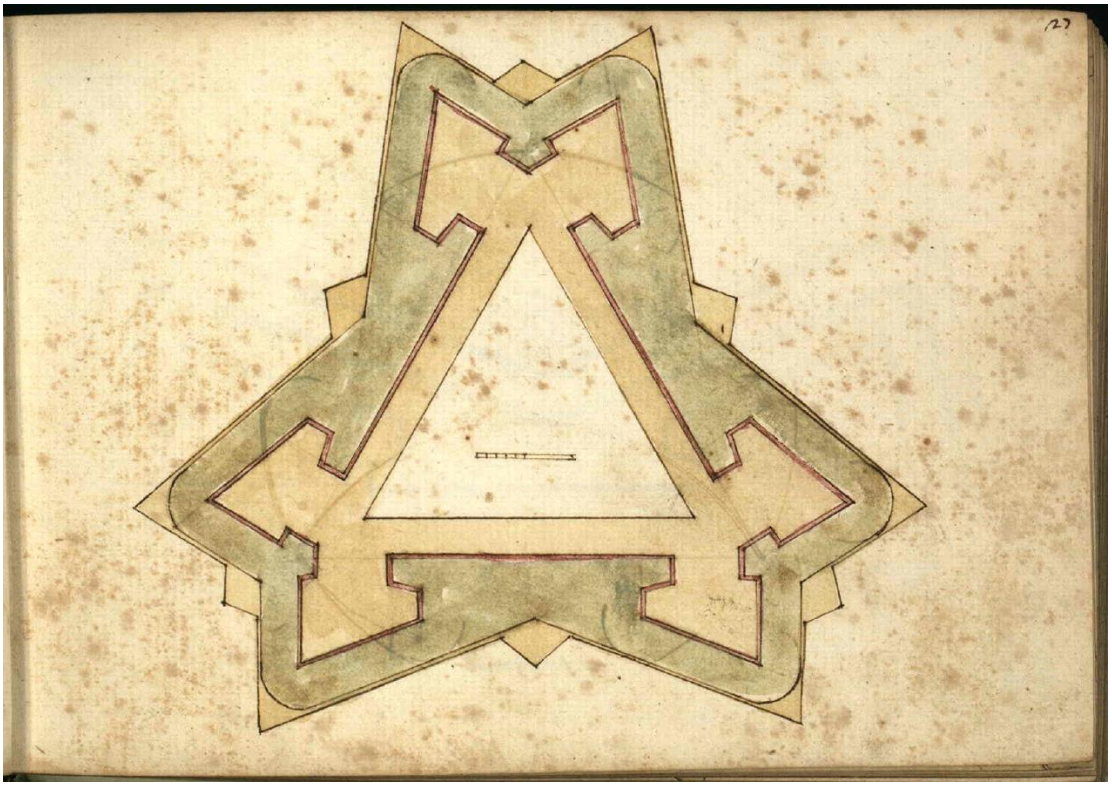




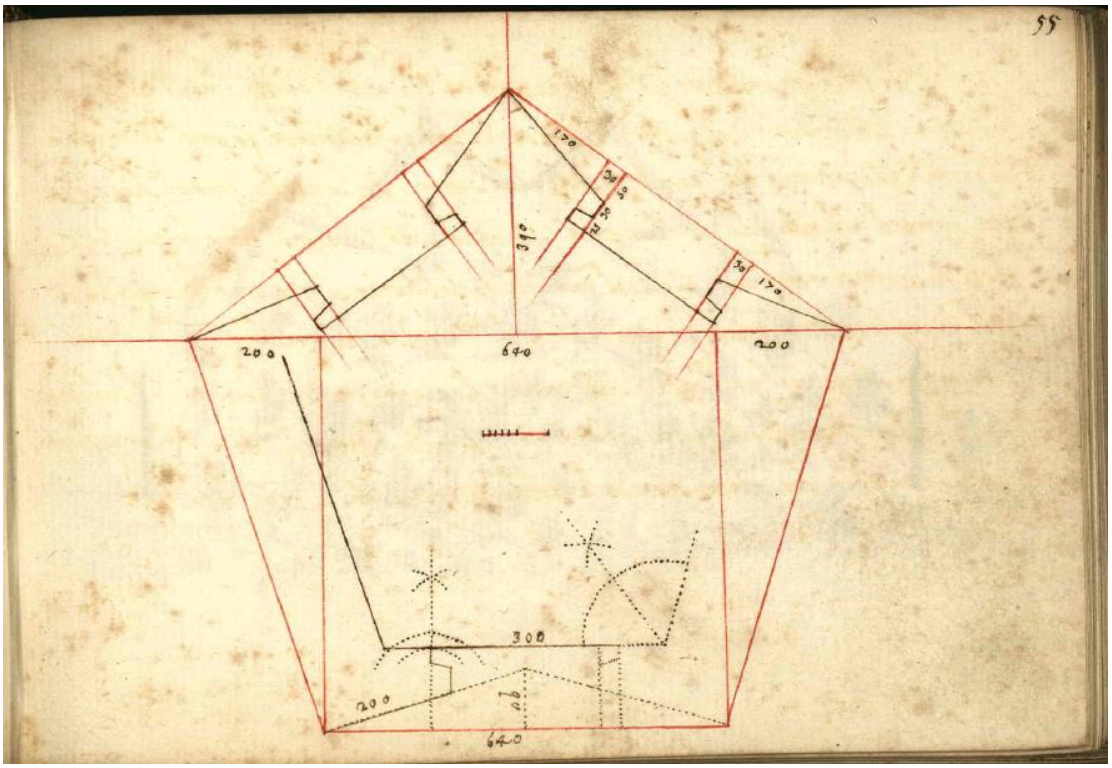
Figures 7.20 & 7.21
Sketchbook on military art…, *op. cit.*, fol. 16 & 17 resp.



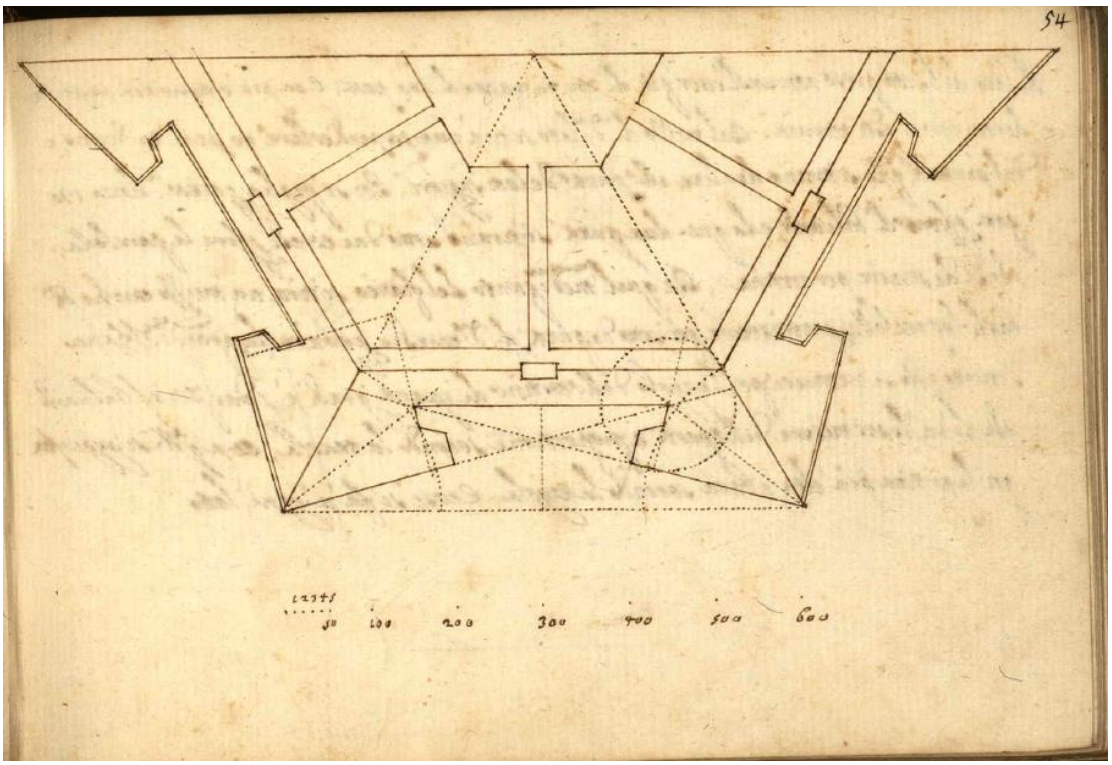




Figures 7.22 & 7.23
Sketchbook on military art…, op. cit., fol. 22 & 27 resp.



Figures 7.24 & 7.25
Sketchbook on military art…, *op. cit.*, fol. 55 & 54 resp.



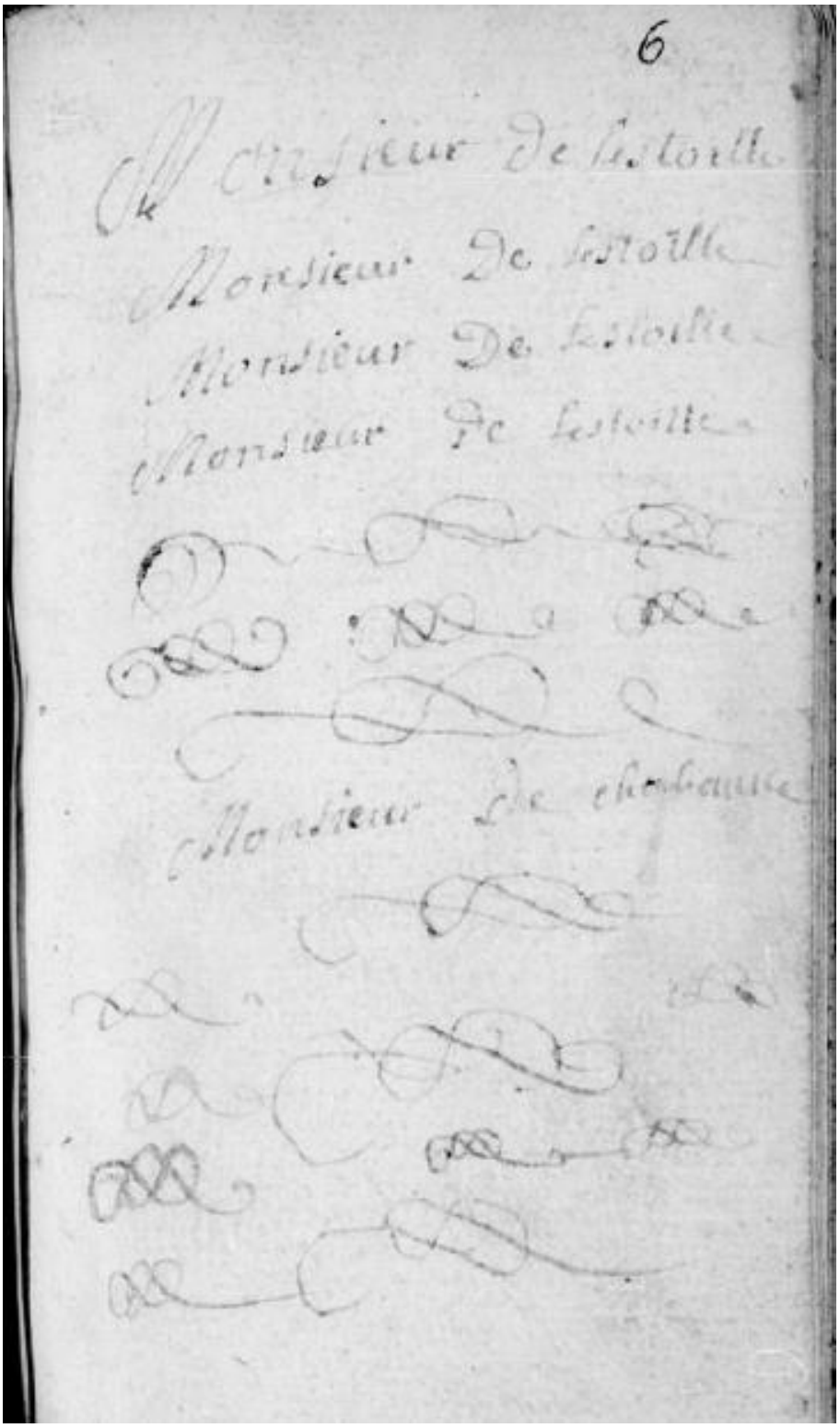
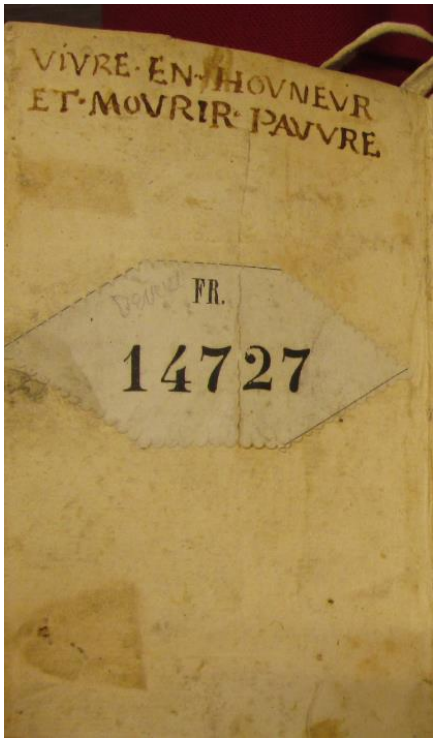


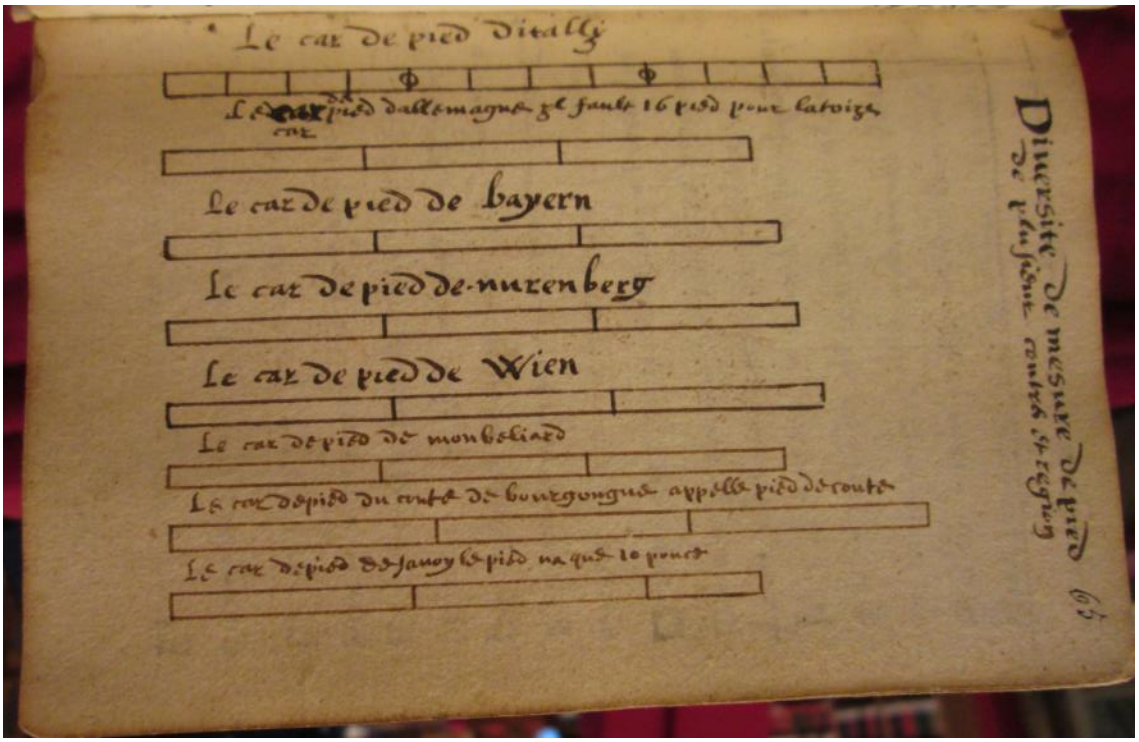
Figure 7.26
Manuel d'un ingénieur-architecte de la première moitié du XVII^e siècle, fol. 6
Ms français 14 727, Bibliothèque nationale de France.

Figures 7.27 & 7.28

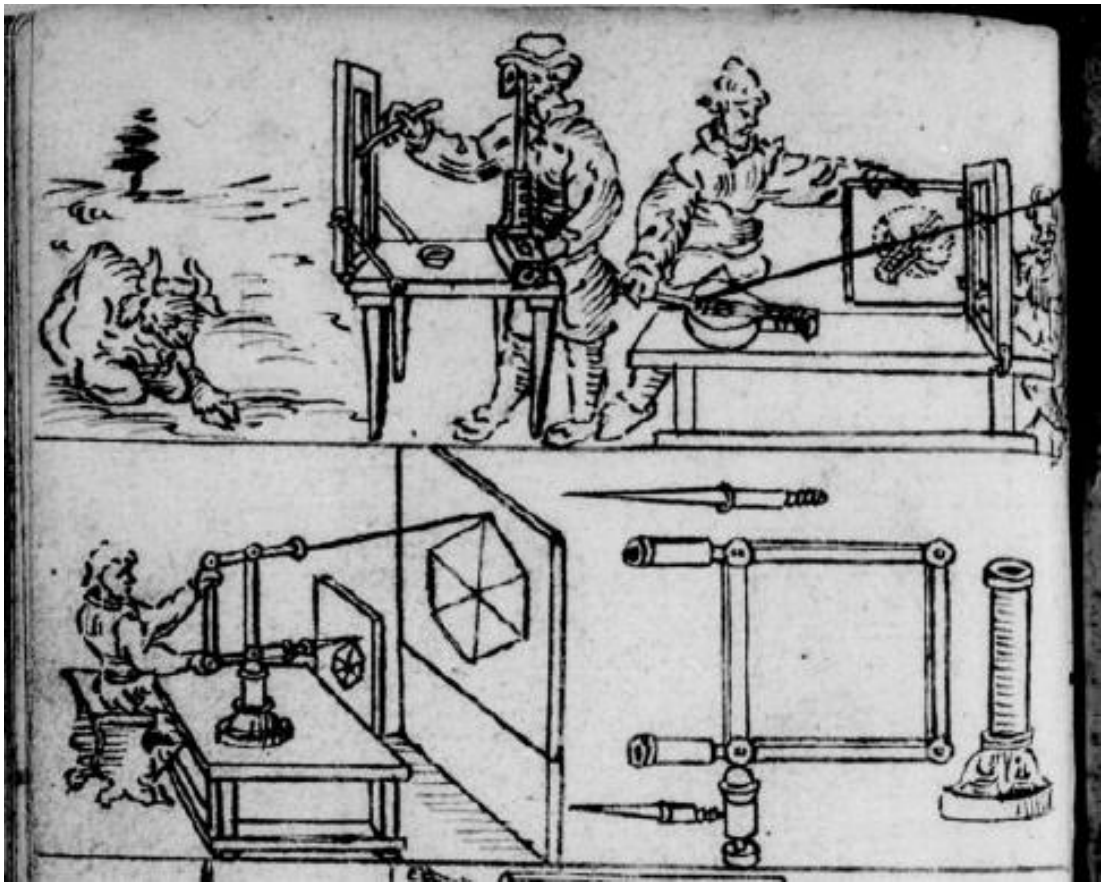
27 : montage des carnets sur onglets.
28°: premier feuillet, indépendant ; feuillet manquant au fol. 64 (r & v)

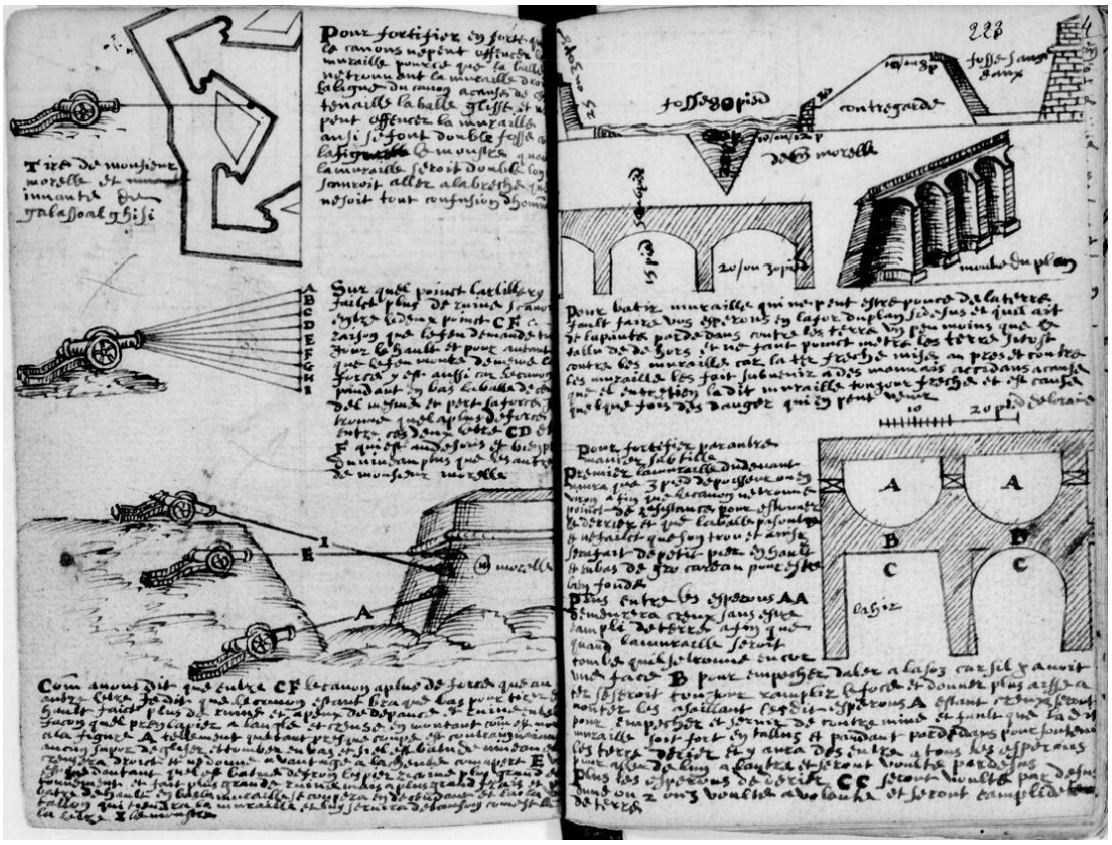
3°





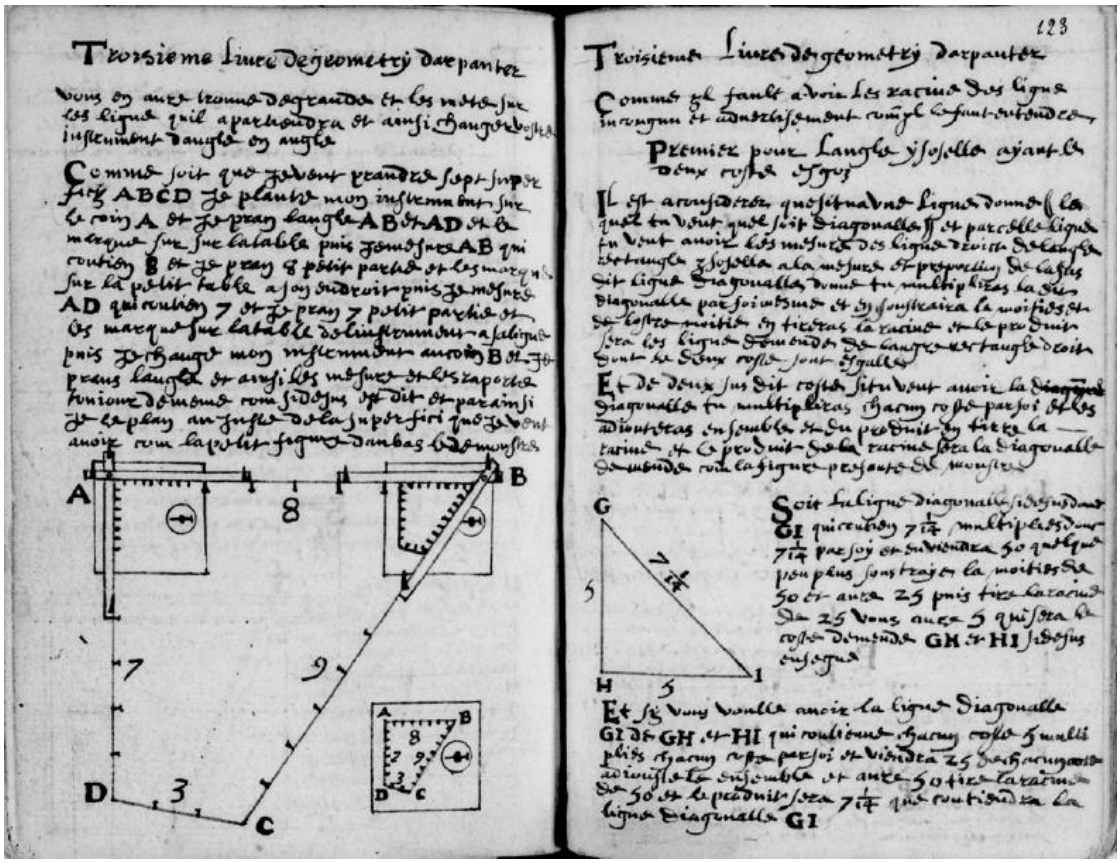
Figures 7.29 & 7.30
Manuel d'un ingénieur-architecte…, *op. cit.*, fol. 65 & 490v.

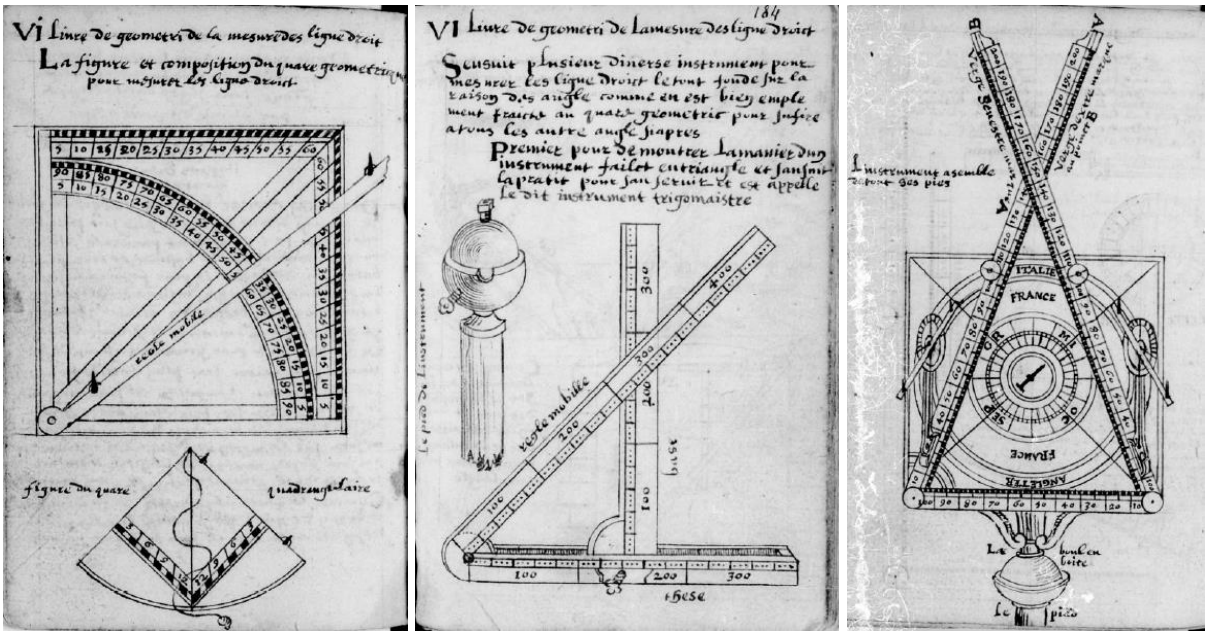




Figures 7.31 & 7.32

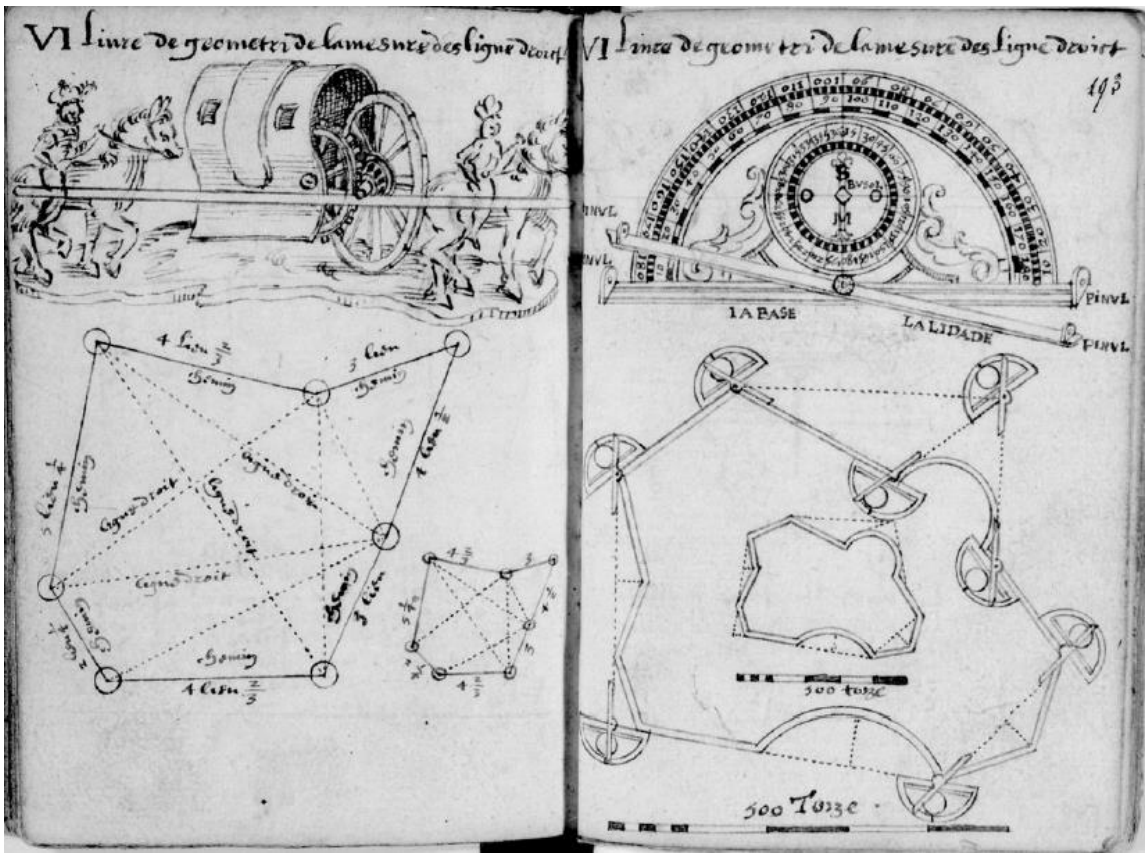
Manuel d'un ingénieur-architecte…, *op. cit.*, fol. 222v-223 & 122v-123.





Figures 7.33 *a, b, c* & *d*

Manuel d'un ingénieur-architecte…, *op. cit.*, fol. 175v, 184, 188v, 192v-193.



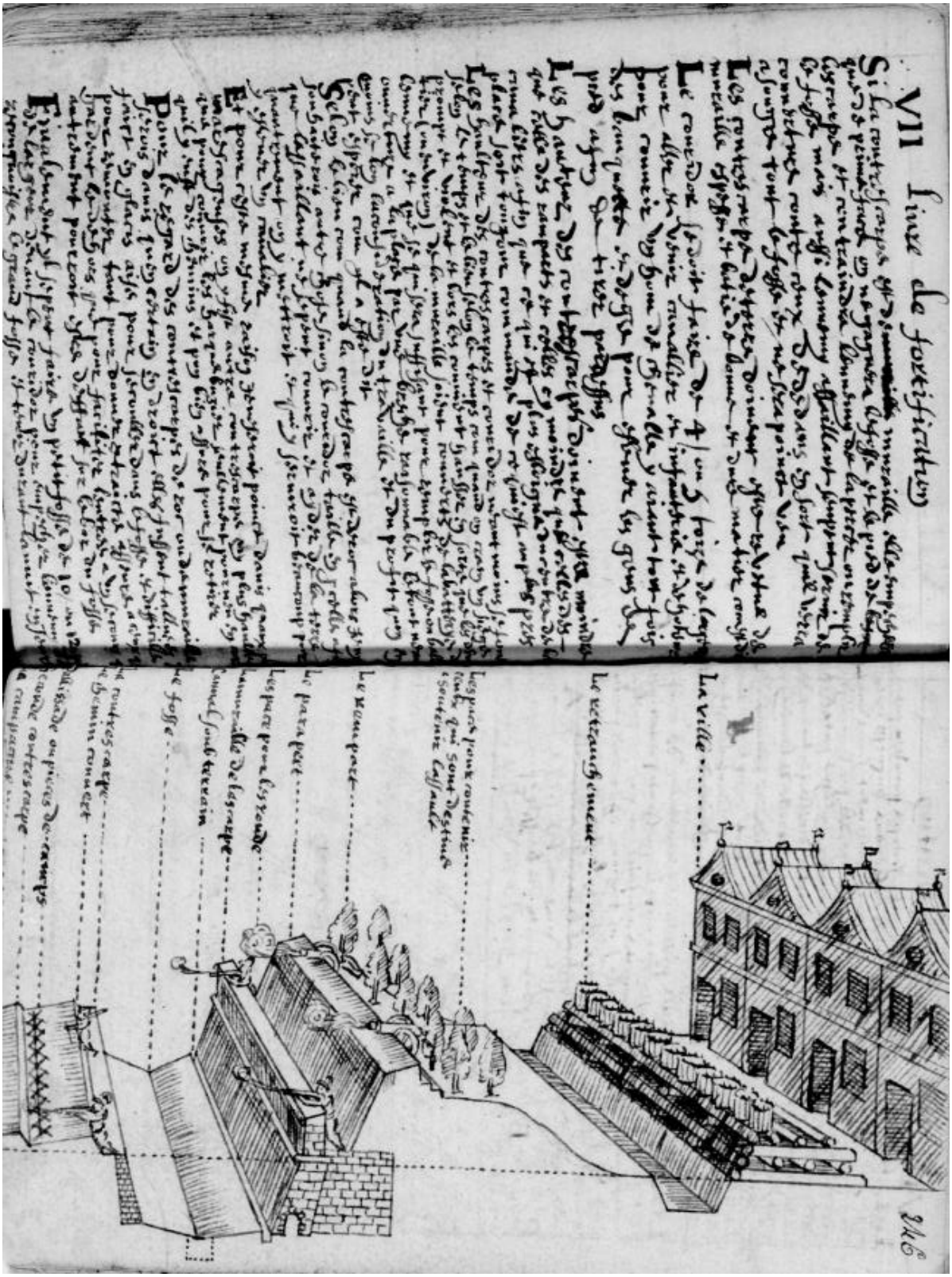


Figure 7.34
Manuel d'un ingénieur-architecte…, *op. cit.*, fol. 245v-246.

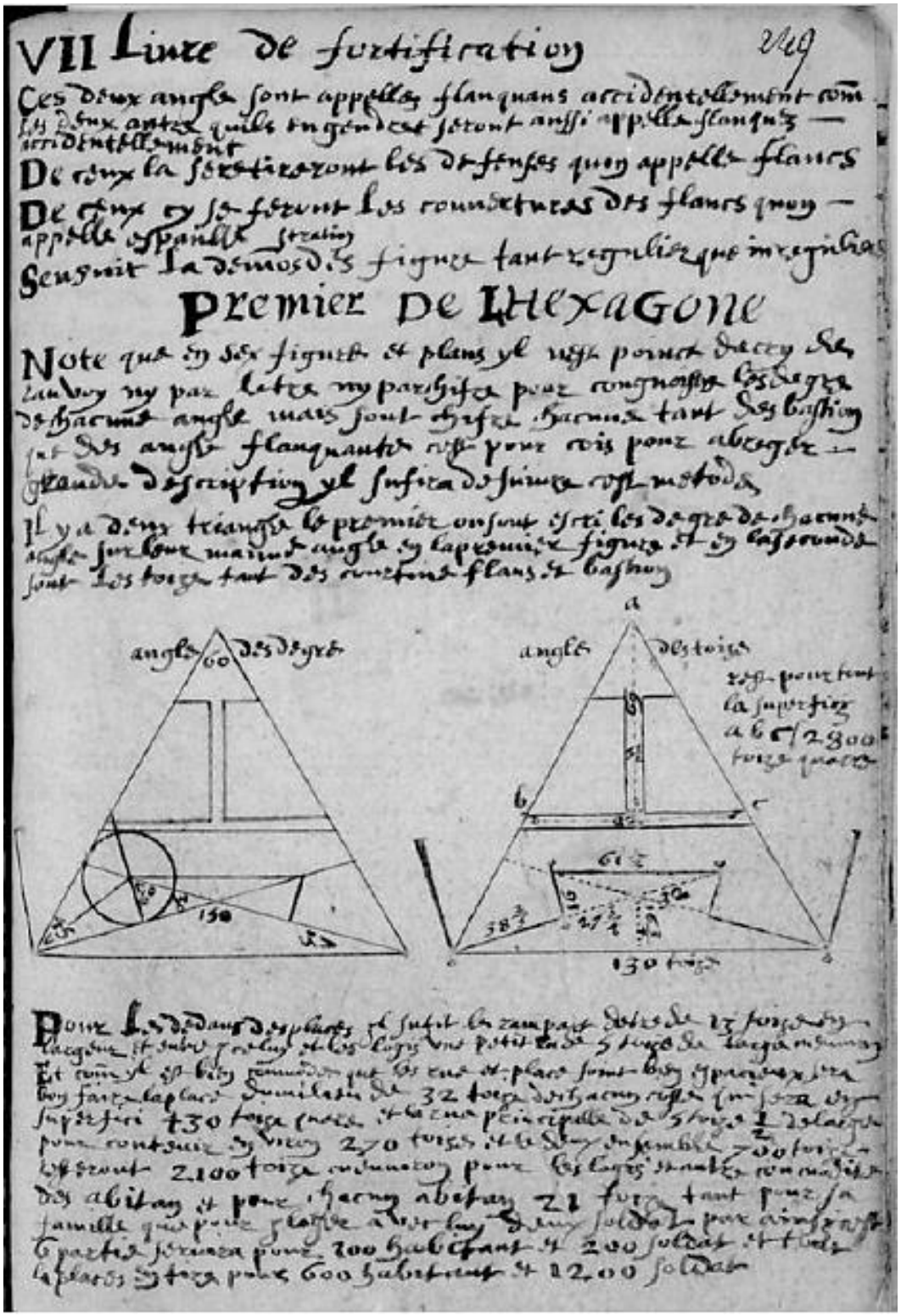


Figure 7.35
Manuel d'un ingénieur-architecte…, *op. cit.*, fol. 249.

Figure 7.36
Errard, Jean, *La Fortification demonstrée et reduicte en art*…, Paris, 1620, frontispice
Bibliothèque Gaspard Monge, Beaune,

Figure 7.37
Errard, Jean, *La Fortification*…, *op. cit.*, principaux bandeaux (1)

Figure 7.38
Errard, Jean, *La Fortification…*, *op. cit.*, principaux bandeaux (2)

SOMMAIRE DES FORTIFICATIONS,
SELON LA DOCTRINE DE CE LIVRE.

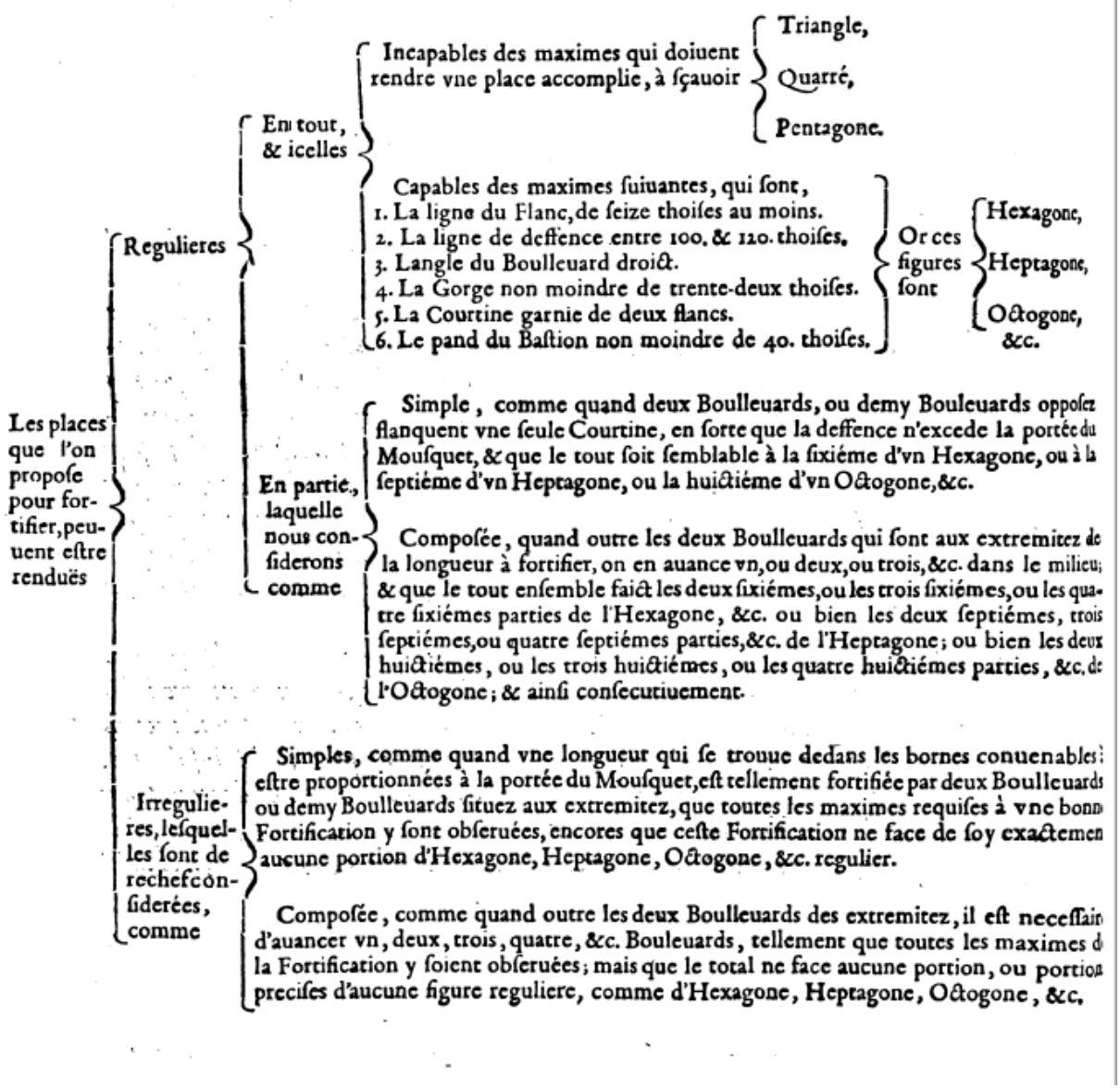


Figure 7.39

Errard, Jean, *La Fortification…*, *op. cit.*, Sommaire analytique du second livre, p. 36 [Google]

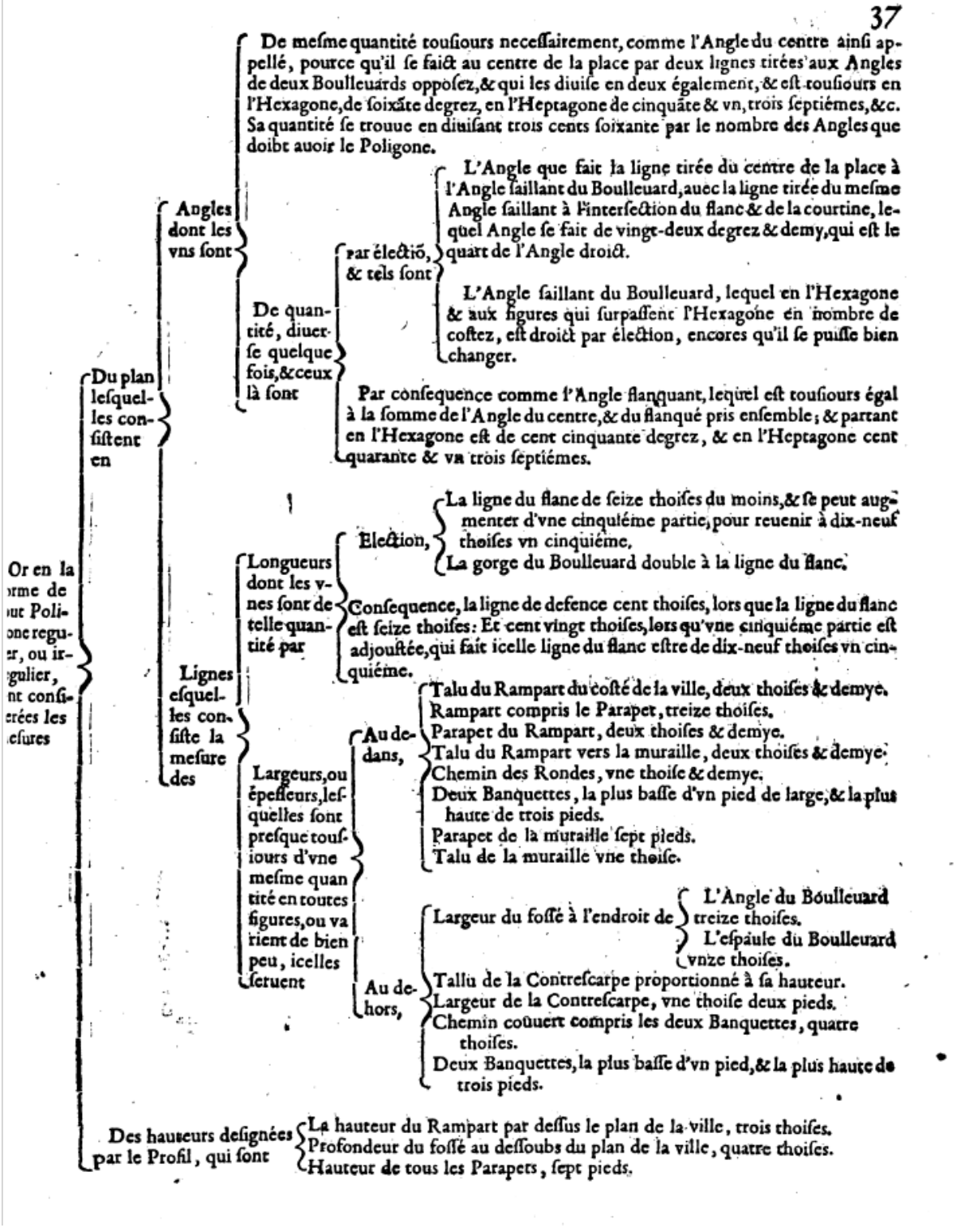


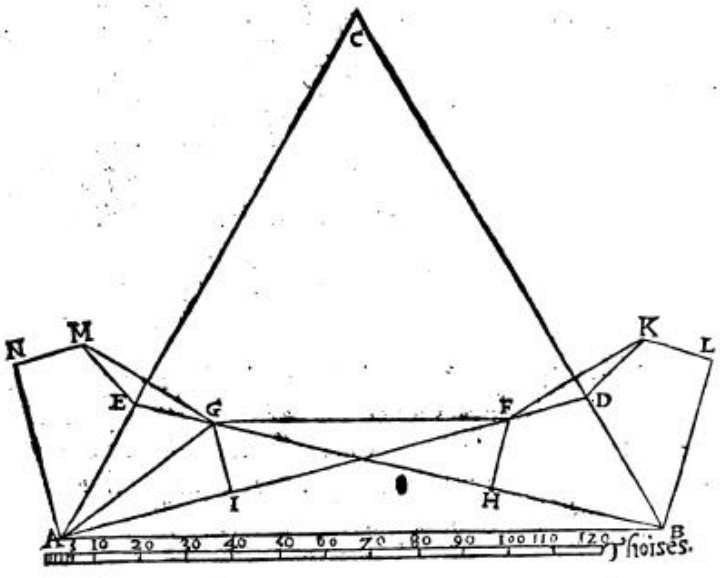
Figure 7.40

Errard, Jean, *La Fortification…*, *op. cit.*, Sommaire analytique du second livre, p. 37.

DE LA CONSTRVCTION DE L'HEXAGONE.

CHAPITRE II.

SOIT proposé à fortifier vn Hexagone, d'autant que l'Hexagone se diuise en six triangles équilateraux. Soit sur A B descrit le triangle équilateral A B C, puis soit faict l'Angle C A D de quarante-cinq degrez: Soit faicte la ligne A E égale à la ligne B D, en apres soit tirée B E. Soit diuisé l'Angle E A D en deux également par la ligne A G, & soit prise D F égale à E G, & tirée la Courtine G F: comme aussi F H perpendiculaire sur la ligne B E. Soit prise A I égale à B H, & soit tirée la ligne G I perpendiculairement comme F H. Ainsi seront descrits les deux demy Bastions A I G, & F H B. Et pour plus facile intelligence, i'ay tracé à la figure les deux Bastions entiers M N A I G, & F H B L K, afin de faire cognoistre la gorge du Bastion M G, & F K.



Et d'autant que la ligne du flanc G I, ou F H, doit pour le moins auoir seize thoises, nous ferõs l'eschelle selon ceste quantité, & trouuerõs toutes les mesures des lignes de la Fortification sur icelle proportionnée selon la portée de l'Harquebuze.

Que si nous donnons dix-neuf thoises vn cinquiéme à la ligne du flanc, nous aurons les mesures proportionnées, en sorte que la ligne de defence A F aura cent vingt thoises, qui est la portée du Mousquet.

Figure 7.41

Errard, Jean, *La Fortification…*, *op. cit.*, Second livre, p. 40.

DE LA DEMONSTRATION DE L'HEXAGONE.

CHAPITRE III.

L'Hexagone a l'Angle du Centre de ſoixante degrez, & eſt la premiere Figure Reguliere, qui peut eſtre commodément fortifiée. Comme ſoit le coſté de l'Hexagone B C, & ſoit faict l'Angle G B E de quarante-cinq degrez d'ouuerture, afin d'auoir l'Angle G B N droict. Soient tirées les lignes droictes C K E, & B G L égales. Il eſt éuident que l'Angle flanquant B D C, aura cent cinquante degrez d'ouuerture, *par la trente-deuxiéme propoſition du premier Liure d'Euclide* (eſtans les Angles D B Y, & D C Y égaux, & chacun de quinze degrez:) Apres ſoit l'Angle G B E coupé en deux également, comme de la ligne B F, *par la neufiéme du premier d'Euclide.* Puis ſoit tiré le Cercle du Centre F, qui touche ſeulement les lignes B D, & B O, *par la quatriéme du quatriéme d'Euclide.* Soit auſſi tirée la perpendiculaire F G. Il ſera manifeſte que G F D ſera de ſoixante degrez (G D F eſtant de trente:) Car les trois Angles d'vn Triangle Rectiligne ſont égaux à deux droicts, *par la trente-deuxiéme du premier d'Euclide.* *Premiere partie eſſentielle.*

Or G F eſt égale à F Z: le Triangle F G Z ſera donc équilateral, & s'enſuiura que Z D ſera égale à Z G, (c'eſt à dire, à F Z:) Car l'Angle Z D G eſt de trente degrez, comme Z G D.

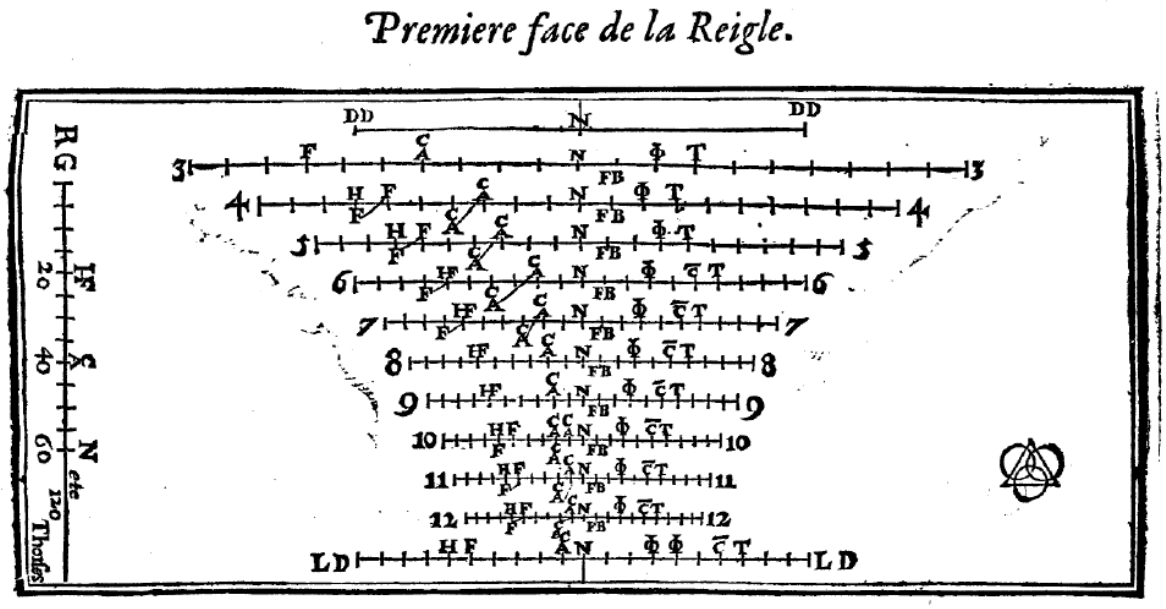
Soit donc poſée F G de ſeize thoiſes, afin que ceſte épeſſeur ſoit ſuffiſante de reſiſter à vne batterie de douze Canons, qui eſt la moindre que doit auoir vne Armée aſſaillante, (comme nous auons dict:) F D ſera de trente-deux thoiſes, & G D d'enuiron vingt-ſept trois quarts. Et ſoit menée l'autre perpendiculaire F H égale à F G, & continuée la ligne droicte G F vers O: Il eſt certain que F H, & H O eſtans égales, F O contiendra vingt-deux thoiſes deux tiers; & la toute G O (ou B G, que nous appellerons Pand) trente-huict thoiſes deux tiers, joints à G D, vingt-ſept thoiſes trois quarts, feront enſemble ſoixante-ſix thoiſes vn tiers, & vn douziéme de thoiſes: Tellement que la toute B I (qui ſera dicte ligne de defence) ſera nonante-huict thoiſes & demye: & F I (qui s'appellera Courtine) de ſoixante & vne thoiſes deux tiers. *Pand.* *Ligne de defence.* *Courtine.*

Or comme F I eſt à I K, ainſi B D eſt à D Y (B C & F I eſtans paralleles: Il s'enſuiura donc de ceſte proportion, que B D contenant ſoixante-ſix thoiſes vn tiers, D Y ſera de ſeize thoiſes & enuiron deux tiers: Et par conſequent B Y de ſoixante-quatre thoiſes vn quart: & la toute B C de cent vingt-huict & demye: Ce qu'il falloit demonſtrer. Tellement que ceſte Fortification eſt accomplie, ſuiuant les quatre parties eſſentielles, deſcrites cy-deuant.

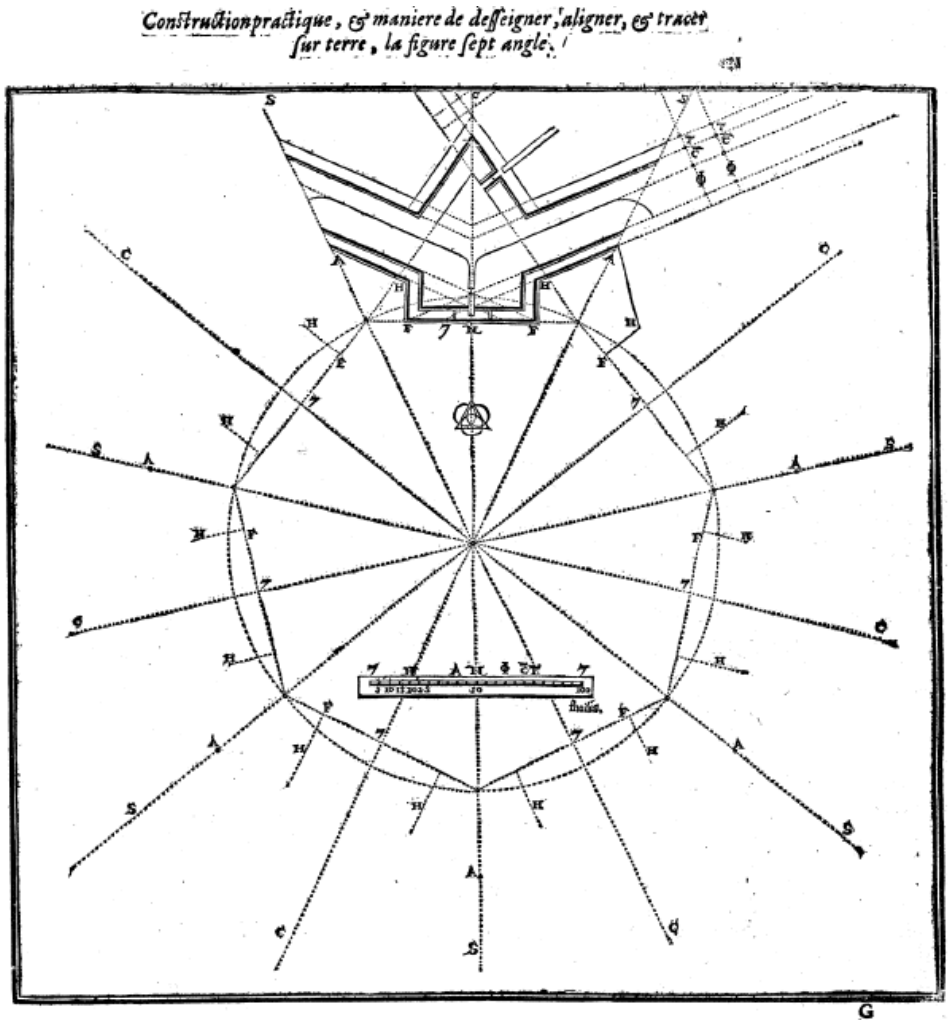
L

Figure 7.42

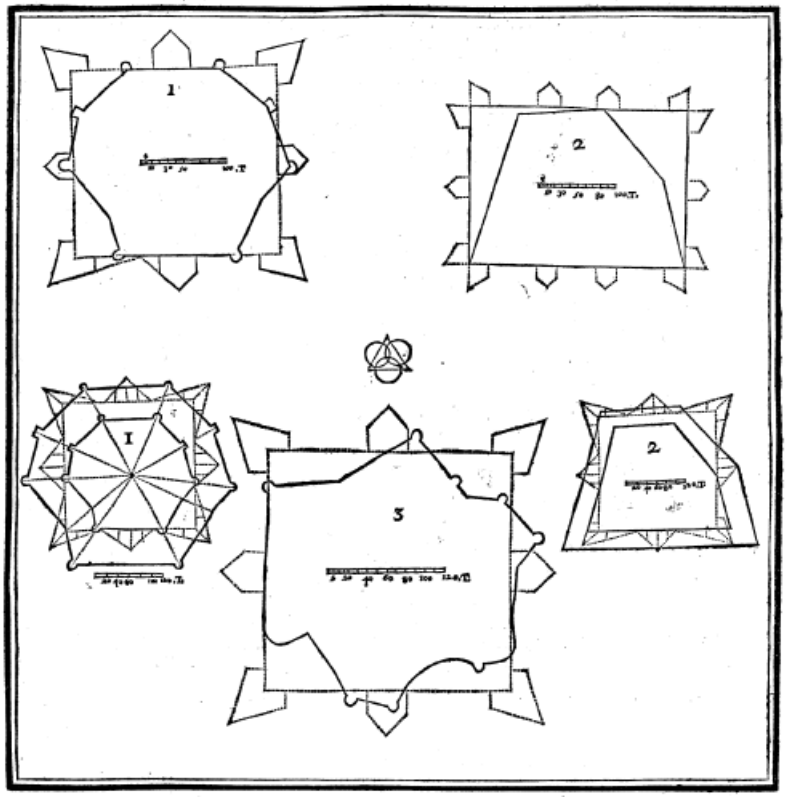
Errard, Jean, *La Fortification…*, *op. cit.*, Second livre, p. 41.



Figures 7.43 et 7.44
Fabre, Jean, *Les Practiques du Sieur Fabre…*, *op. cit.*, p. 22 et 25.

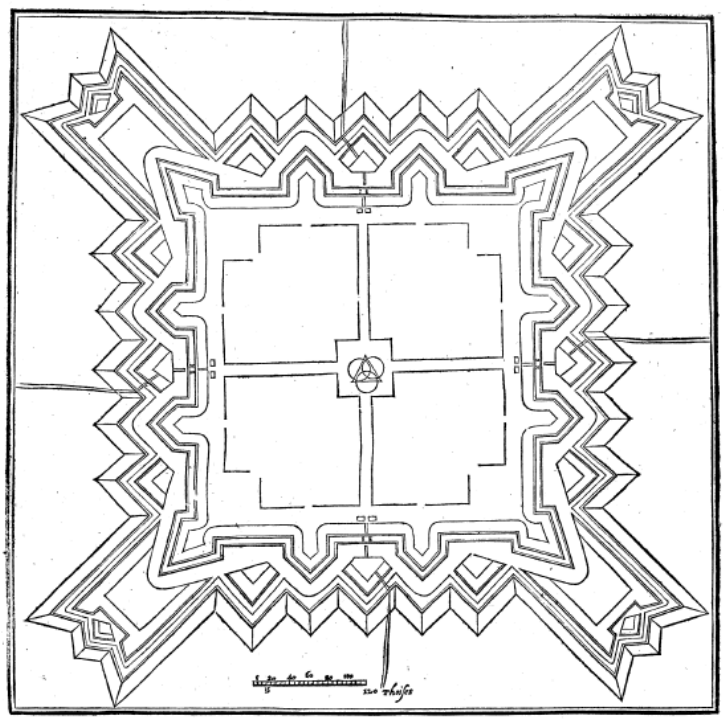


Trois figures d'Errard, prinſes du 13. 14. & 15. ch. de ſon troiſieſme liure, reduittes à l'angle droit.



Figures 7.45 et 7.46
Fabre, Jean, *Les Practiques du Sieur Fabre*…, 1629, p. 118 et 124 [CNUM]

Grand quadrangle, accomply en toutes ſes parties, tant au dedans qu'au dehors.



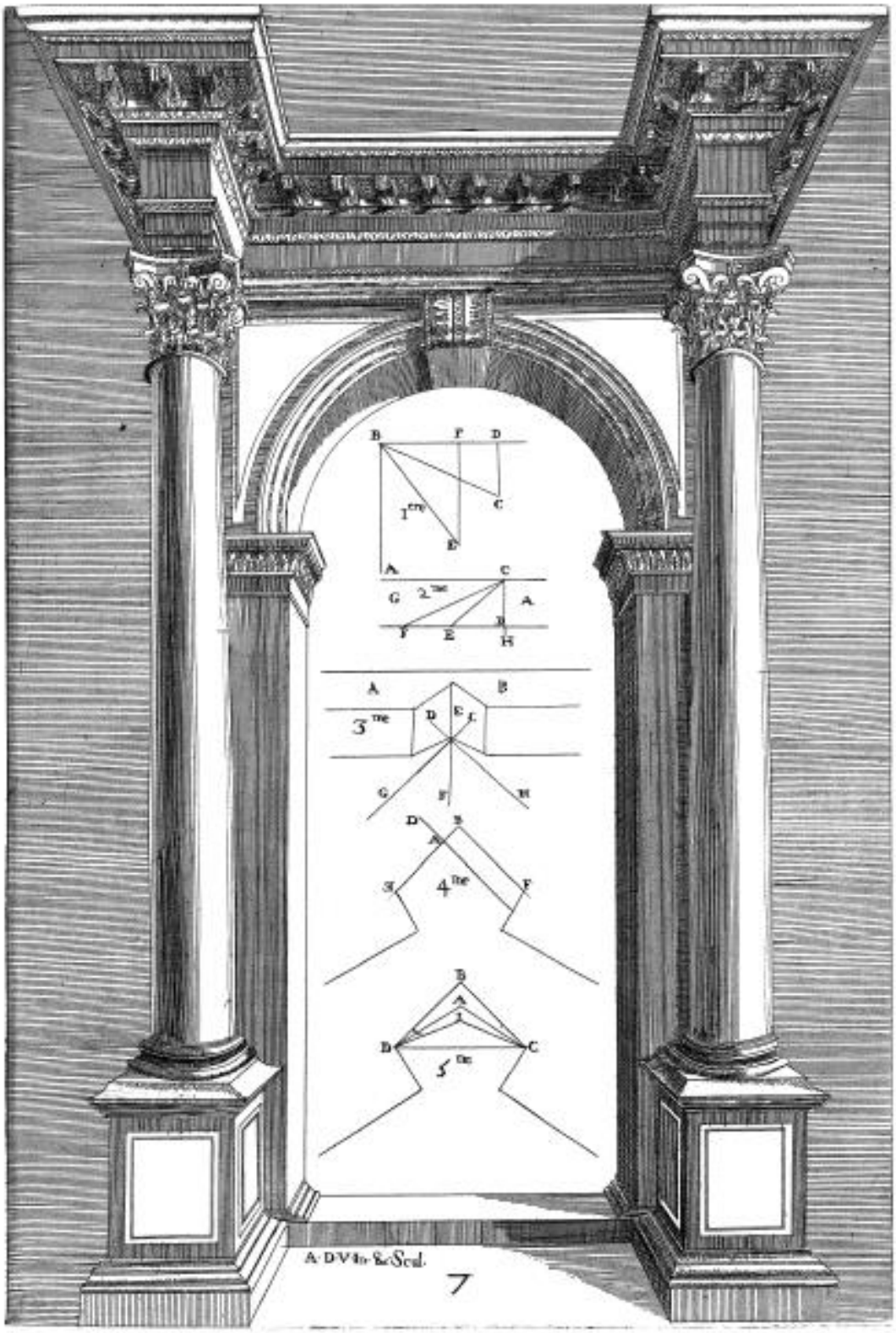


Figure 7.47
Ville, Antoine de, *Les Fortifications*…, 1628, planche VII, p. 63 [CNUM]

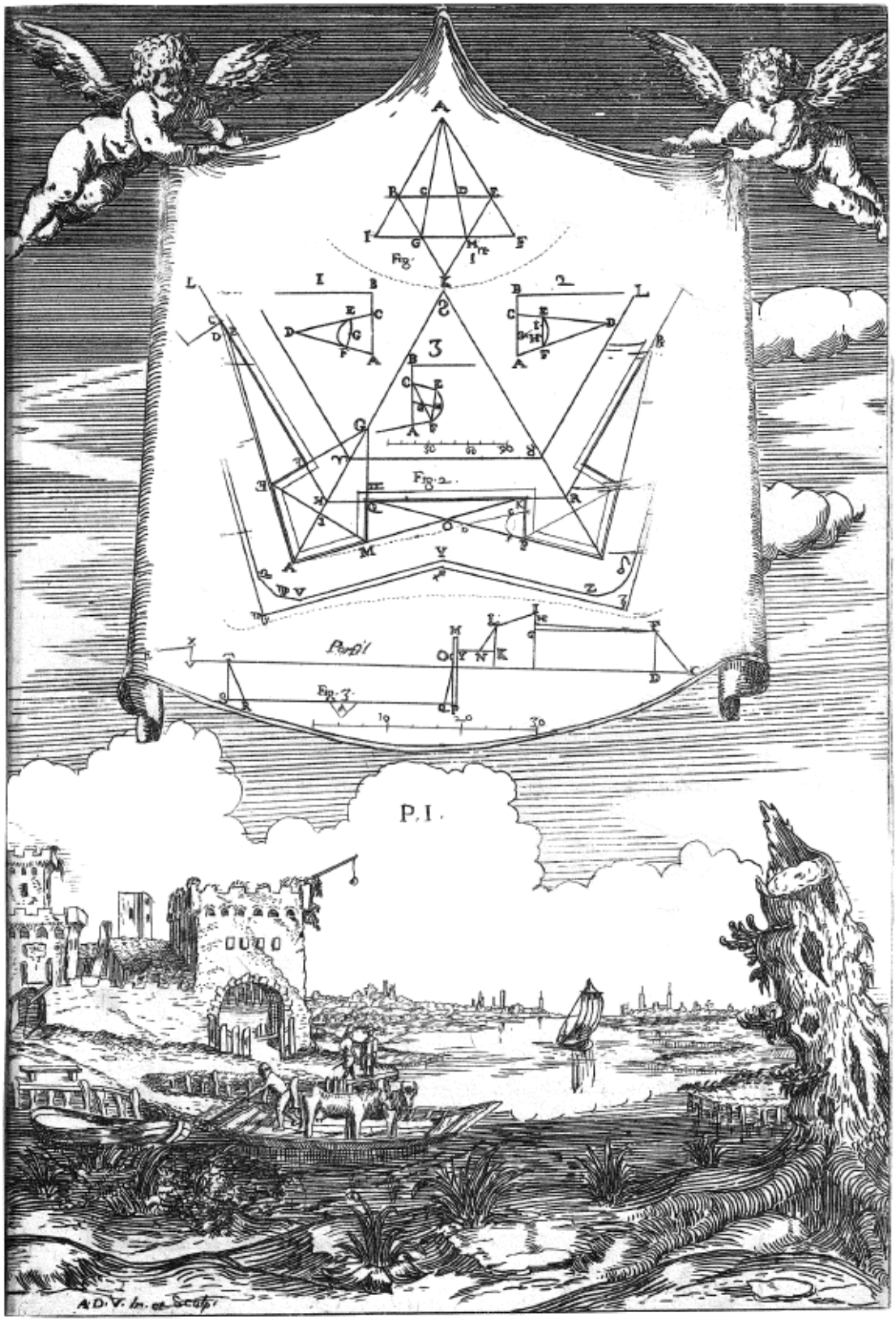
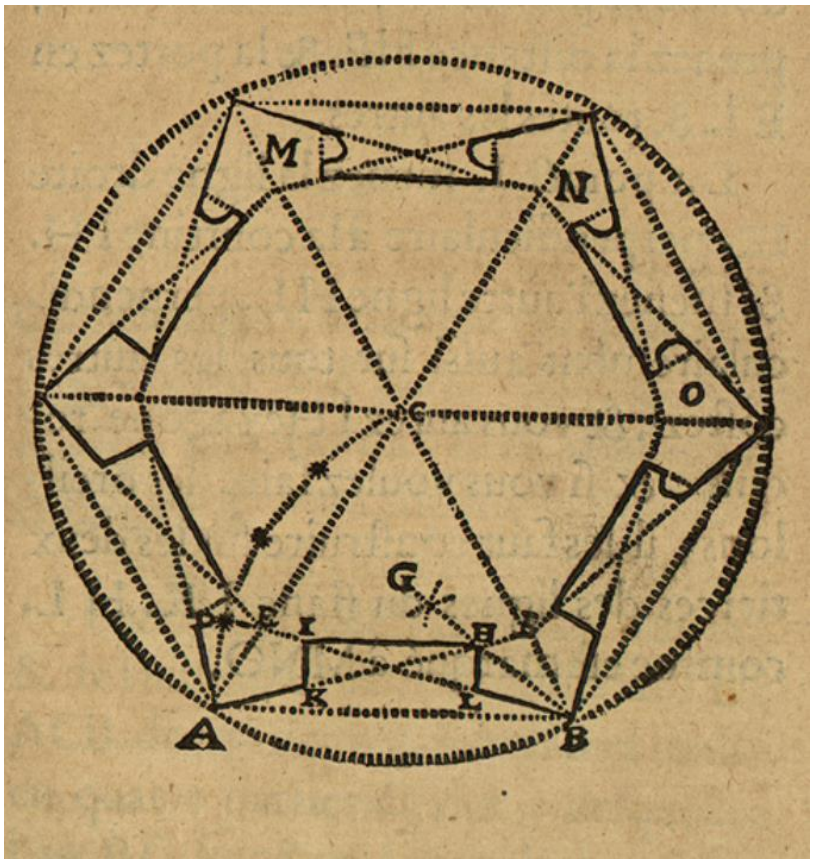
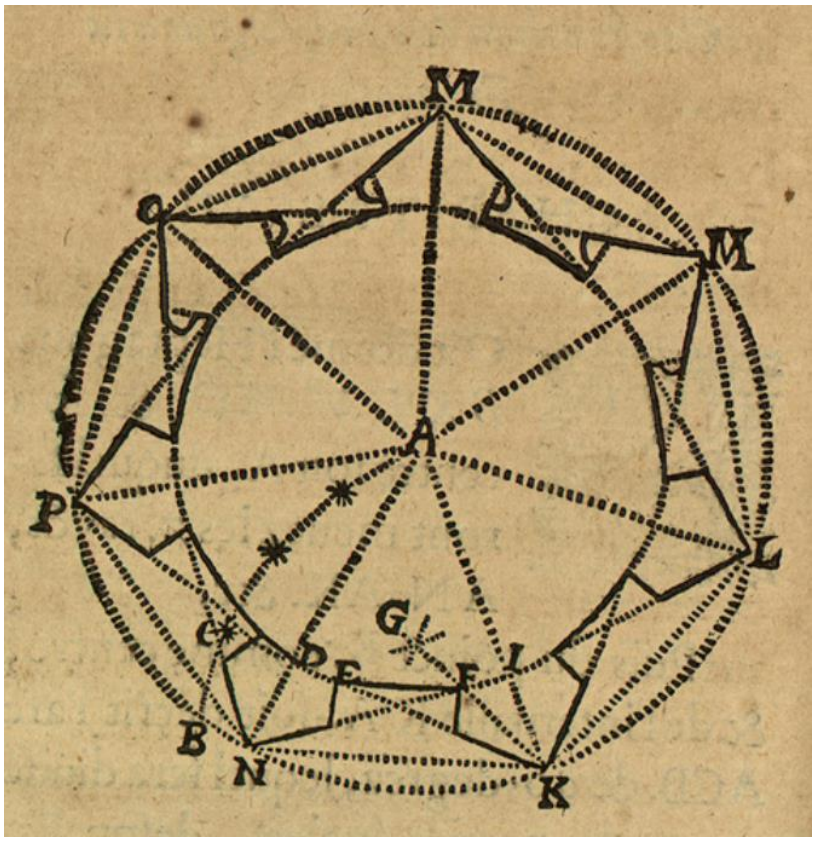


Figure 7.48
Ville, Antoine de, *Les Fortifications*…, *op. cit.*, planche I, p. 21.



Figures 7.49 et 7.50
Malthe, François de, *Traité des feux artificiels*…, 1629, p. 187 et 190 resp. [e-rara]



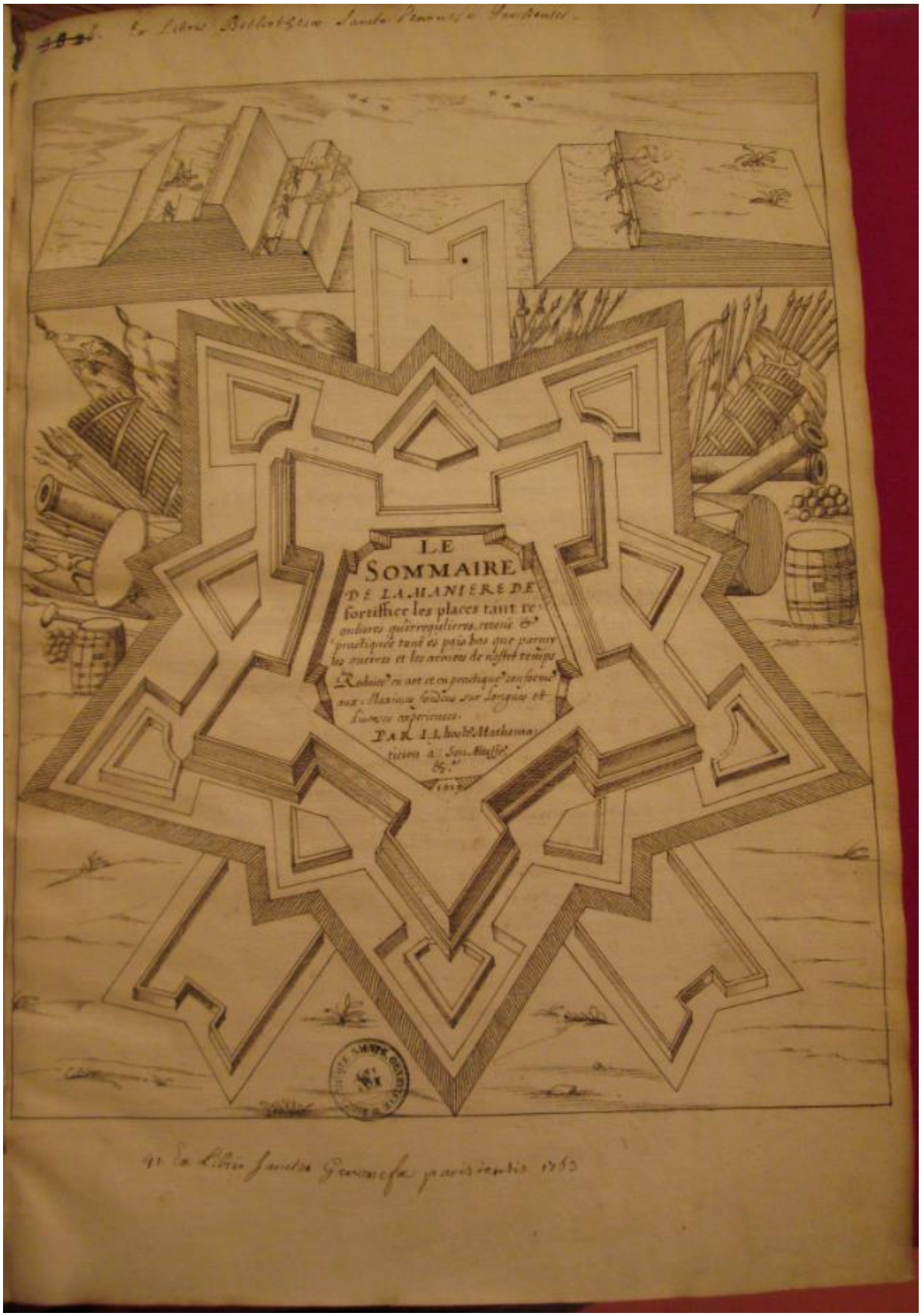


Figure 7.51
L'Hoste, Jean, *Le Sommaire de la manière de fortifier les places*…, 1629, frontispice.
Ms 1062, Bibliothèque Sainte Geneviève.

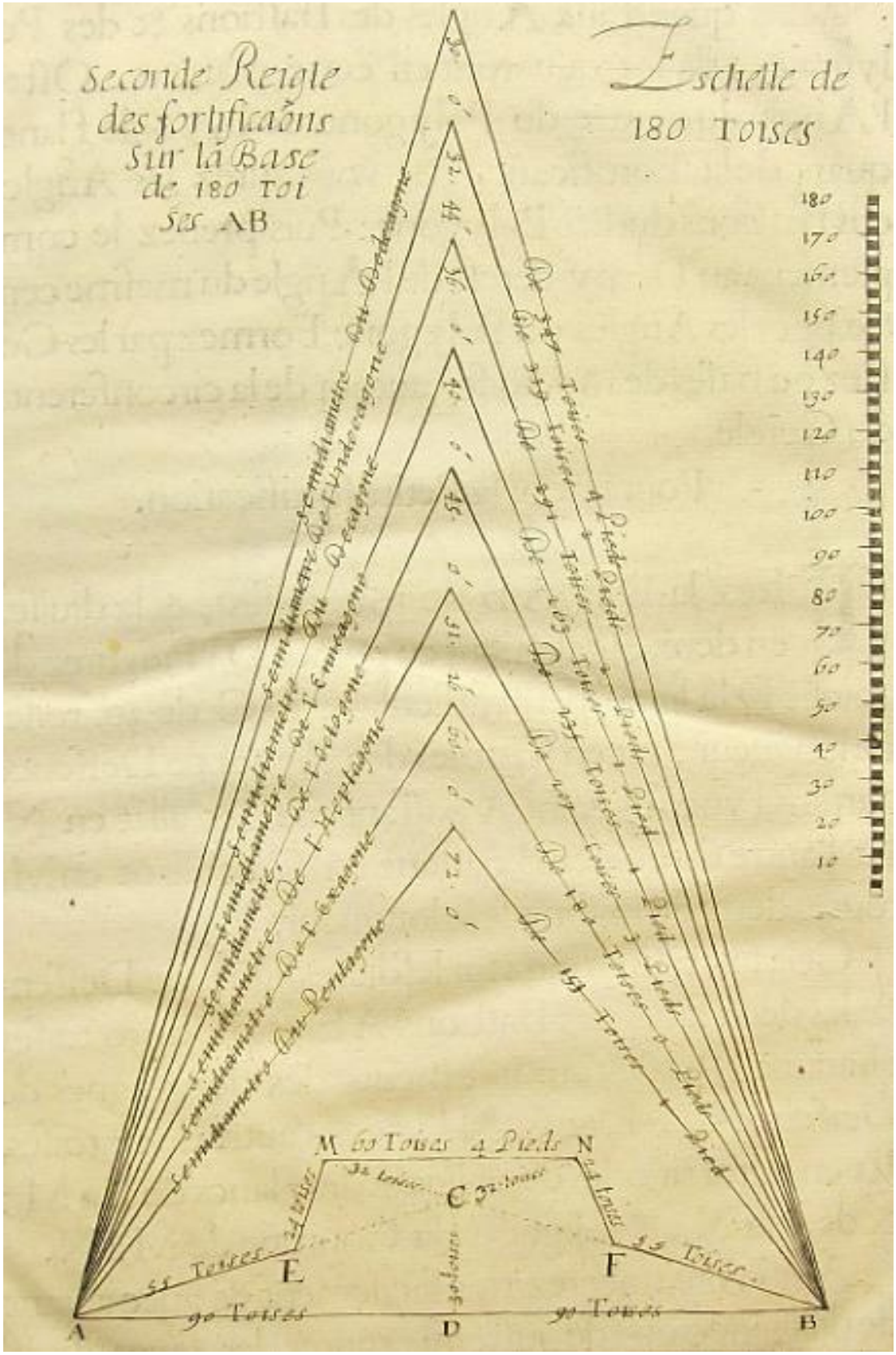


Figure 7.52
Pagan, Blaise François Comte de, *Les Fortifications*…, 1645, p. 17..
FA r.4.1460, Médiathèque de Troyes.

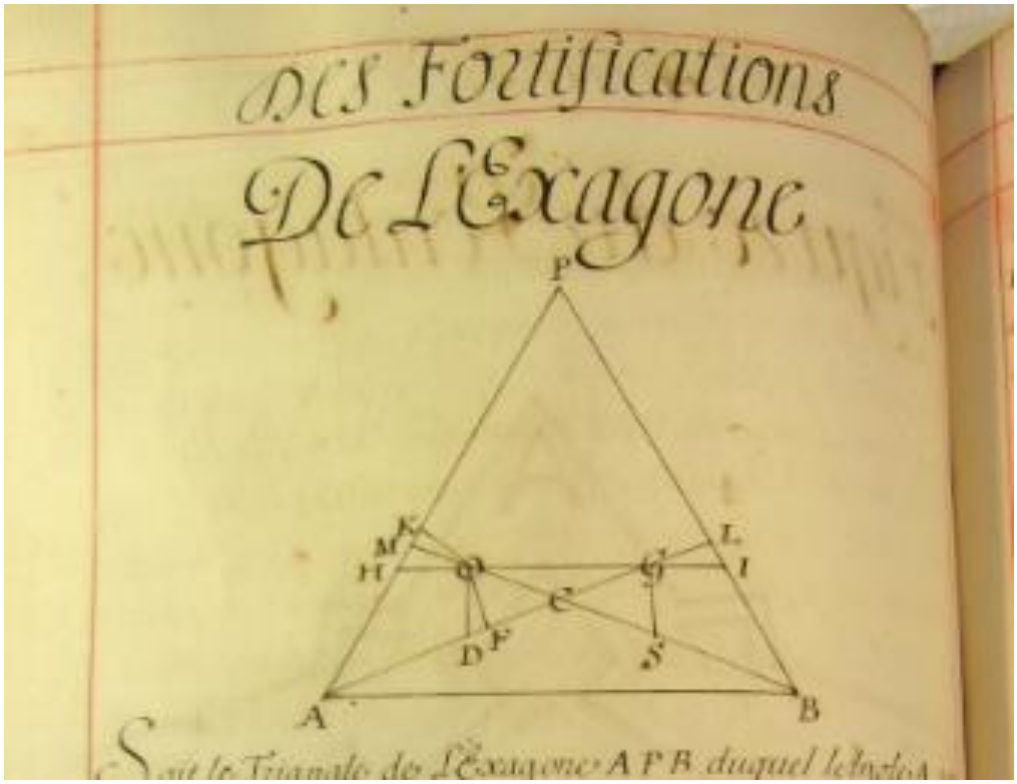


Figure 8.1

Clugny, Anthoine de, *Leçons de géométrie et géographie, et autres recueils*, fol. 289v.
Ms CT 16, Bibliothèque de l'Assemblée nationale, Paris.

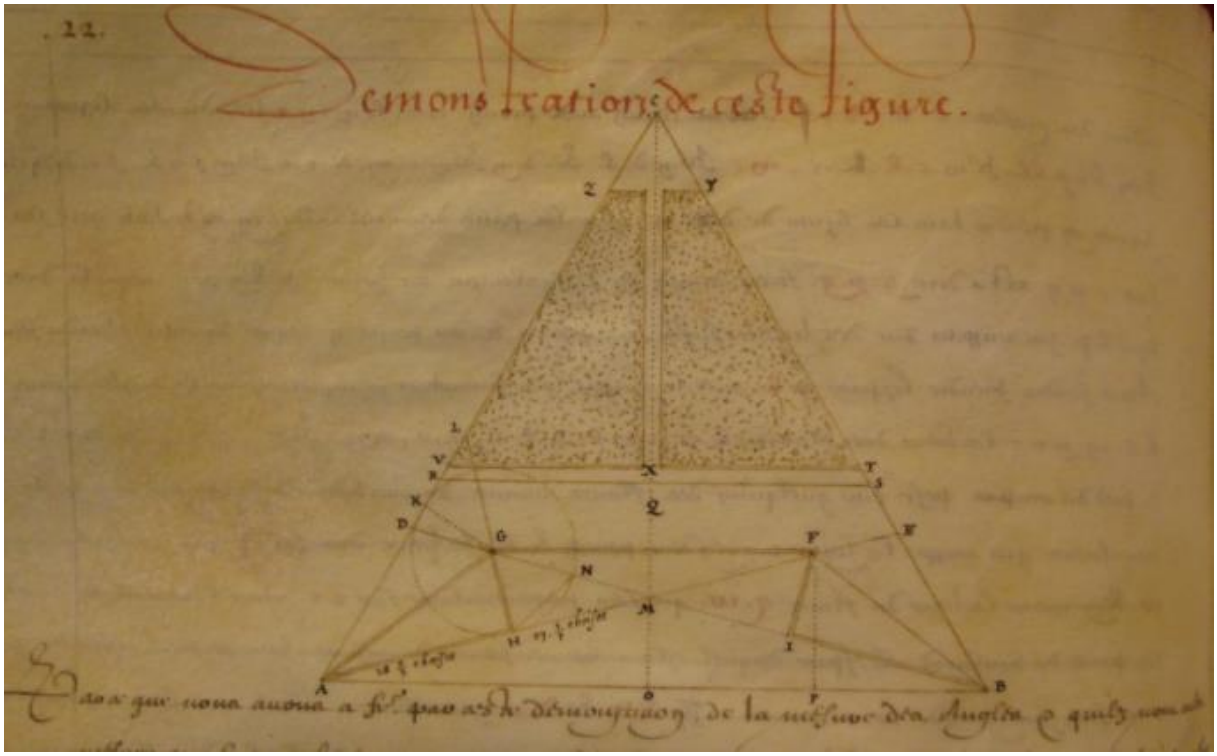


Figure 8.2

Le Vasseur, Guillaume, *Traicté des Fortifications…*, p. 22.
Ms français 19 109, Bibliothèque nationale de France.

Figures 8.3 & 8.4

Le Vasseur, Guillaume, *Traicté des Fortifications…*, *op. cit.*, p. 31 & 42.

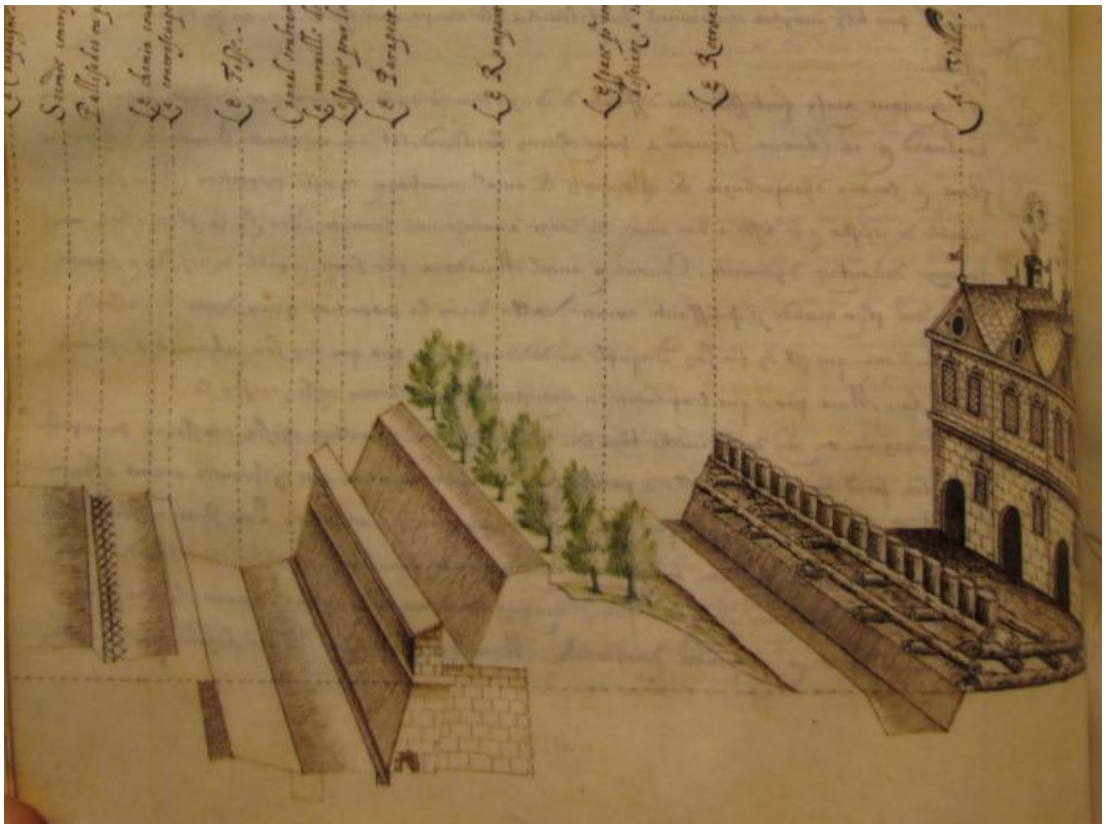


TABLE CONTENANT LES COSTEZ des figures regulieres depuis le triangle iuſques à la figure de 80 coſtez, le diametre du cercle circonſcriuant icelles figures, eſtant posé de 200000, ou le Sinus total 100000.

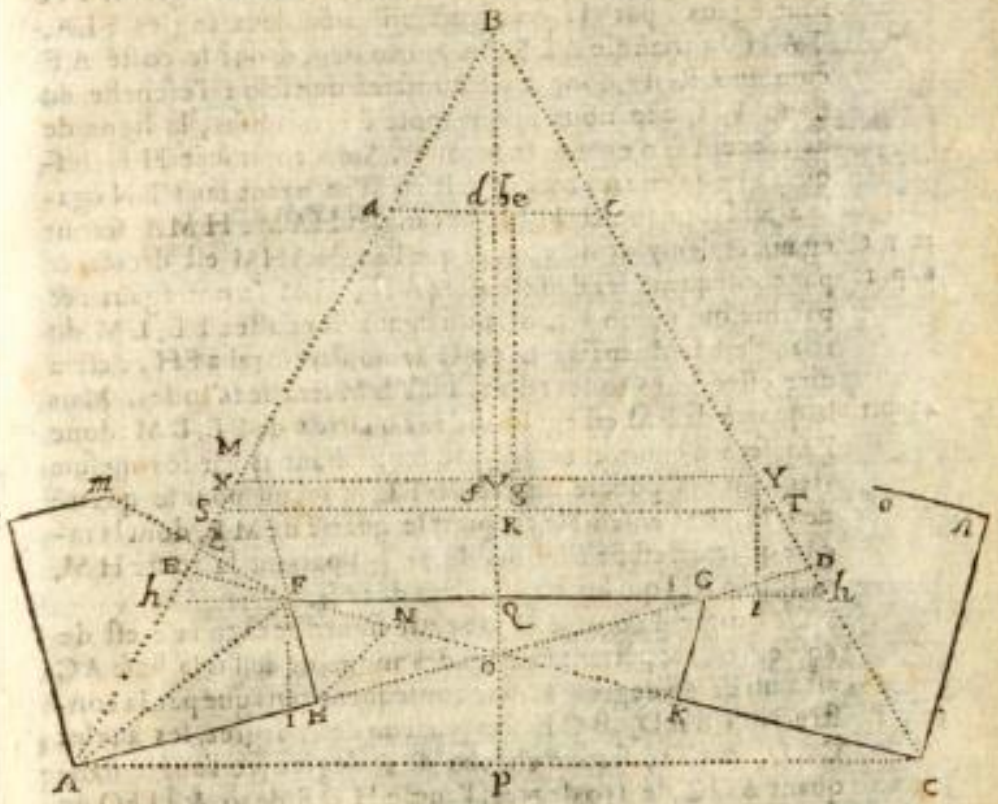
No. des coſtez	Les coſt. des fig. reg. le dia. eſtant posé de 100000. ou le total Sinus de 100000.	No. des coſtez	Les coſt. des fig. reg. le dia. eſtant posé de 100000. ou le total Sinus de 100000.	No. des coſtez	Les coſt. des fig. reg. le dia. eſtant posé de 100000. ou le Sin. total 100000.	No. des coſtez	Les coſt. des fig. reg. le dia. eſtant posé de 100000. ou le total Sinus 100000.
3	173205	23	27233	43	14599	63	9969
4	141422	24	26105	44	14268	64	9814
5	117557	25	25067	45	13951	65	9663
6	100000	26	24107	46	13648	66	9516
7	86777	27	23219	47	13359	67	9374
8	76537	28	22393	48	13081	68	9237
9	68403	29	21624	49	12814	69	9103
10	61804	30	20906	50	12558	70	8973
11	56347	31	20234	51	12312	71	8847
12	51764	32	19603	52	12076	72	8724
13	47863	33	19011	53	11848	73	8604
14	44504	34	18454	54	11629	74	8488
15	41582	35	17928	55	11418	75	8375
16	39018	36	17431	56	11214	76	8265
17	36750	37	16961	57	11018	77	8158
18	34730	38	16516	58	10828	78	8053
19	32919	39	16093	59	10644	79	7951
20	31287	40	15692	60	10467	80	7852
21	29808	41	15310	61	10296		
22	28463	42	14946	62	10130		

Reſte vne regle generale, par laquelle eſtant cogneu l'aire

Figure 8.5

Henrion, Didier, *Memoires mathematiques...*, Volume 1, Paris 1613, p. 313 [e-rara]

perpendiculaire à A D, si la figure proposee a fortifier est vn hexagone, heptagone, ou octogone : mais si ladite figure est



vn Enneagone, ou autre polygone ayant plus d'angles & de costez qu'iceluy Enneagone, soit tiré le flanc FI perpend. à la courtine FG: ce faict soit pris CK égal à AH ou à AI, & tiré le flanc GK ; & ainsi seront construits les deux demy bastions AHFE, CKGD, & la courtine d'entre deux : Et descriuant de mesme toutes autres portions du polygone ; ie dis que ceste figure sera construite & fortifiée selon toutes les maximes precedentes.

Car premièrement il est manifeste que l'angle flanqué HAX est droict, estans HAB, BAX chacun de 45 degrez par la construction: & aussi que la courtine FG, qui est l'vne des faces dudit polygone est garnie de deux flancs FH, GK, chacun desquels nous posons de 16 toises, pour seruir d'eschelle en ceste figure, que nous posons estre hexagonale.

Figure 8.6

Henrion, Didier, *Memoires mathematiques...*, *op. cit.*, p. 347.

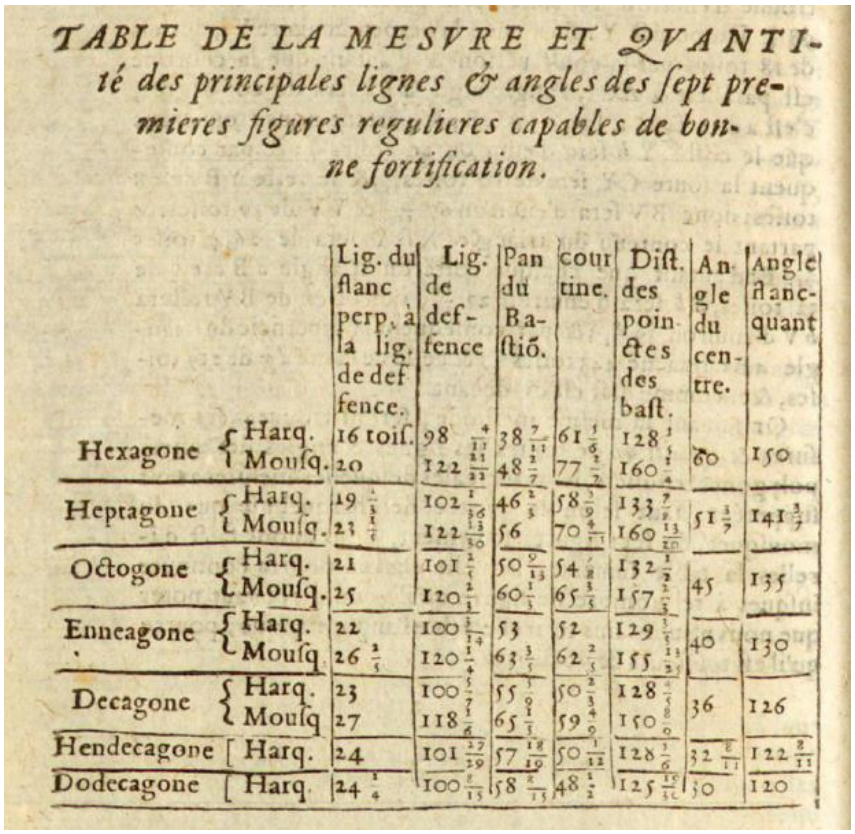
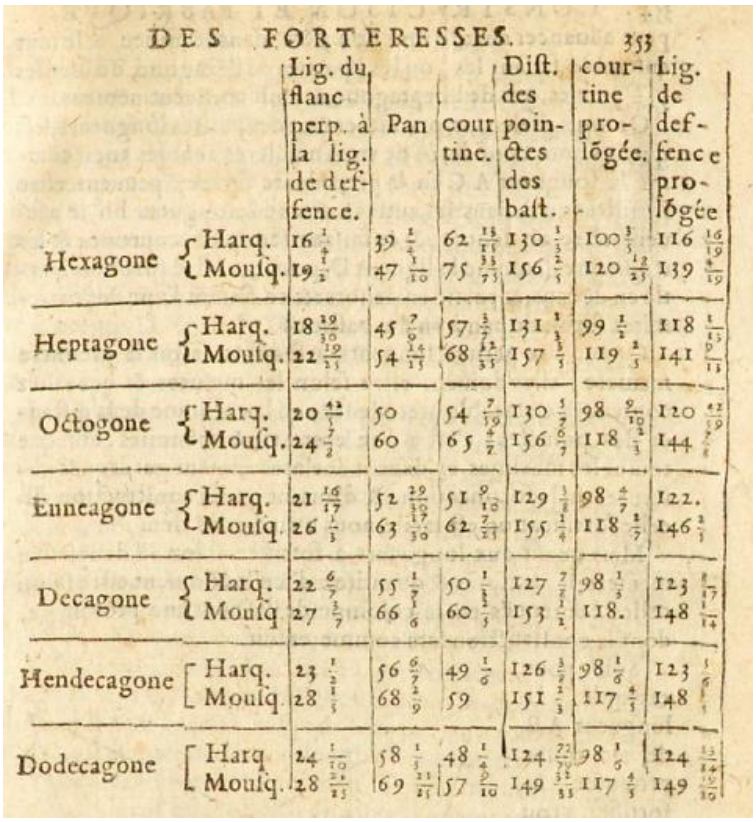


TABLE DE LA MESVRE ET QVANTITÉ des principales lignes & angles des sept premieres figures regulieres capables de bonne fortification.

		Lig. du flanc perp. à la lig. de defence.	Lig. de defence	Pan du Bastiõ.	courtine.	Dist. des pointes des bast.	Angle du centre.	Angle flanc-quant
Hexagone	Harq.	16 toiſ.	98 $\frac{4}{11}$	38 $\frac{7}{11}$	61 $\frac{1}{6}$	128 $\frac{1}{5}$	60	150
	Mouſq.	20	122 $\frac{21}{22}$	48 $\frac{2}{7}$	77 $\frac{1}{2}$	160 $\frac{1}{4}$		
Heptagone	Harq.	19 $\frac{1}{3}$	102 $\frac{1}{36}$	46 $\frac{2}{3}$	58 $\frac{2}{9}$	133 $\frac{7}{9}$	51 $\frac{3}{7}$	141 $\frac{3}{7}$
	Mouſq.	23 $\frac{1}{7}$	122 $\frac{13}{50}$	56	70 $\frac{4}{11}$	160 $\frac{13}{20}$		
Octogone	Harq.	21	101 $\frac{2}{5}$	50 $\frac{9}{13}$	54 $\frac{2}{8}$	132 $\frac{1}{2}$	45	135
	Mouſq.	25	120 $\frac{2}{3}$	60 $\frac{1}{3}$	65 $\frac{3}{5}$	157 $\frac{3}{5}$		
Enneagone	Harq.	22	100 $\frac{3}{14}$	53	52	129 $\frac{5}{5}$	40	130
	Mouſq	26 $\frac{2}{5}$	120 $\frac{1}{4}$	63 $\frac{3}{5}$	62 $\frac{2}{5}$	155 $\frac{13}{25}$		
Decagone	Harq.	23	100 $\frac{5}{7}$	55 $\frac{1}{3}$	50 $\frac{2}{3}$	128 $\frac{1}{5}$	36	126
	Mouſq	27	118 $\frac{1}{6}$	65 $\frac{1}{3}$	59 $\frac{4}{9}$	150 $\frac{0}{0}$		
Hendecagone	Harq.	24	101 $\frac{27}{29}$	57 $\frac{18}{19}$	50 $\frac{1}{12}$	128 $\frac{3}{6}$	32 $\frac{8}{11}$	122 $\frac{8}{11}$
Dodecagone	Harq.	24 $\frac{1}{4}$	100 $\frac{8}{15}$	58 $\frac{2}{15}$	48 $\frac{1}{2}$	125 $\frac{15}{30}$	30	120

Figures 8.7 & 8.8

Henrion, Didier, *Memoires mathematiques...*, *op. cit.*,, p. 352 et 353 resp.



DES FORTERESSES. 353

		Lig. du flanc perp. à la lig. de defence.	Pan	courtine.	Dist. des pointes des bast.	courtine prolõgée.	Lig. de defence prolõgée
Hexagone	Harq.	16 $\frac{1}{4}$	39 $\frac{1}{4}$	62 $\frac{15}{15}$	130 $\frac{1}{3}$	100 $\frac{3}{5}$	116 $\frac{16}{19}$
	Mouſq.	19 $\frac{1}{2}$	47 $\frac{1}{10}$	75 $\frac{33}{73}$	156 $\frac{2}{5}$	120 $\frac{12}{25}$	139 $\frac{4}{19}$
Heptagone	Harq.	18 $\frac{29}{30}$	45 $\frac{7}{9}$	57 $\frac{3}{7}$	131 $\frac{1}{3}$	99 $\frac{1}{2}$	118 $\frac{1}{15}$
	Mouſq.	22 $\frac{19}{23}$	54 $\frac{14}{15}$	68 $\frac{12}{35}$	157 $\frac{3}{5}$	119 $\frac{2}{5}$	141 $\frac{9}{13}$
Octogone	Harq.	20 $\frac{42}{7}$	50	54 $\frac{7}{19}$	130 $\frac{1}{7}$	98 $\frac{9}{10}$	120 $\frac{42}{19}$
	Mouſq.	24 $\frac{7}{2}$	60	65 $\frac{4}{7}$	156 $\frac{6}{7}$	118 $\frac{2}{3}$	144 $\frac{7}{8}$
Enneagone	Harq.	21 $\frac{16}{17}$	52 $\frac{29}{30}$	51 $\frac{9}{10}$	129 $\frac{1}{3}$	98 $\frac{4}{7}$	122.
	Mouſq.	26 $\frac{1}{3}$	63 $\frac{17}{30}$	62 $\frac{7}{23}$	155 $\frac{1}{4}$	118 $\frac{1}{7}$	146 $\frac{2}{3}$
Decagone	Harq.	22 $\frac{6}{7}$	55 $\frac{1}{7}$	50 $\frac{1}{2}$	127 $\frac{7}{7}$	98 $\frac{1}{3}$	123 $\frac{8}{17}$
	Mouſq	27 $\frac{3}{7}$	66 $\frac{1}{6}$	60 $\frac{1}{3}$	153 $\frac{1}{2}$	118.	148 $\frac{1}{14}$
Hendecagone	Harq.	23 $\frac{1}{2}$	56 $\frac{6}{7}$	49 $\frac{1}{6}$	126 $\frac{3}{9}$	98 $\frac{1}{6}$	123 $\frac{1}{6}$
	Mouſq.	28 $\frac{1}{5}$	68 $\frac{2}{9}$	59	151 $\frac{2}{3}$	117 $\frac{4}{5}$	148 $\frac{1}{7}$
Dodecagone	Harq	24 $\frac{1}{10}$	58 $\frac{1}{3}$	48 $\frac{1}{4}$	124 $\frac{22}{33}$	98 $\frac{1}{6}$	124 $\frac{13}{14}$
	Mouſq.	28 $\frac{21}{23}$	69 $\frac{21}{23}$	57 $\frac{2}{10}$	149 $\frac{13}{33}$	117 $\frac{4}{5}$	149 $\frac{19}{19}$

peut aduancer encore 1 ou 2 ou 3, &c. dans le milieu, & le tout enſemble, faiſans les $\frac{2}{5}$ ou les $\frac{3}{5}$ parties de l'exagone, ou bien les $\frac{2}{7}$, $\frac{3}{7}$ parties, &c. de l'heptagone, & ainſi conſecutiuement.

Or nous parlerons premierement des petites longueurs, leſquelles nous conſiderõs de trois manieres : car les vnes (comme la longueur A C en la precedente figure) peuuent eſtre fortifiees en dedans: les autres (comme la longueur hh) le peuuent eſtre en dehors ; & ce faiſant ſeruir de courtine : & les troiſieſmes (comme la ligne A D) peuuent eſtre fortifiees, partie en dedans, & partie en dehors : & ce faiſant l'vne des extremitez ſeruir de pan à vn des baſtions.

Quant aux petites longeurs à fortifier ſelon la premiere maniere, elles doiuent eſtre ſelon les meſures & quantitez contenuës en la table precedente, en la colomne de la diſtance des poinctes ; c'eſt à dire entre 125 & 158 toiſes, afin que toutes les maximes cy deuant declarees, ſoient gardees & obſeruees en la fortification : & d'autant que la conſtruction d'icelle fortification eſt facile, nous n'en dirons rien.

Mais quant aux longueurs à fortifier ſelon la deuxieſme maniere, les meſures & quantitez d'icelles doiuent eſtre ſelon celles contenuës en la colomne de la courtine prolongee, dont la conſtruction ſera comme enſuit.

Soit pour exemple la longueur A B de 110 toiſes propoſee à fortifier. Trouuant à propos de faire aux extremitez d'icelle lõgueur deux demi baſtions d'vn decagone, nous ferons les angles A B C & BAD chacun de 72 degrez : puis l'angle CBE de 45 degrez, faiſant BE égale à la lig. de deffence, la quãtité de laquelle nous ſçaurons par la regle de trois : diſant, ſi 118 donnent 110, que donneront 110, & viendront 111 toiſes $\frac{11}{12}$ pour la longueur de

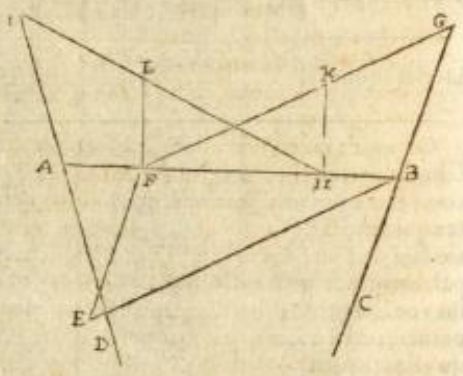


Figure 8.9

Henrion, Didier, *Memoires mathematiques...*, *op. cit.*, p. 354.

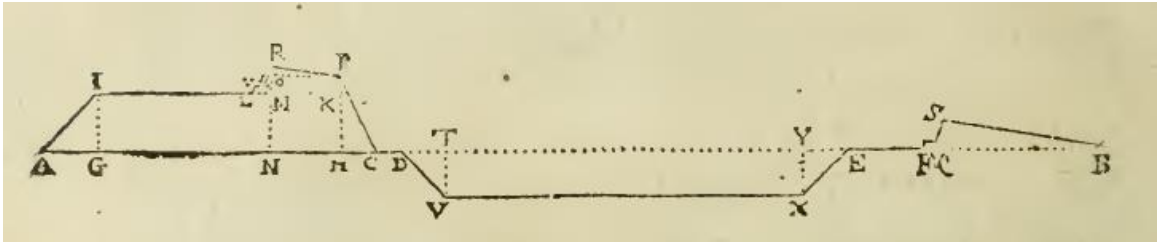


Figure 8.10

Henrion, Didier, *Briefve instruction pour construire les fortifications pratiquees aux Pays Bas...*, p. 46.

Conſtruire vne fortification reguliere de tant de baſtions qu'on voudra par la methode qu'enſeigne Errard.

CAP. VII.

hyp.	8 *eſt nr..baſt.*D.		3.1	fe,kl,km, } *ſnt*
	acbθ *eſt* ⊙.*arbitr.*			ek,*&c.* } 2|2 ∢e.
3.c.1.f.	bc 2|2 ⅛⊙, ⊔ 45g.		1.p.1	el,mk,*&c. ſnt* —,
1.4	bc,bθ,*&c. ſnt* 2|2 ∢e.		12.1	ed ⊥ cl,
1.p.1	ac,ab,aθ*&c. ſnt* —.		3.1	cd, bn, } *ſnt* 2|2 ∢e.
4.c.1.f.	<abf 2|2 45g.			br,*&c.* }
3.1	af,ak,aε *ſnt* 2|2 ∢e.		1.p.1	ed, ln, } *ſnt* —;
1.p.1	ck,bε,θK*&c. ſnt* —,			mr,*&c.* }
9.1	<ecg 2|2 <ecd,		symp.	*Req.eſt*cdelnbr*&c*

Conſtructio auriculæ. Conſtruction de l'orillon.

9.6	dz,zo,oe *ſnt* 2|2∢e
10.1	ei 2|2 oi,
1.p.1	bi,⊔ ni *eſt* —,
31.1	qo,⊔ mo = le,
2.p.1	cdg,⊔cdn *eſt* —,
9.1	<and 2|2 <ani,
9.1	<ahn 2|2 <aho,
12.1	ag ⊥ oh,
3.p.1	aghd *eſt* ⊙.
9.1.	∩dphg *tang:* mo,ni,nd.

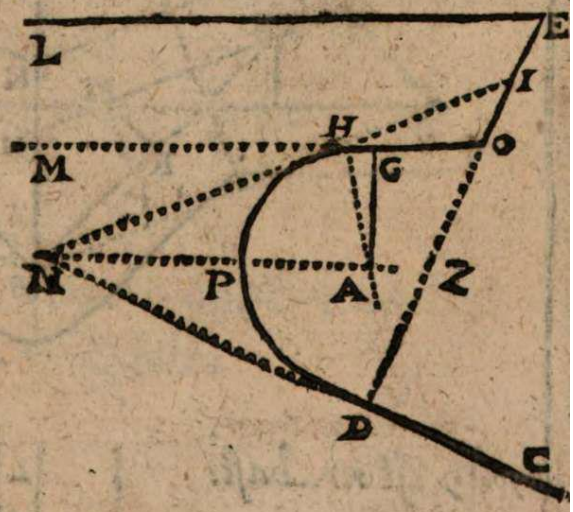


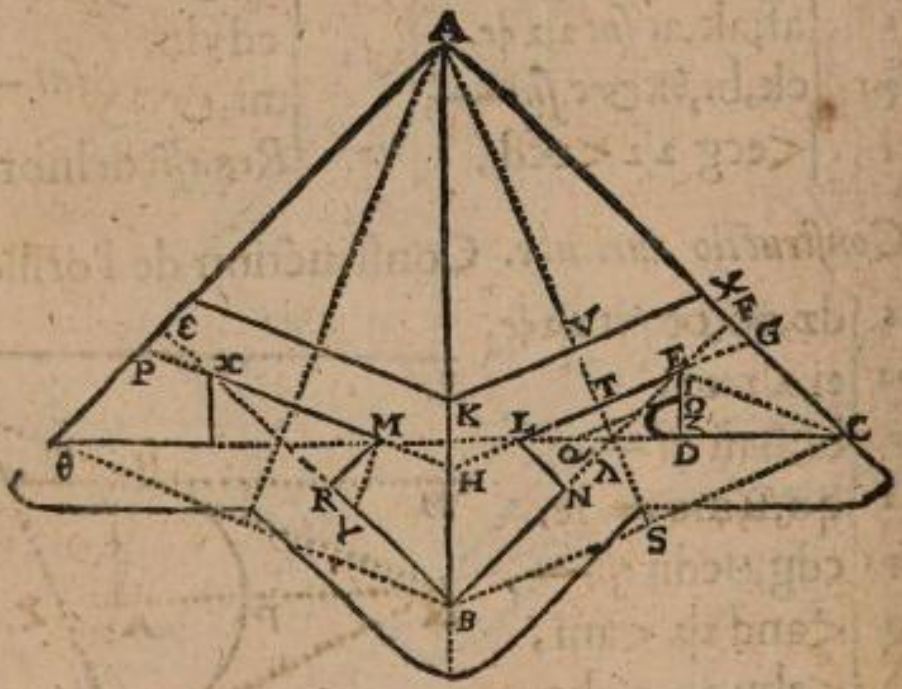
Figure 8.11

Hérigone, Pierre, *Cours de Mathematiques… Tome troisiesme*, Paris, 1634, p. 191 [BSB]

Dato numero propugnaculorum munimenti regularis, methodo præcedente conſtructi, inuenire quantitates angulorum.

D'vne fortification reguliere deſcrite par la methode precedente, eſtant donné le nombre des baſtions, trouuer les quantitez des angles.

CAP. VIII.



hyp.	9 eſt nr.. baſt.		∠bac 2|2 4og.
	9 mſur: 360 ꝑ 40.a	32.1	∠bac + ∠abc + ∠acb 2|2 180
			∠abc

Figure 8.12
Hérigone, Pierre, *Cours de Mathematiques*…, *op. cit*, p. 192.

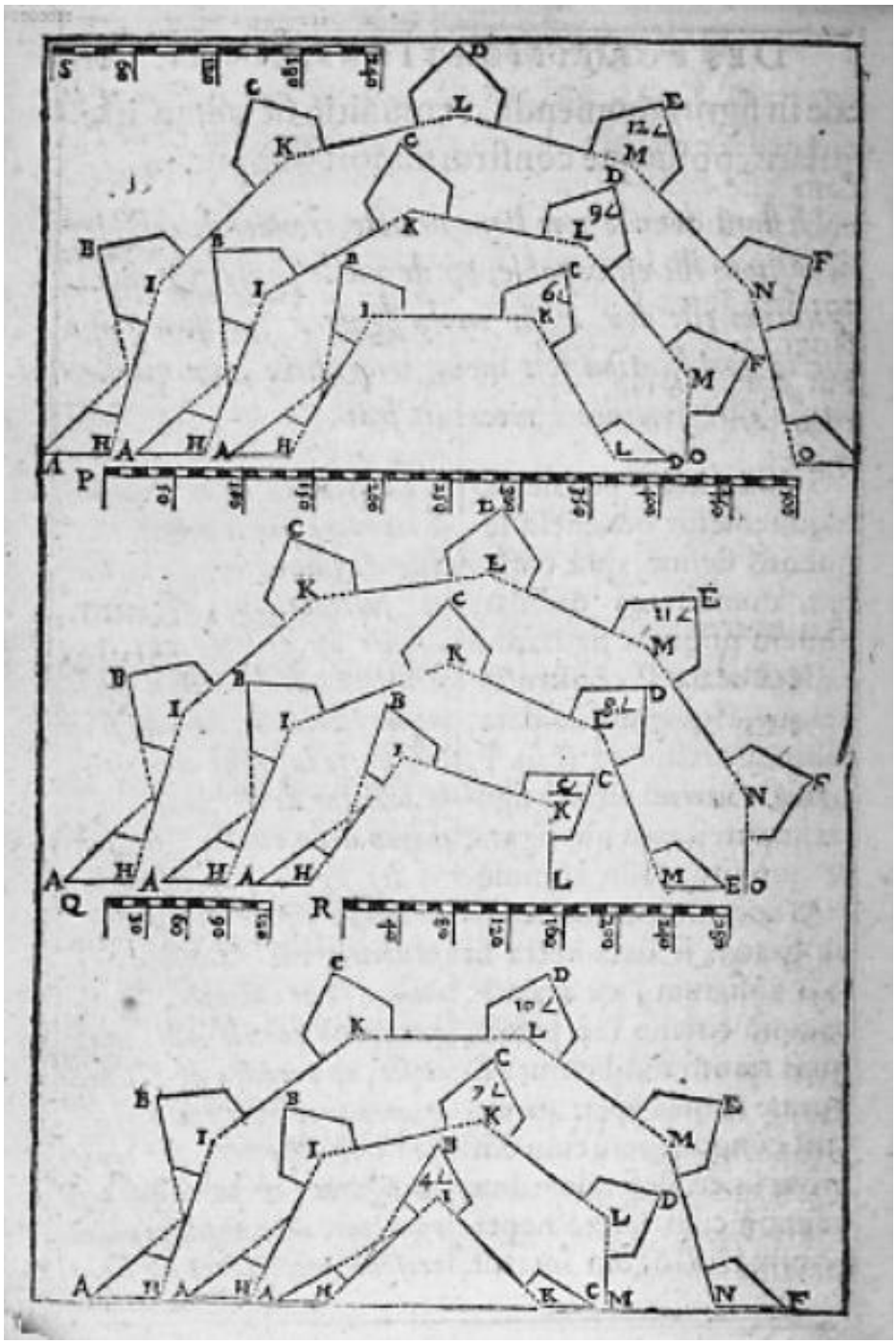


Figure 8.13
Hérigone, Pierre, *Cours de Mathematiques…*, *op. cit.*, p. 212.

Figure 8.14
Chauveau, Jean-Baptiste, *Petit traitté de la fortification moderne…*, Paris, vers 1650, frontispice. Ms 1363, Collection Rosenwald, Library of Congress, Washington, DC [LoC]

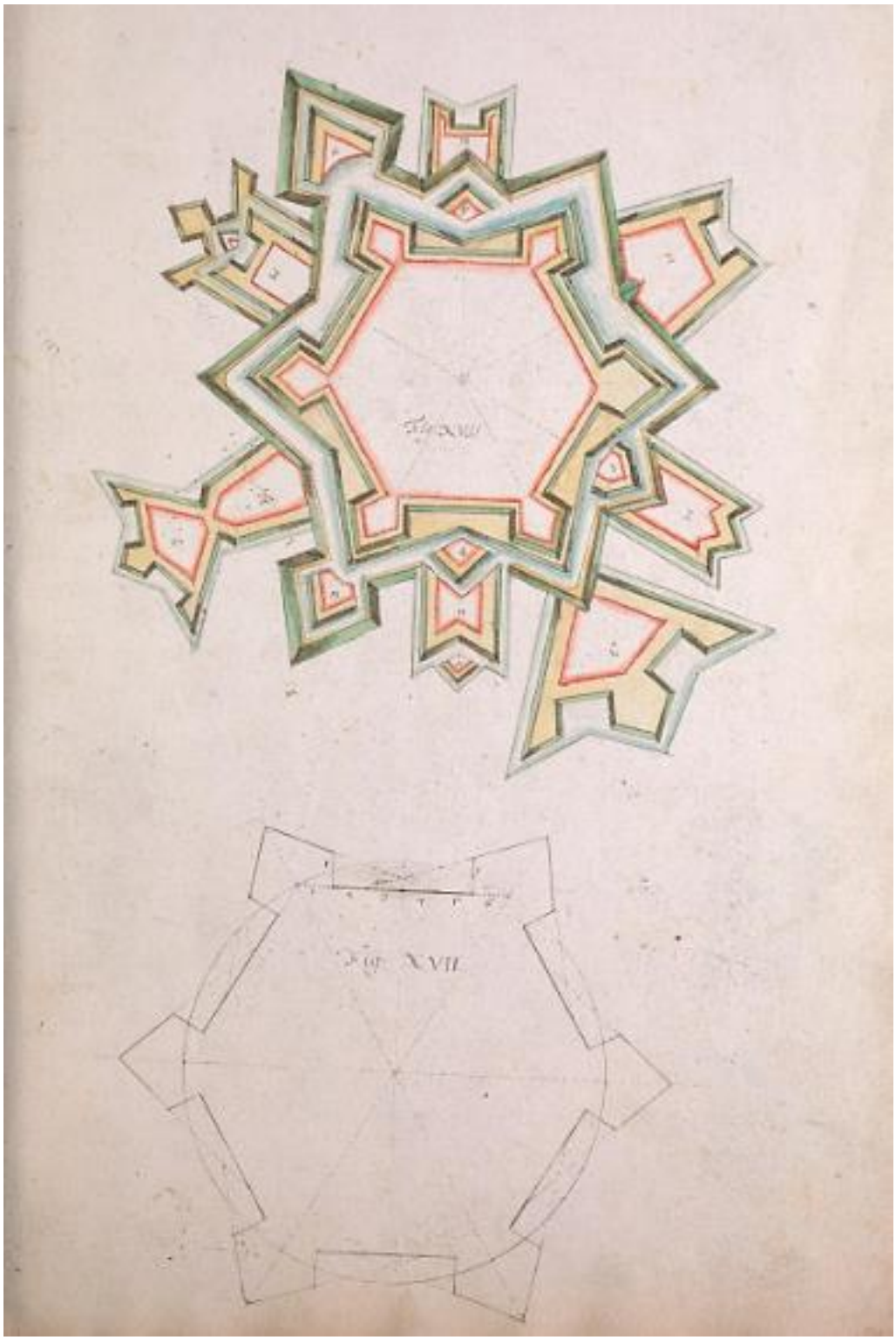
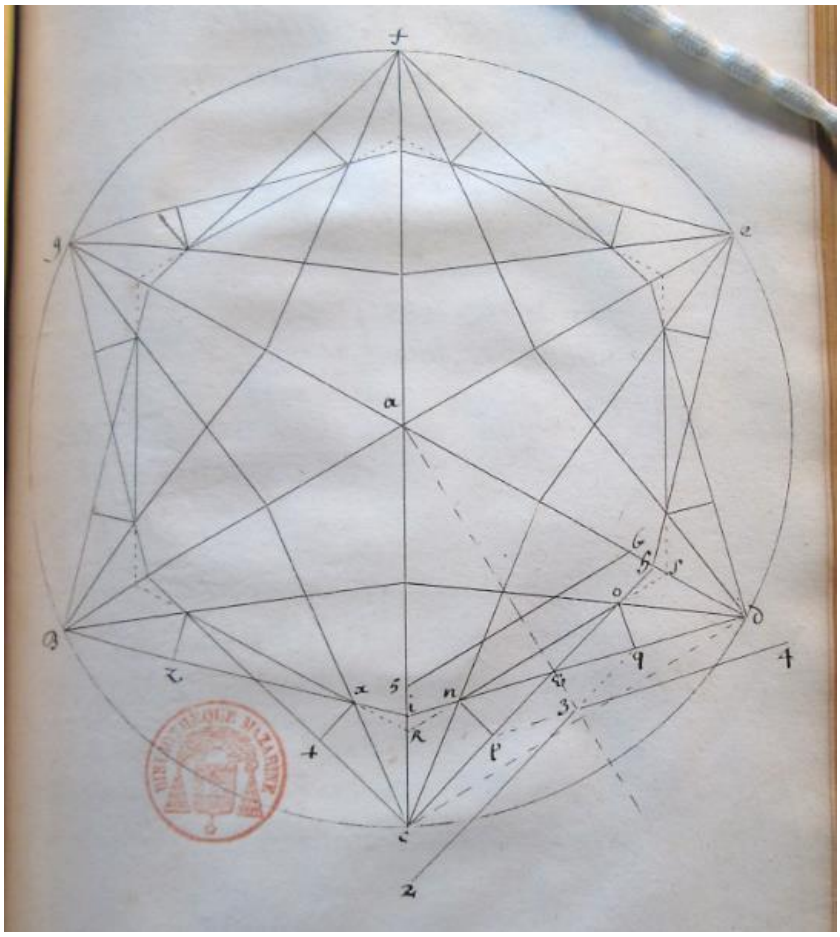
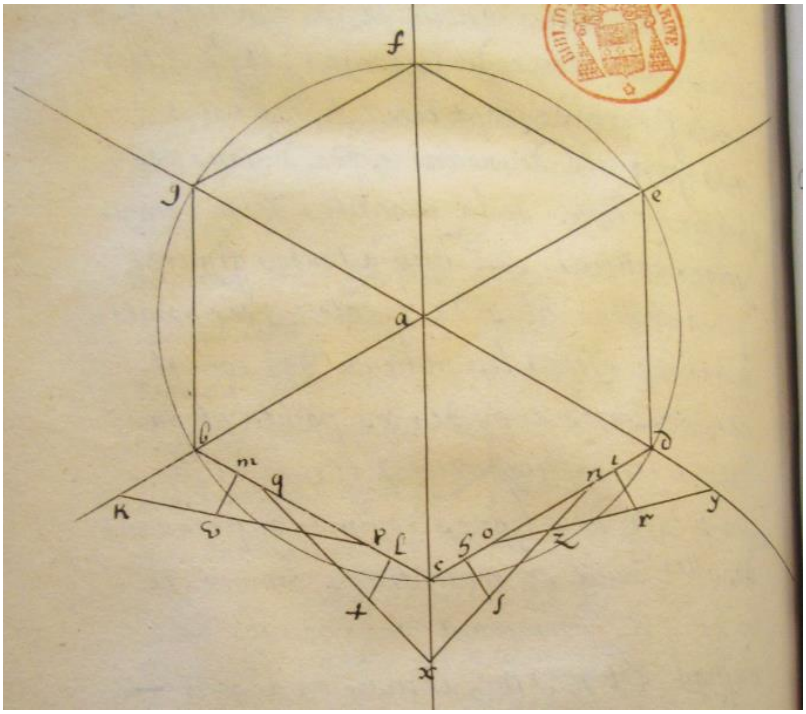


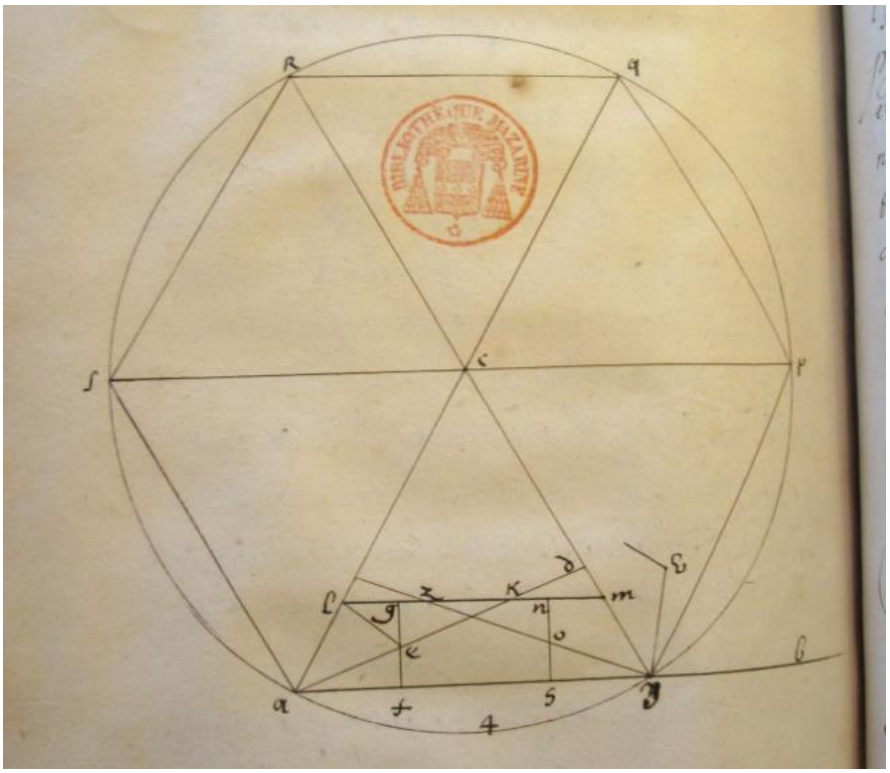
Figure 8.15
Chauveau, Jean-Baptiste, *Petit traitté …*, *op. cit.*, p. 19.



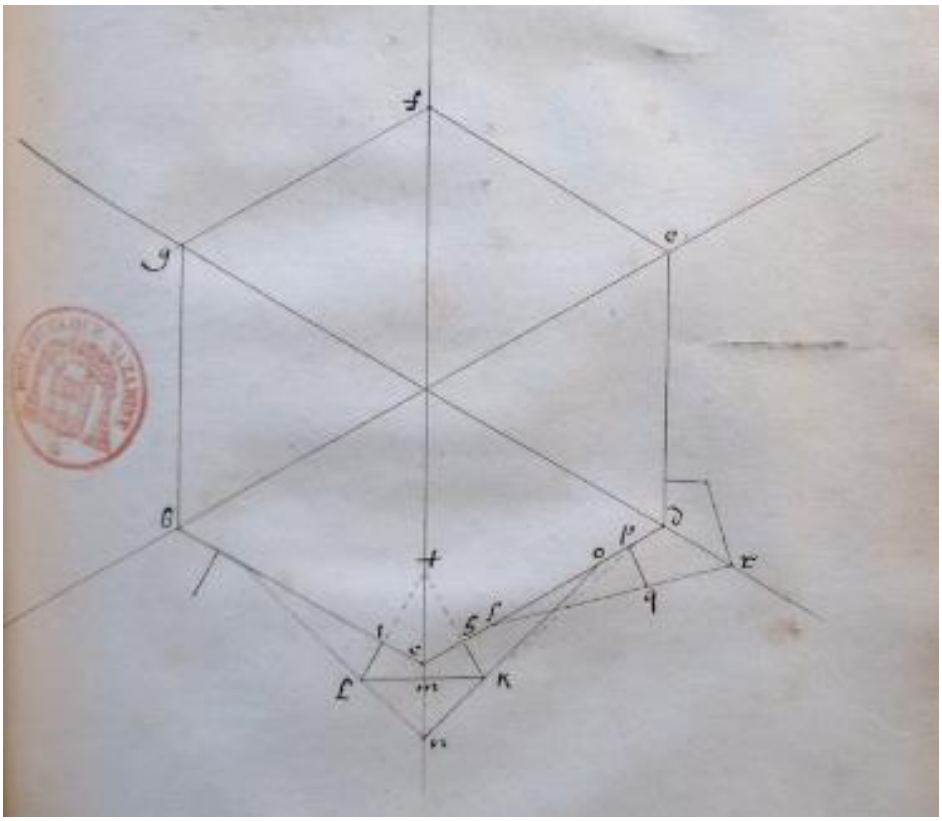


Figures 8.16 et 8.17

Rohault, Jacques, *Traité des Fortifications*, fol. 11 et 17v (non paginés) respectivement *Recueil de textes de Jacques Rohault*, Ms 3647, Bibliothèque Mazarine, Paris.



Figures 8.18 & 8.19
Rohault, Jacques, *Traité des Fortifications*, *op. cit.*, fol. 19v & 23 (non paginés)



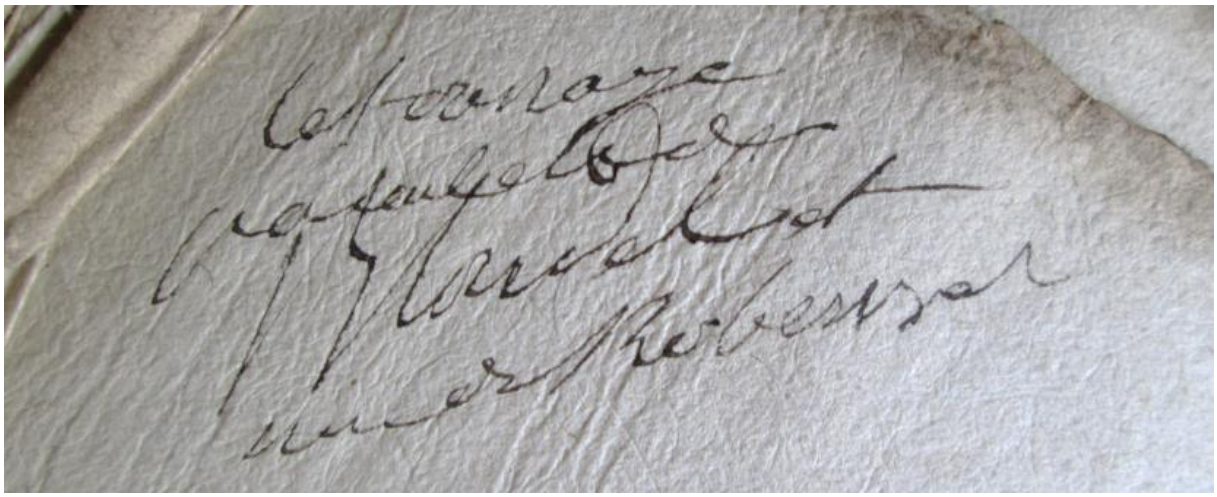
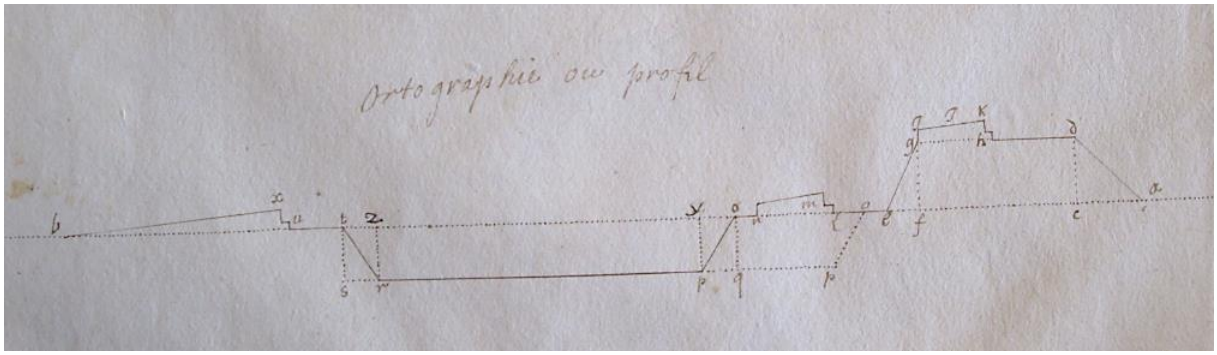
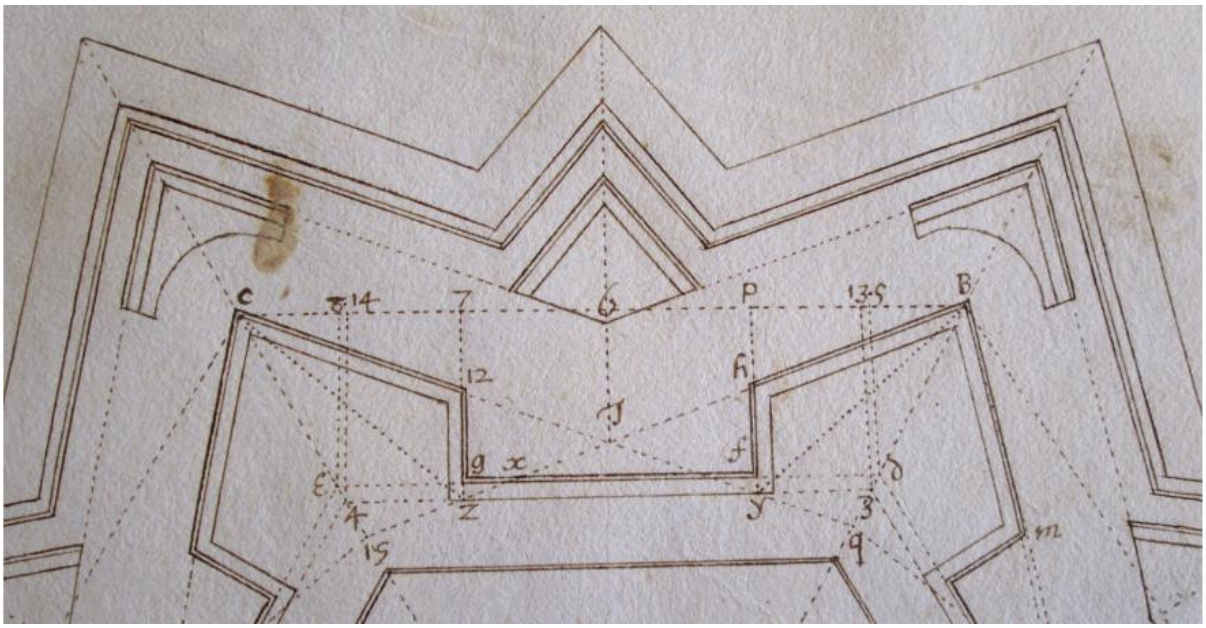


Figure 8.20
Roberval, Gilles, *19 cahiers de géométrie pour les fortifications*, Cahier n°4, couverture.
Archives de l'Académie des Sciences, Fonds Roberval, chemise 38.





Figures 8.23 & 8.24
[Roberval, Gilles Personne de], *Traicté des fortifications regulières et irregulières*, fol. 63 [extraits].
Ms 1060, Bibliothèque Sainte Geneviève.

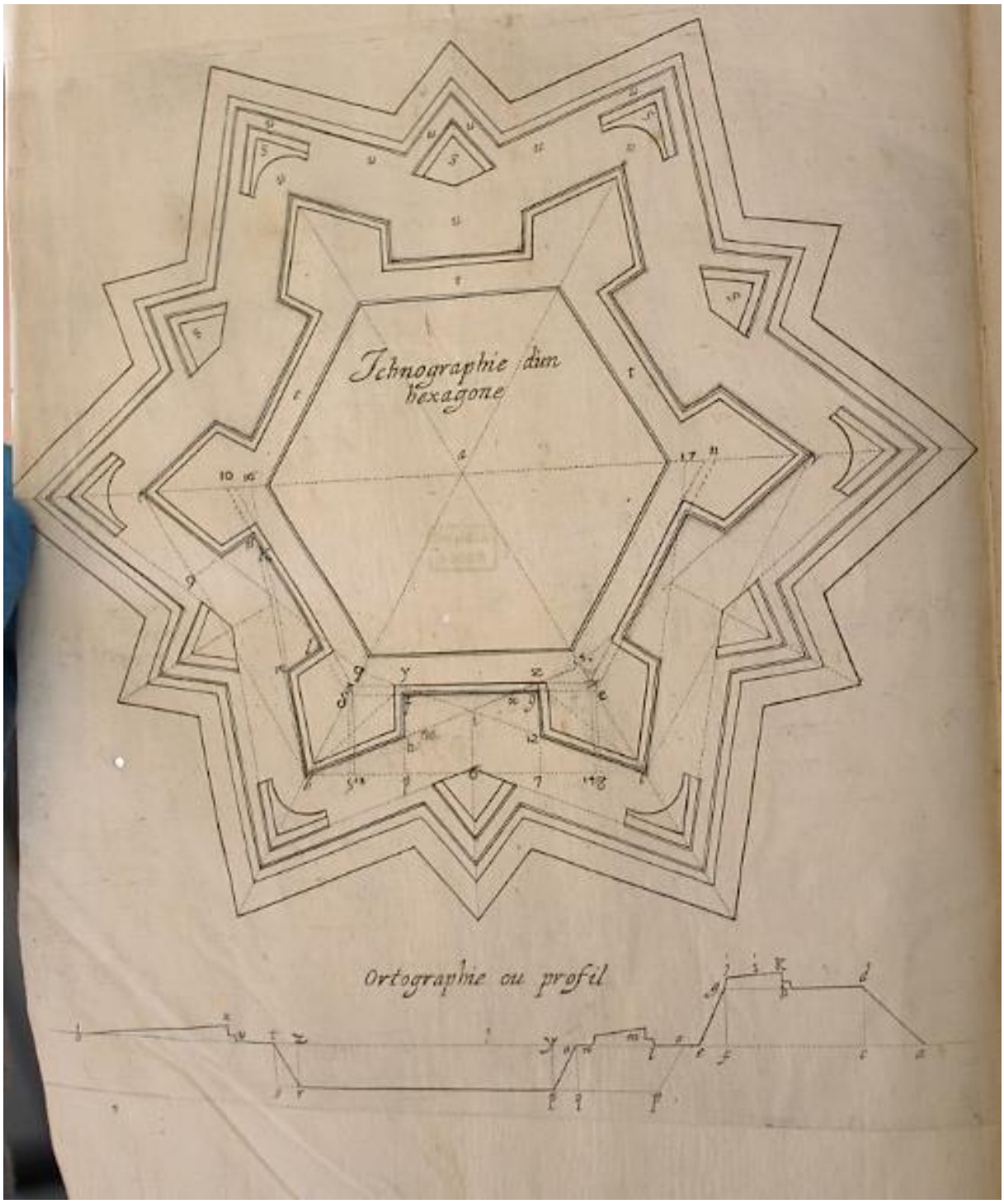


Figure 8.22
[Roberval, Gilles Personne de], *Traité de Trigonométrie et de Fortification*, Planche imprimée, fol. 1. Ms I 17, Bibliothèque Villon, Rouen.

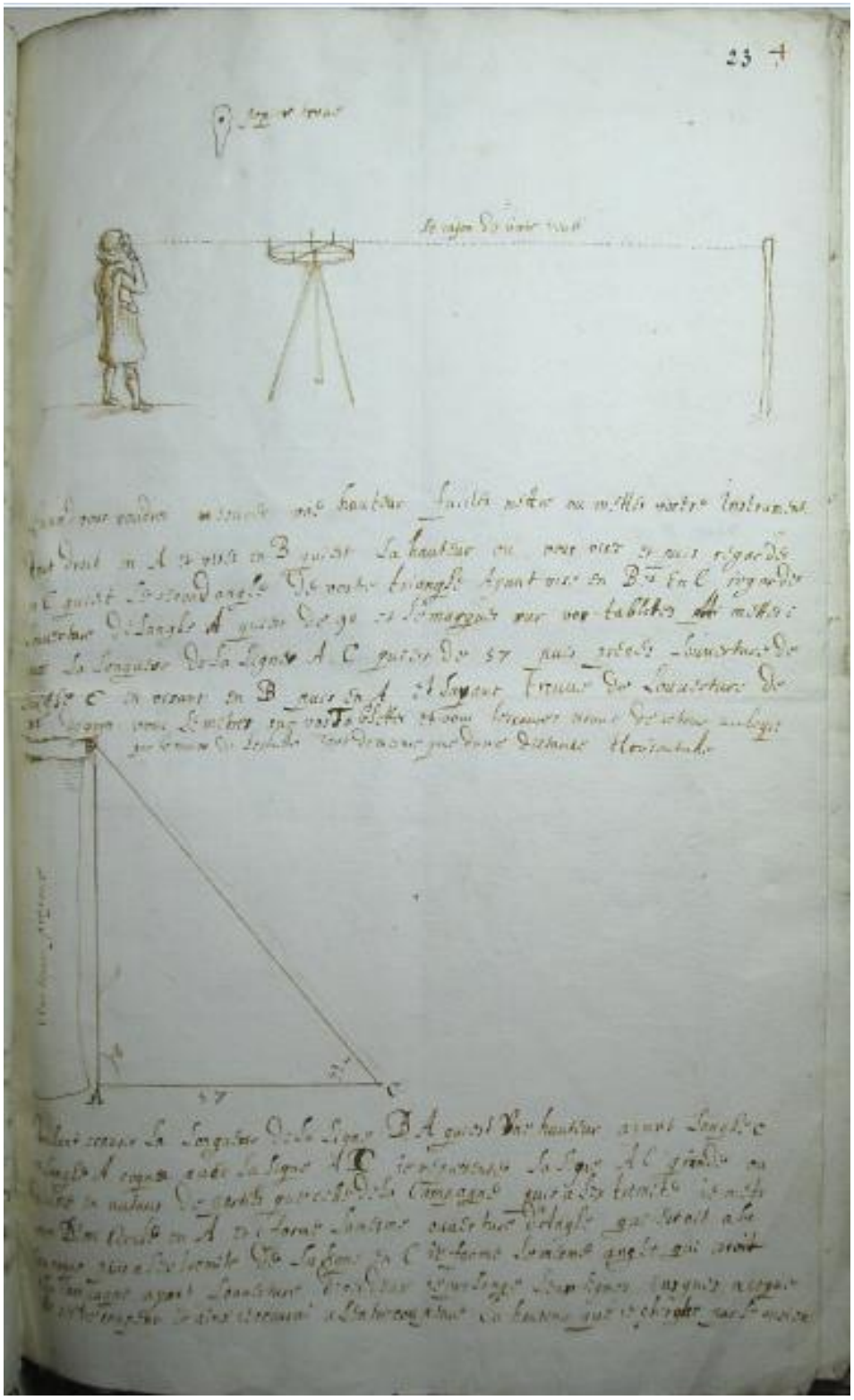


Figure 9.1
Anonyme, *Traité de fortifications*, début du XVII[e] siècle [?], fol. 23.
Ms 1921, Bibliothèque municipale de Dijon.

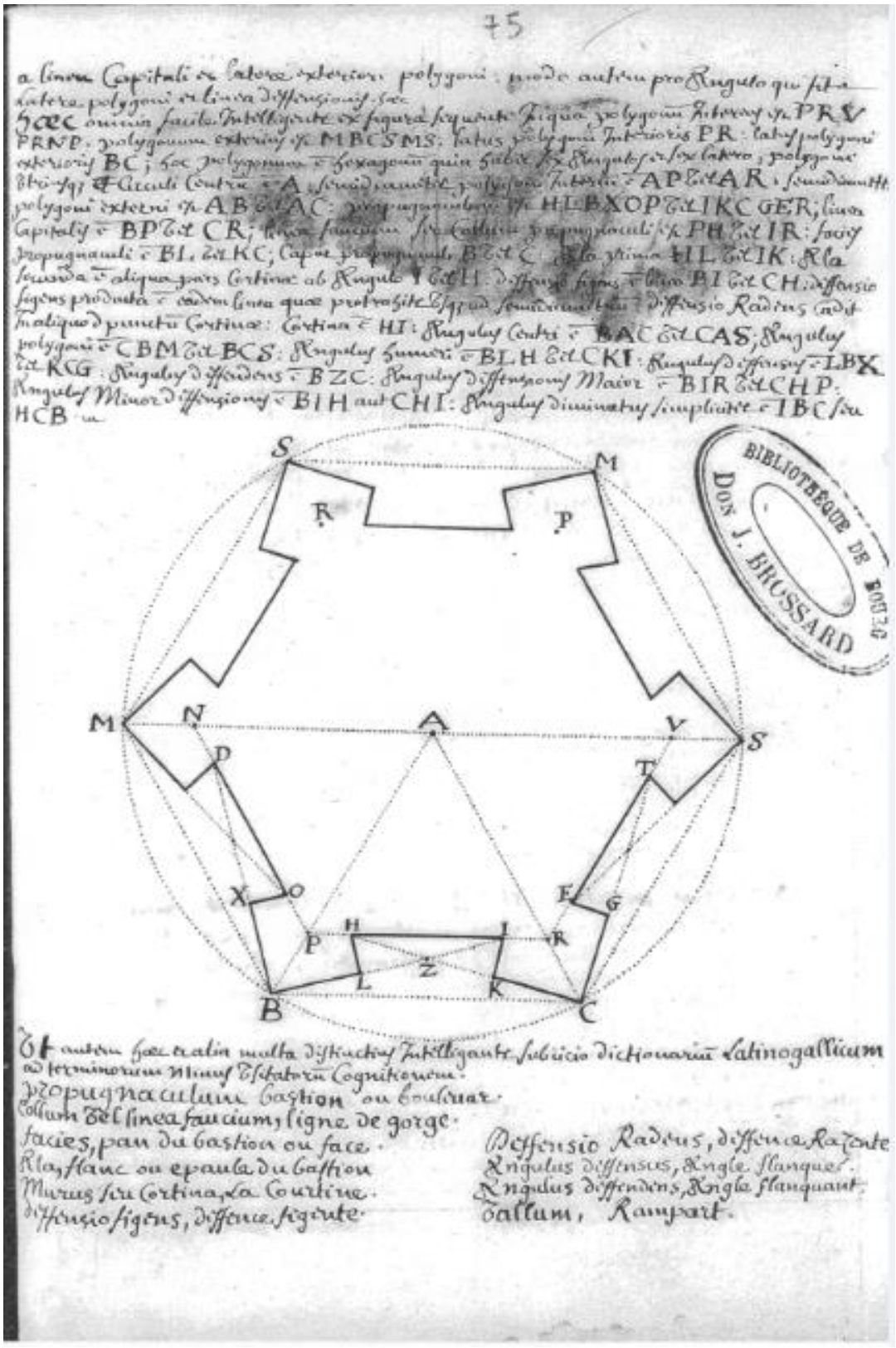


Figure 9.2

Billy, Jacques de, *Des fortifications et art militaire*, 1670, fol. 75.
Ms 81, Médiathèque Élisabeth et Roger Vaillant, Bourg-en-Bresse.

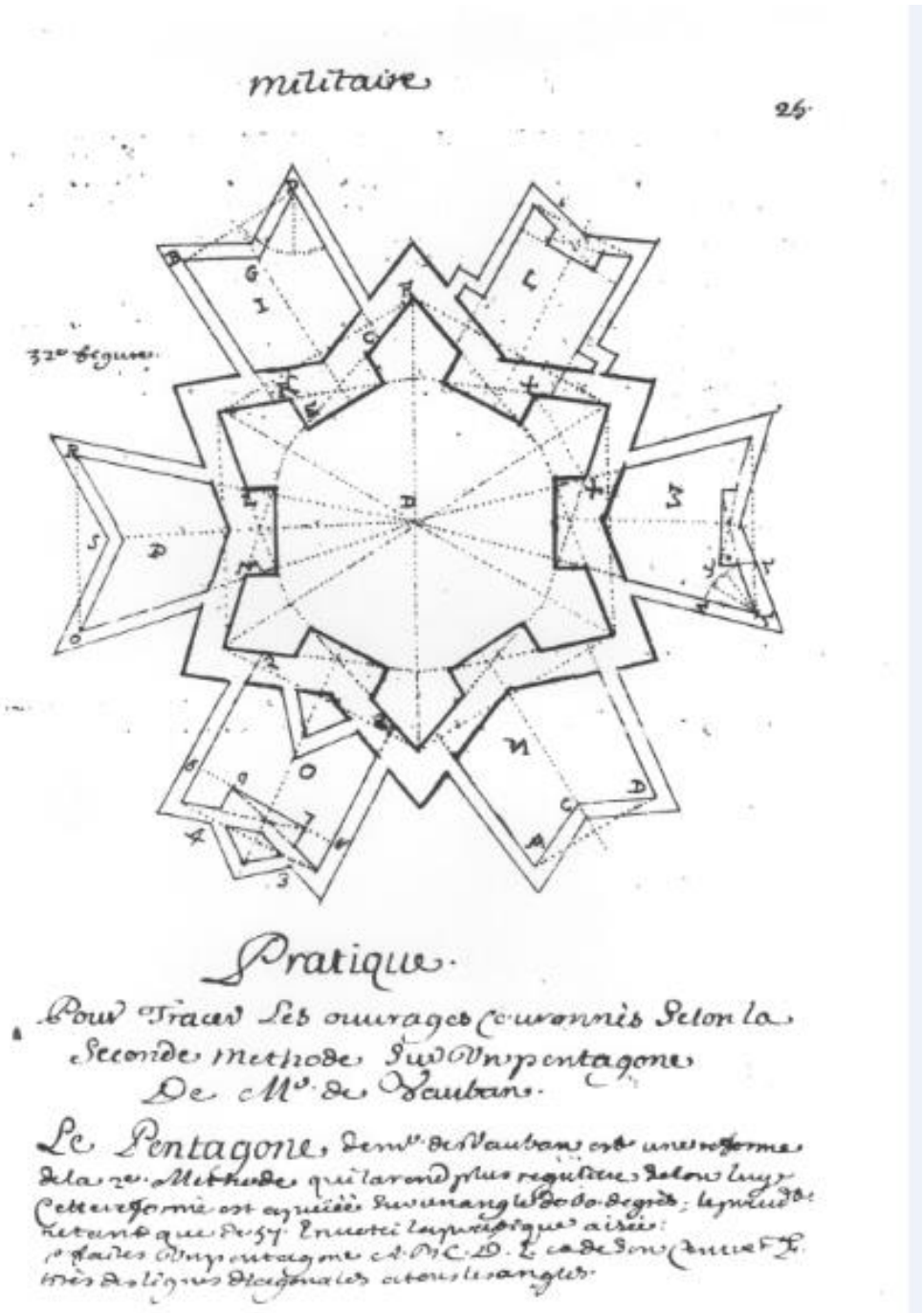


Figure 9.3
Durand, Bernard, *Traité d'architecture et de perspective*, 1700, fol. 25.
Ms 469, Bibliothèque municipale de Dijon.

Figure 9.4

Zeltner, Benedikt, *Recueil de textes latins de physique, d'arithmétique et de géométrie…* 1626-1627. Ms S368, Zentralbibliothek, Solothurn, Suisse, fol. 1v.

Figure 9.5
Zeltner, Benedikt, *Recueil de textes latins...*, *op. cit.*, fol. 63.

Figure 9.6
Zeltner, Benedikt, *Recueil de textes latins...*, *op. cit.*, fol. 79.

Figure 9.7
Zeltner, Benedikt, *Recueil de textes latins...*, *op. cit.*, fol. 103.

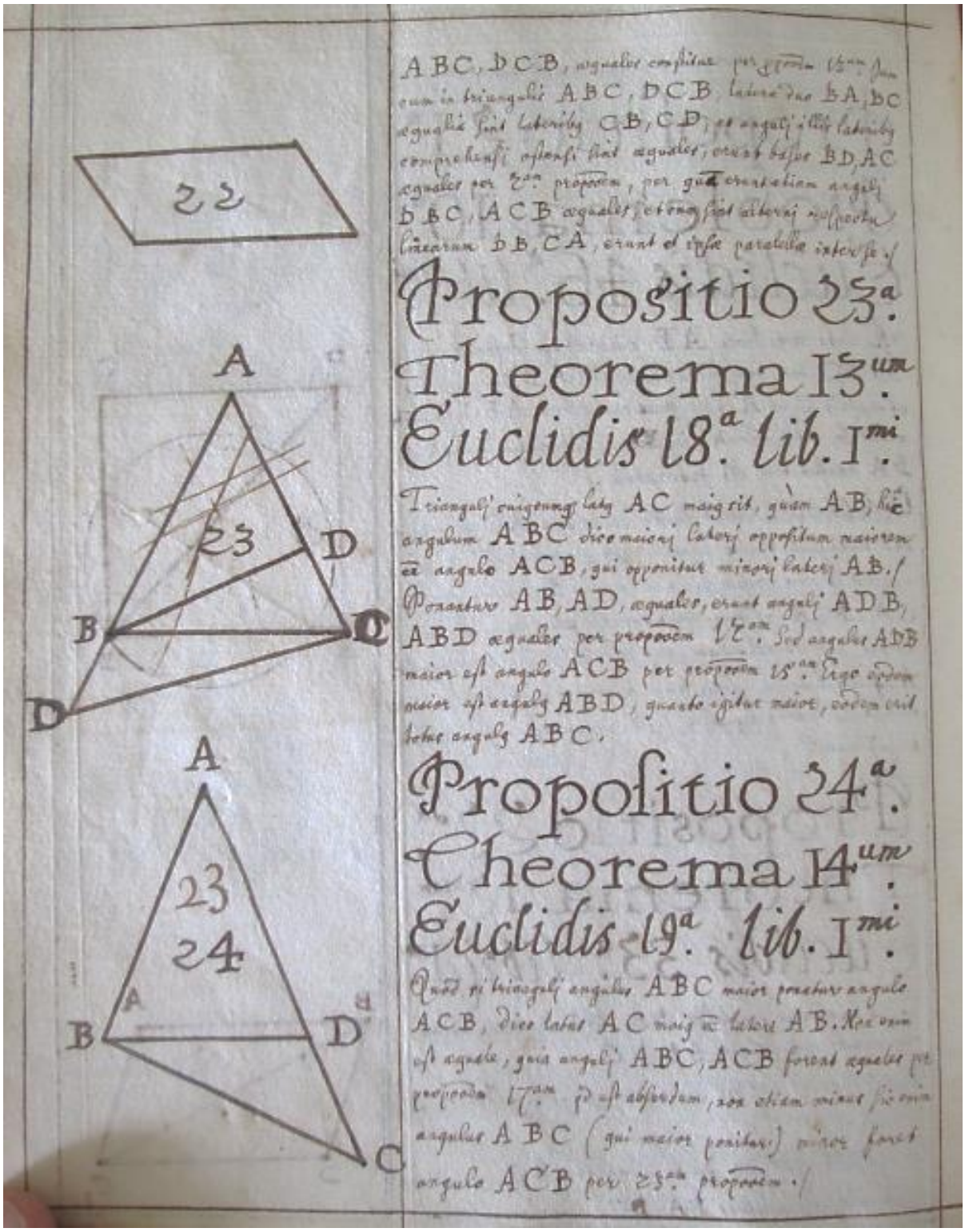


Figure 9.8
Haffner, Franz [Léotaud, Vincent], *Tractatus geometricus*, 1627, fol. 4v.
Ms S394, Zentralbibliothek, Solothurn, Suisse.

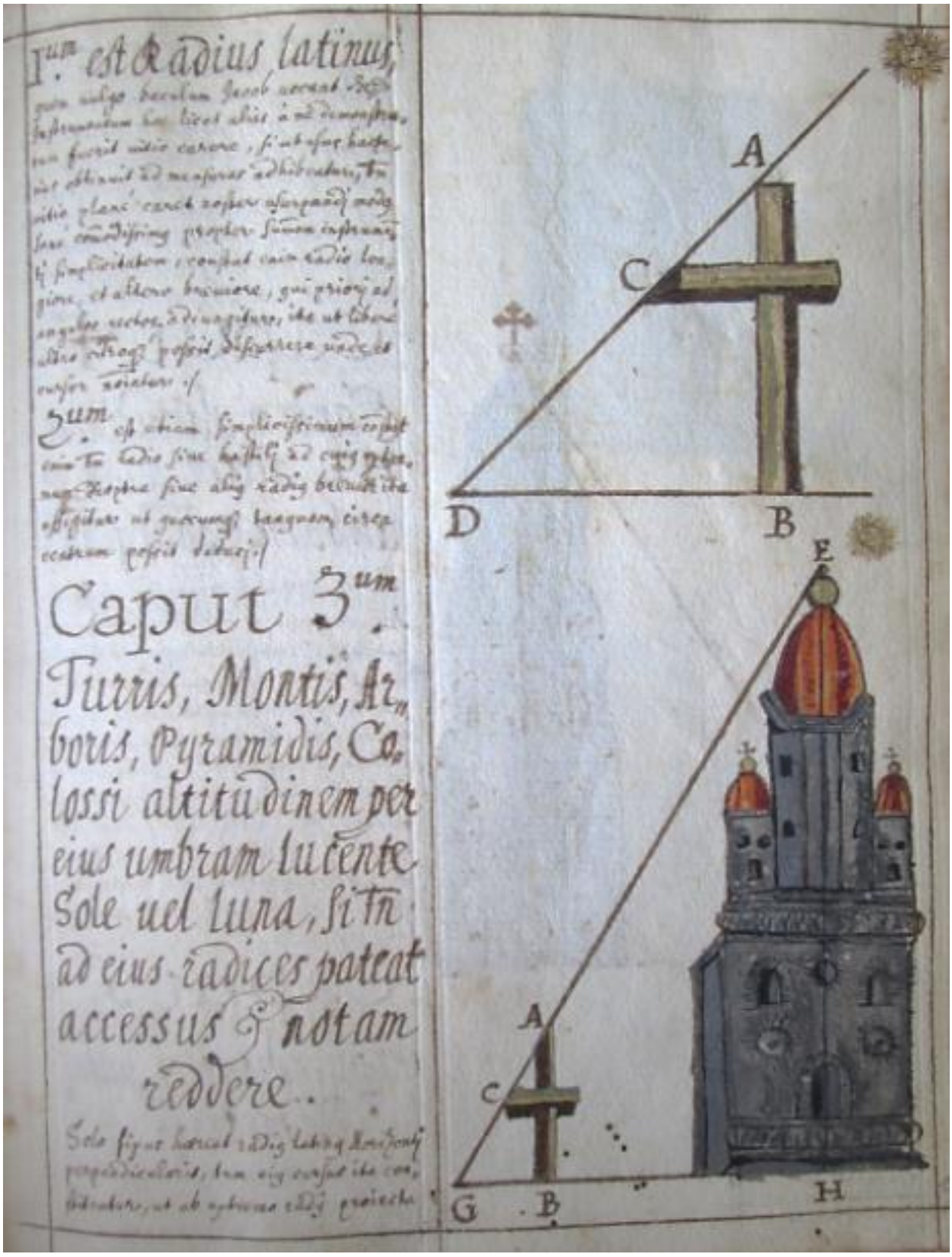
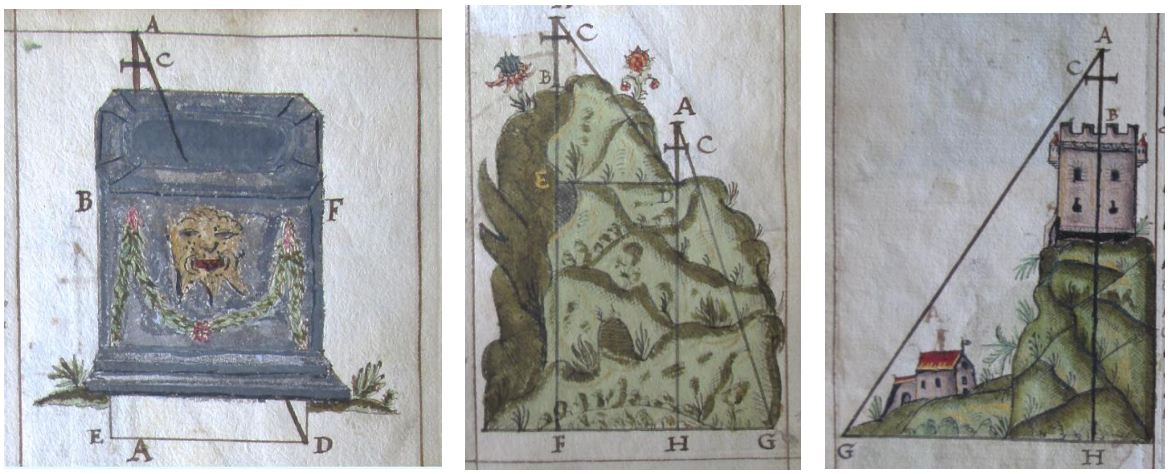


Figure 9.9
Haffner, Franz [Léotaud, Vincent], *Tractatus geometricus*, *op. cit.*, fol. 17.



Figures 9.10 (*a*, *b* & *c*) et 9.11 (*a* & *b*)
Haffner, Franz [Léotaud, Vincent], *Tractatus geometricus*, *op*. *cit*., fol. 18, 18v et fol. 38, 38v resp.

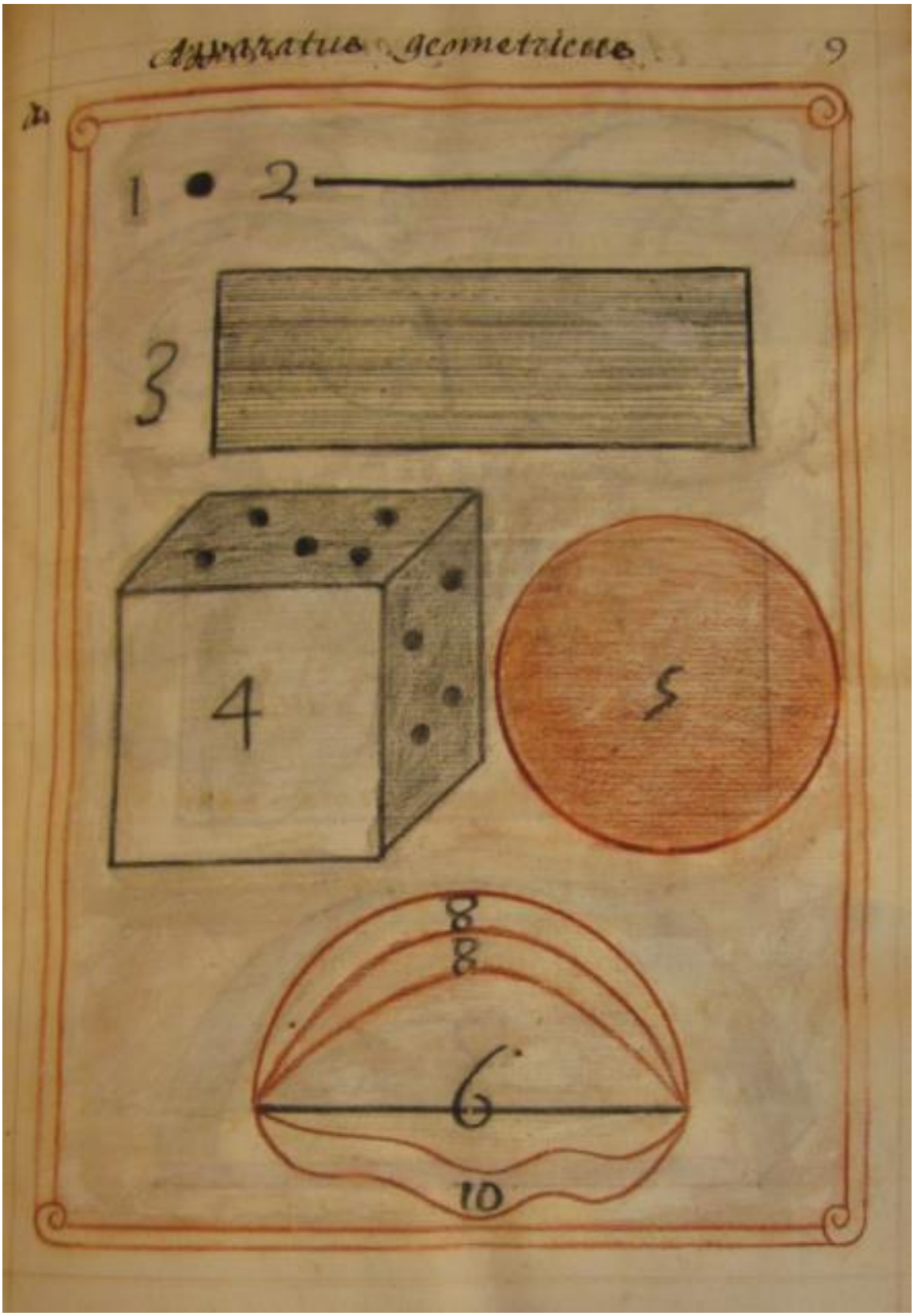


Figure 9.12
Le Mercier, Paul [Bourdin, Pierre], *Cours de mathématiques, précédé d'un cours de théologie*, p. 9. Bibliothèque nationale de France, Ms Latin 17861.

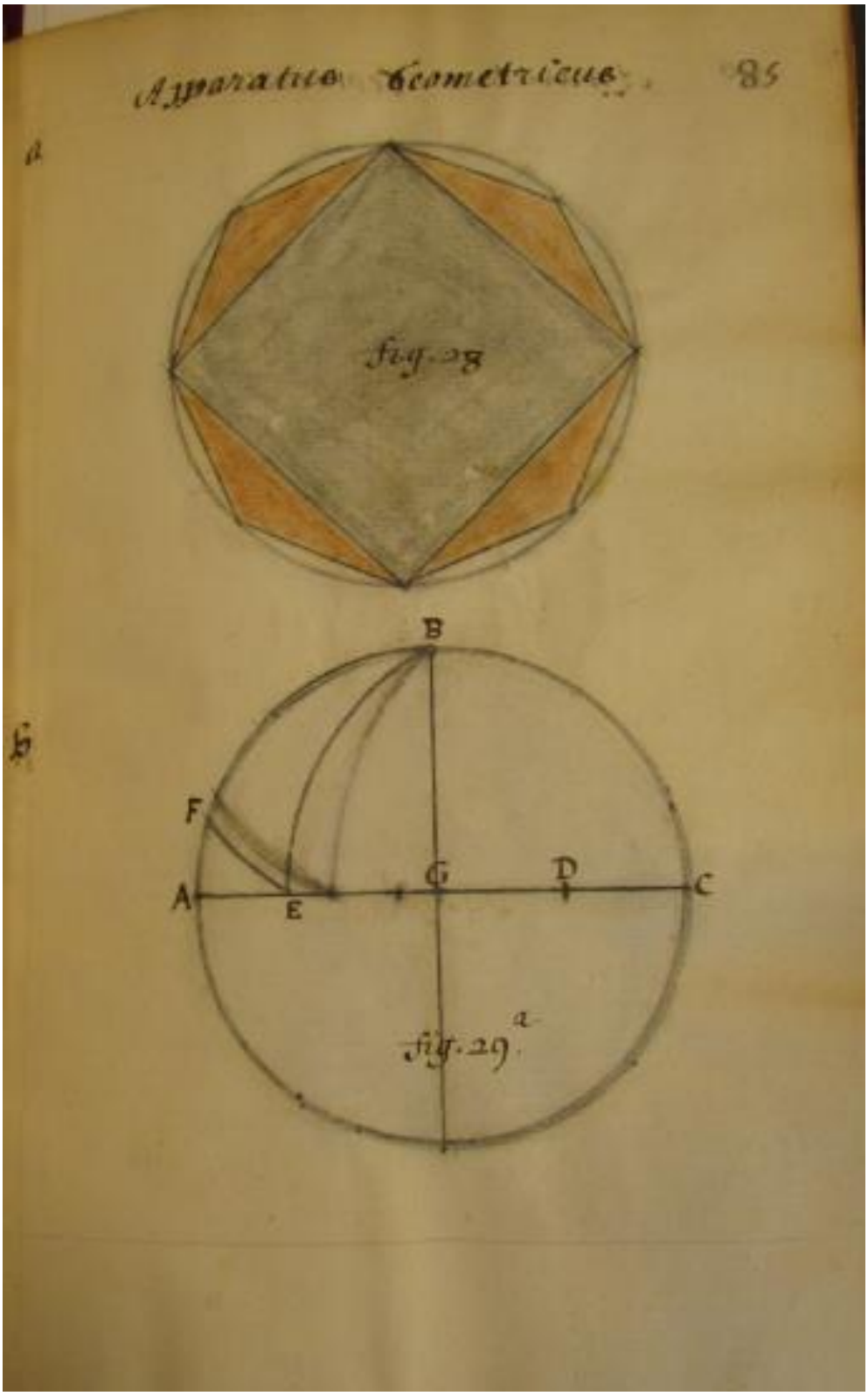


Figure 9.13
Le Mercier, Paul [Bourdin, Pierre], *Cours de mathématiques…*, *op. cit.*, p. 85.

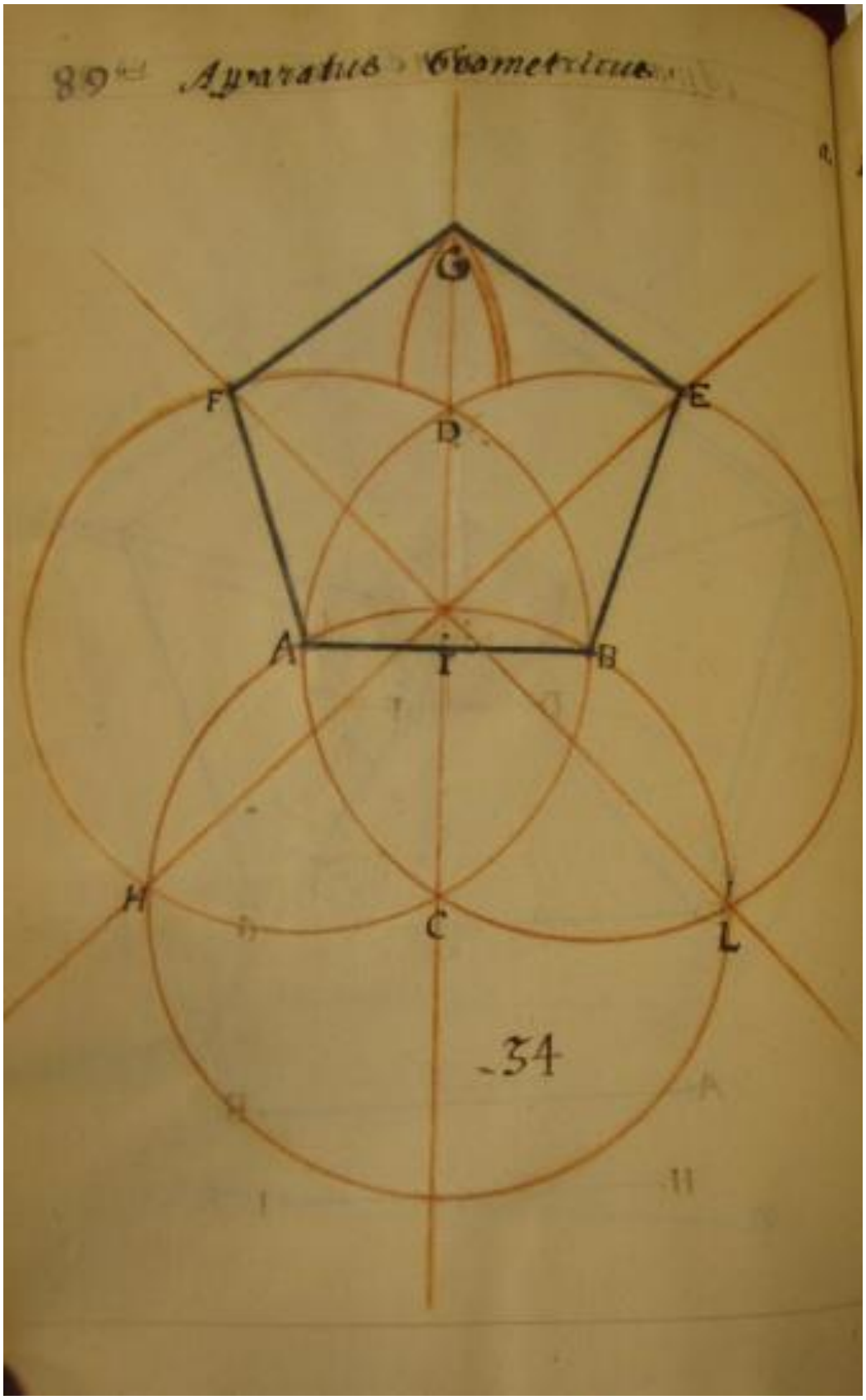
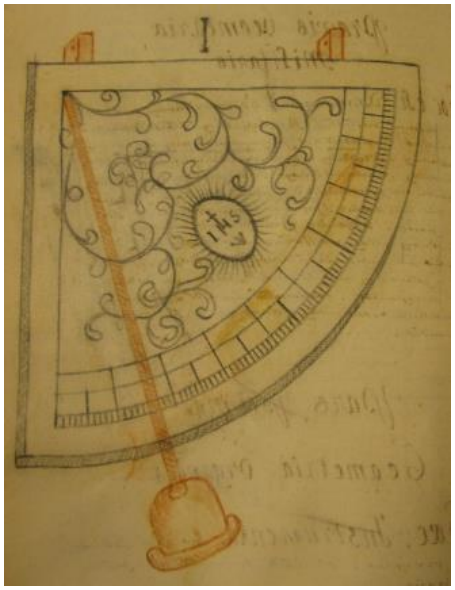
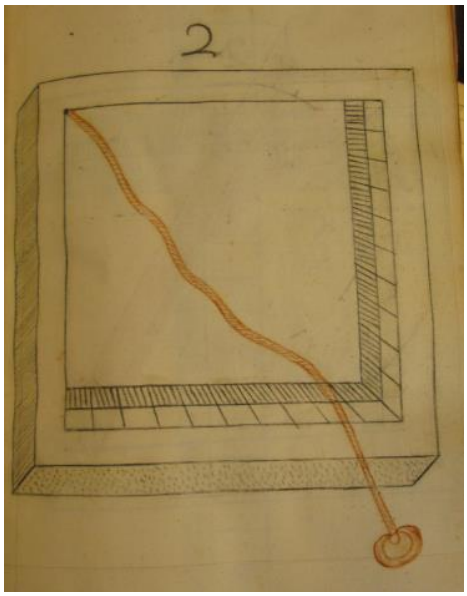
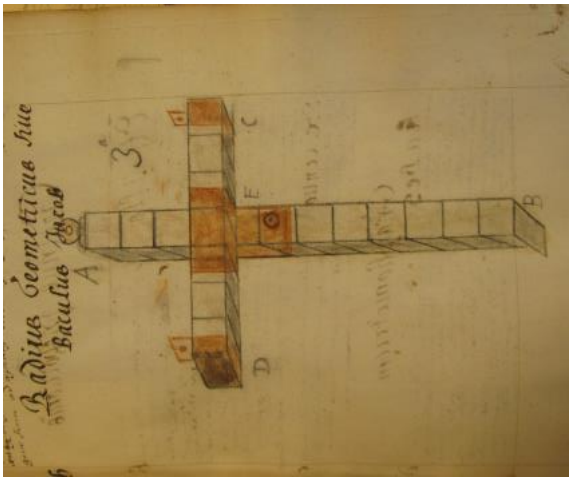
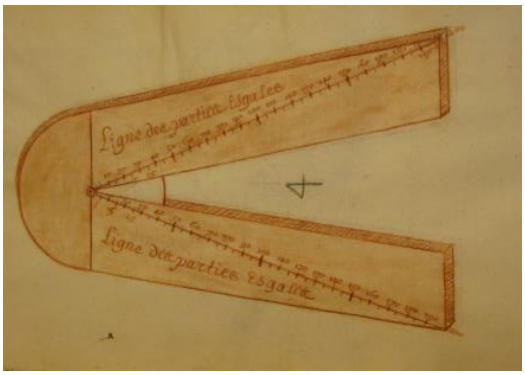


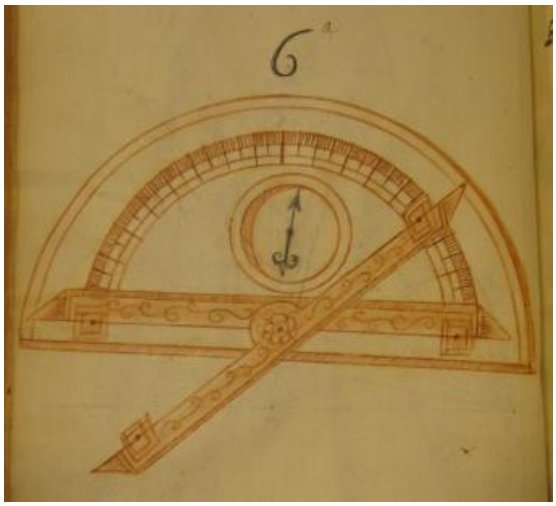
Figure 9.14
Le Mercier, Paul [Bourdin, Pierre], *Cours de mathématiques…*, *op. cit.*, p. 89.

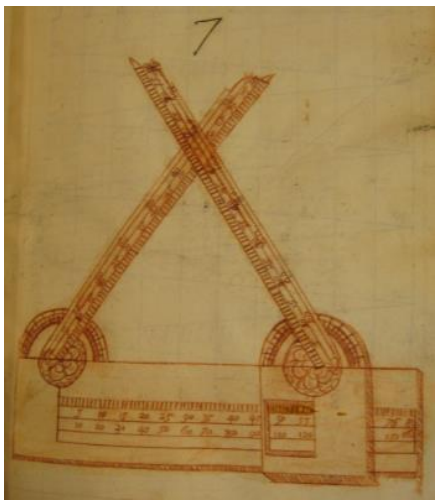






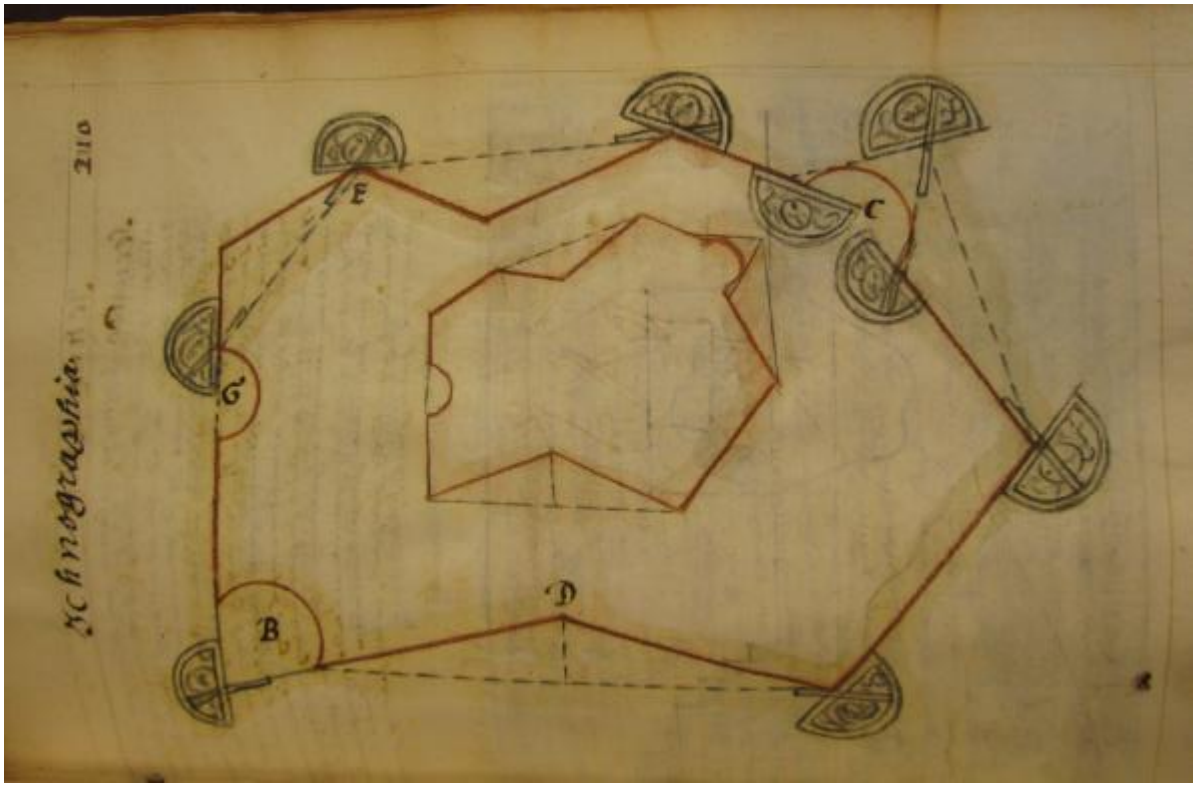




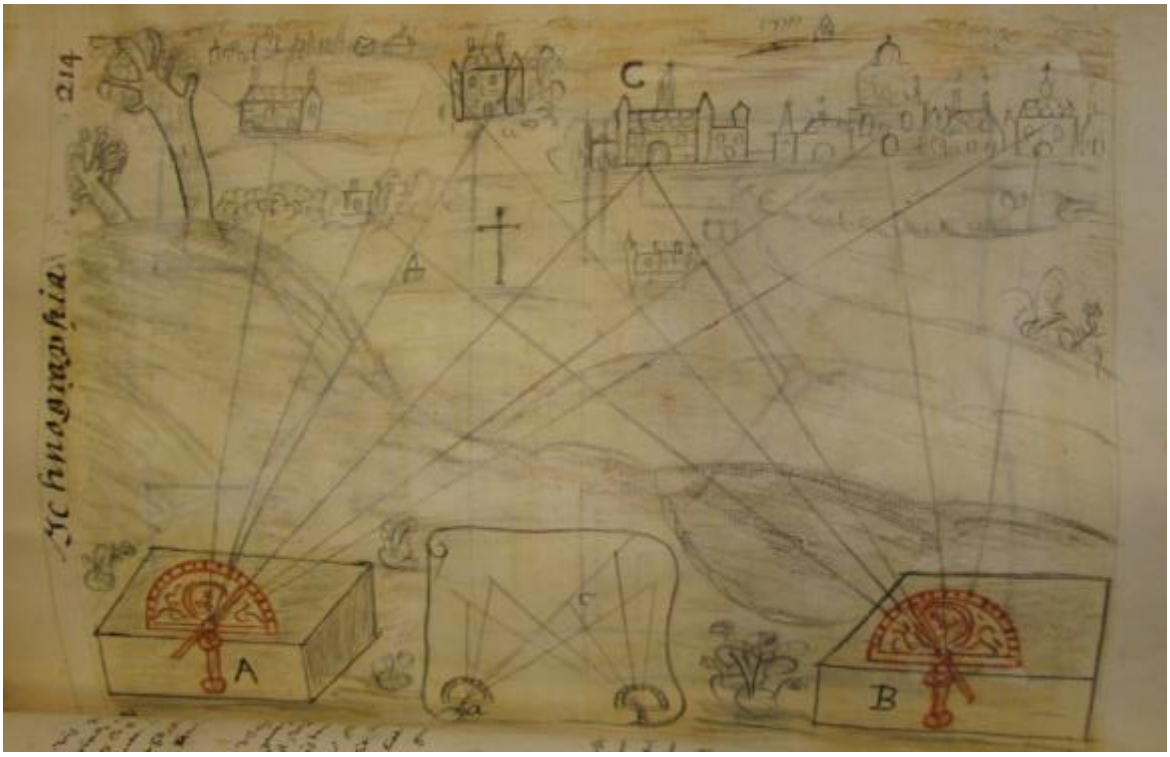


Figures 9.15-*a, b, c, d, e* et *f*

Le Mercier, Paul, *Cours de mathématiques…*, *op. cit.*, p. 109, 112, 118, 120, 123 et 128.



Figures 9.16-*a* et *b*
Le Mercier, Paul, *Cours de mathématiques…*, *op. cit.*, p. 210 et 214.



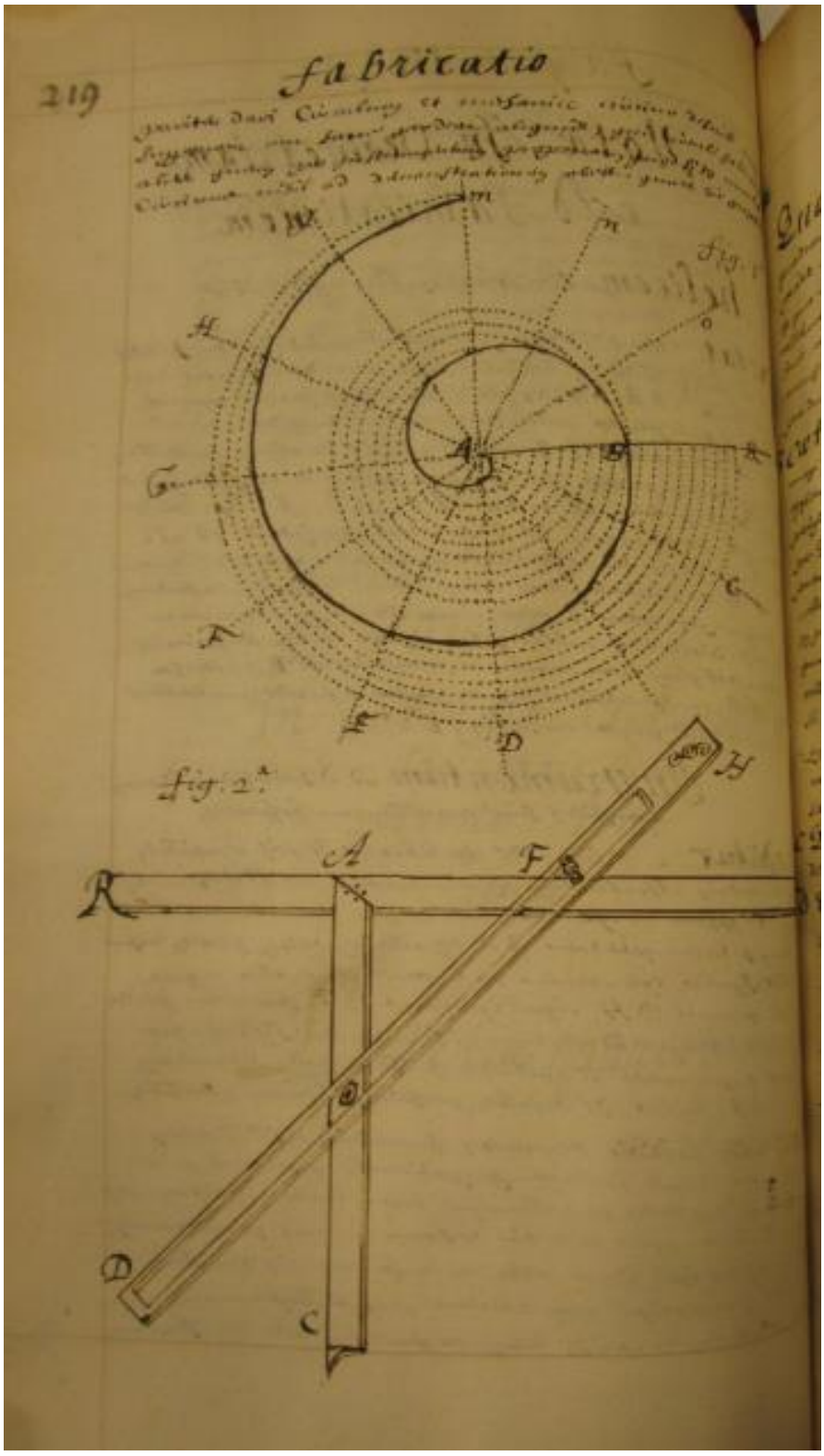
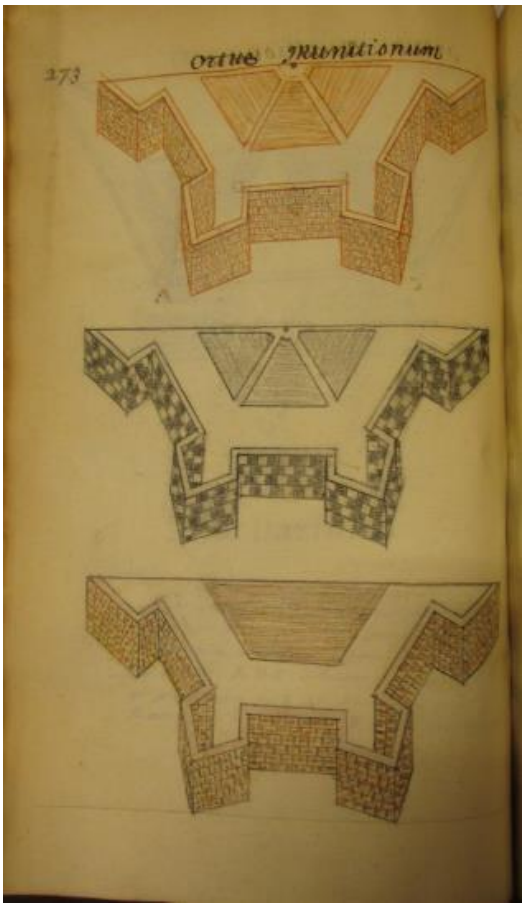
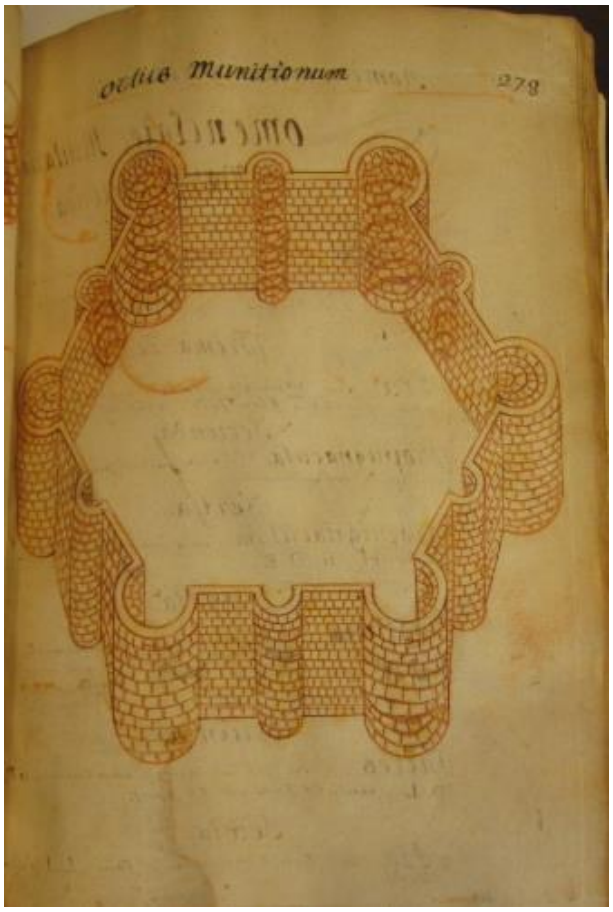


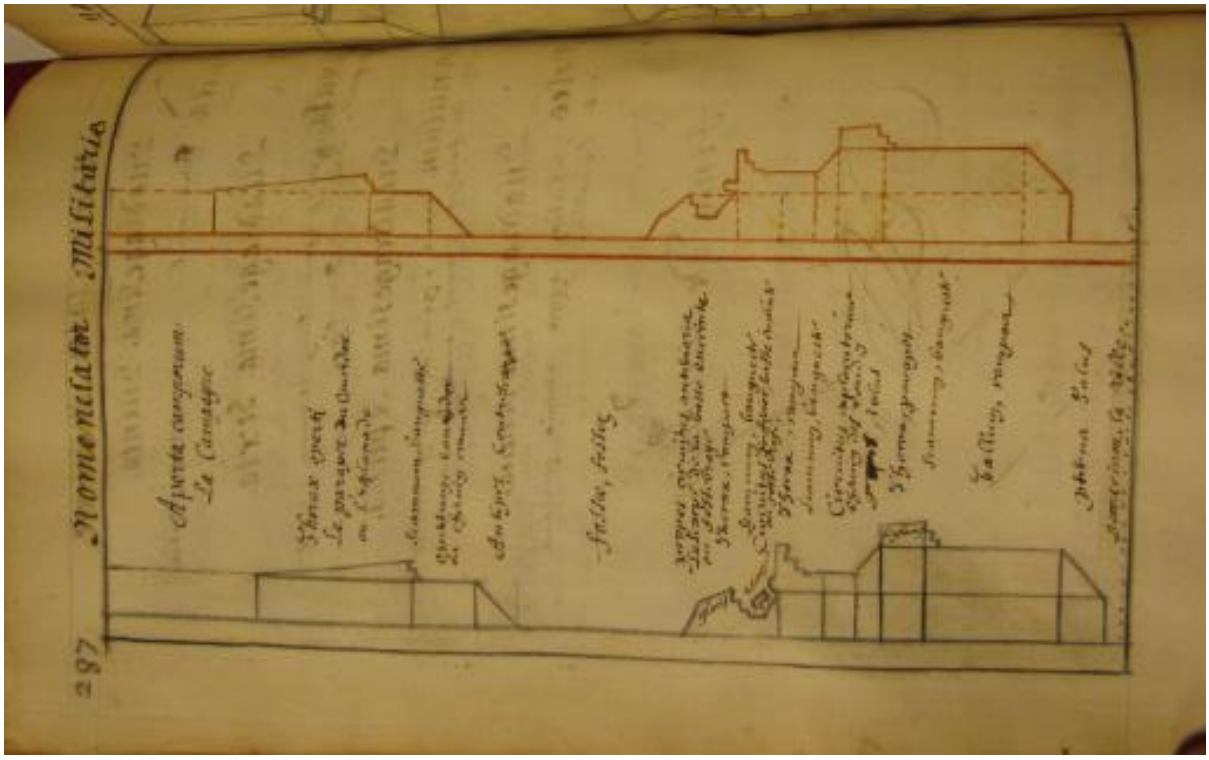
Figure 9.17
Le Mercier, Paul, *Cours de mathématiques…*, *op. cit.*, p. 219.



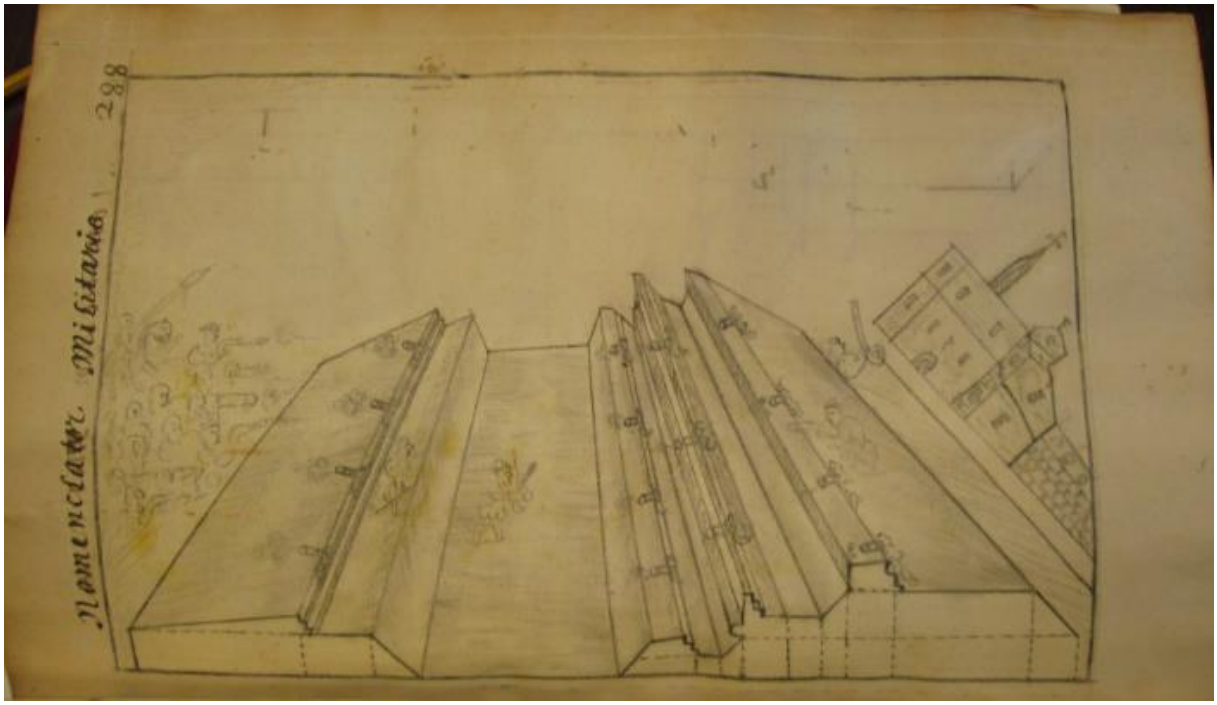


Figures 9.18-*a, b* & Figure 9.19

Le Mercier, Paul, *Cours de mathématiques…*, *op. cit.*, p. 273, 276 et 281.

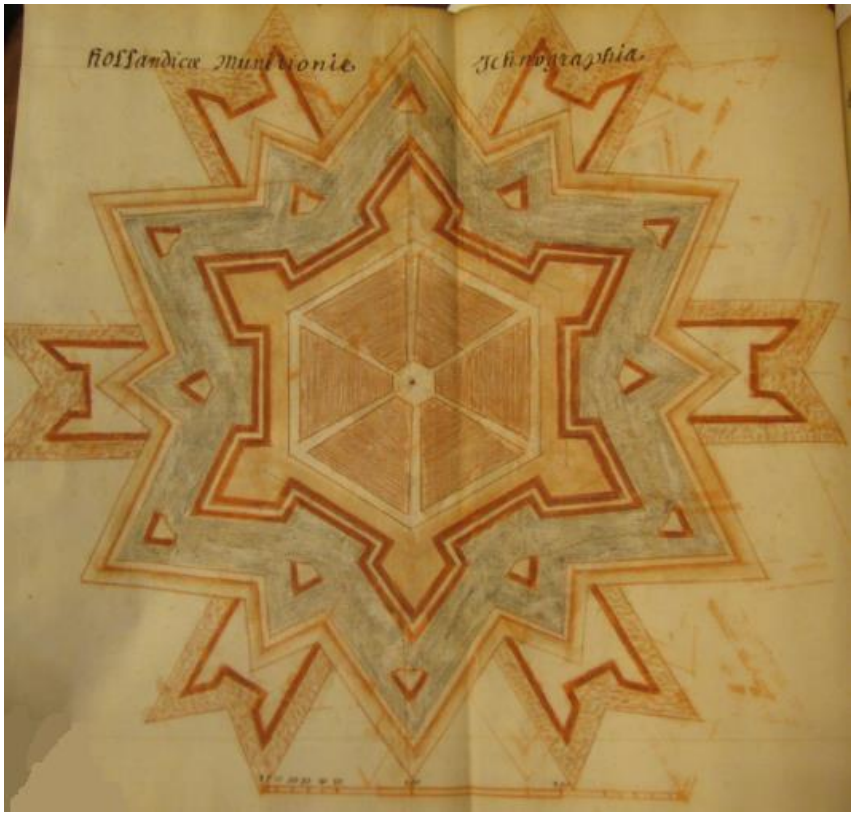


Figures 9.20 & 9.21
Le Mercier, Paul, *Cours de mathématiques…*, *op. cit.*, p. 287 et 288.



Figures 9.22 & 9.23

Le Mercier, Paul, *Cours de mathématiques…*, *op. cit.*, fol. 319 bis et 325 bis.



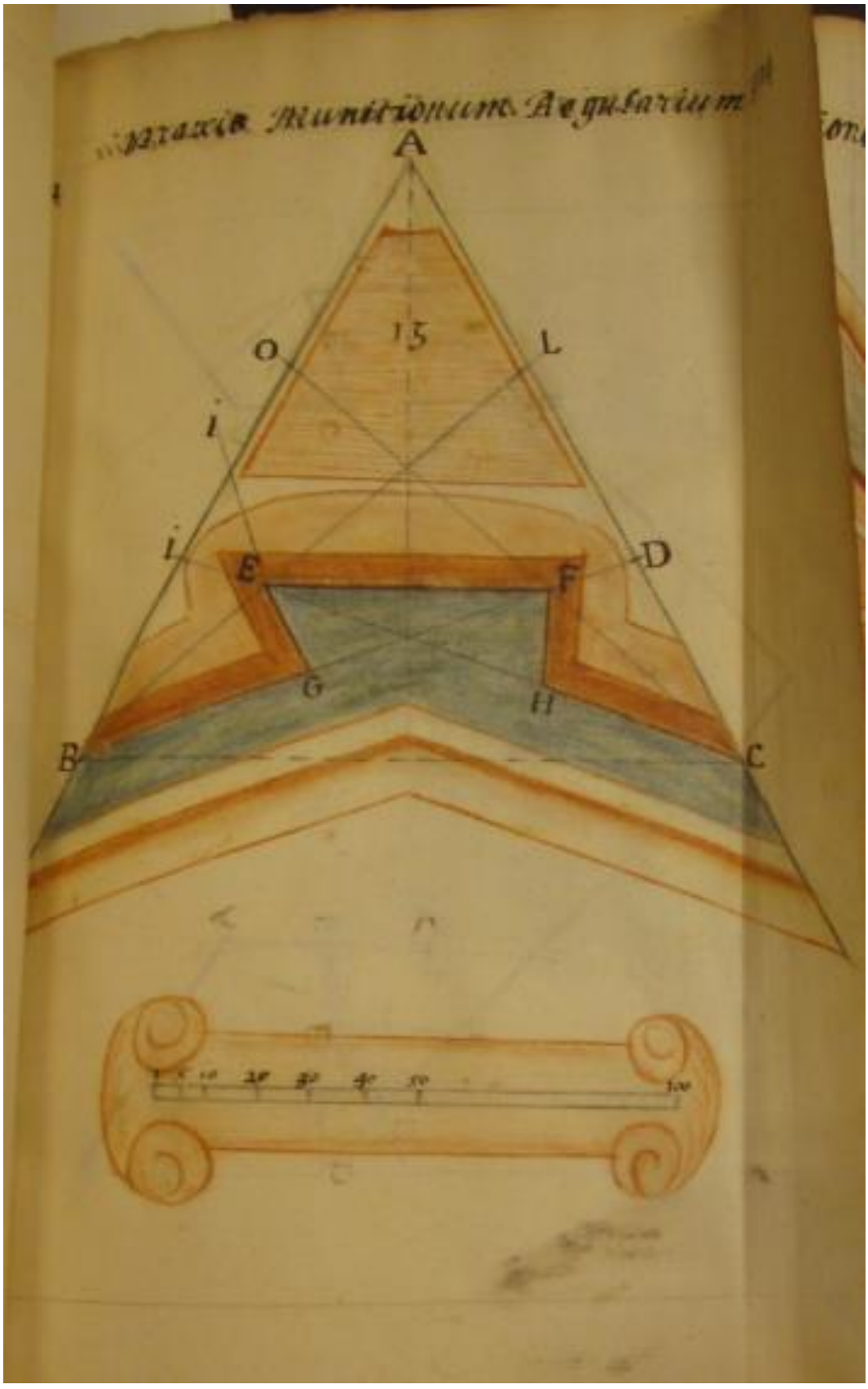
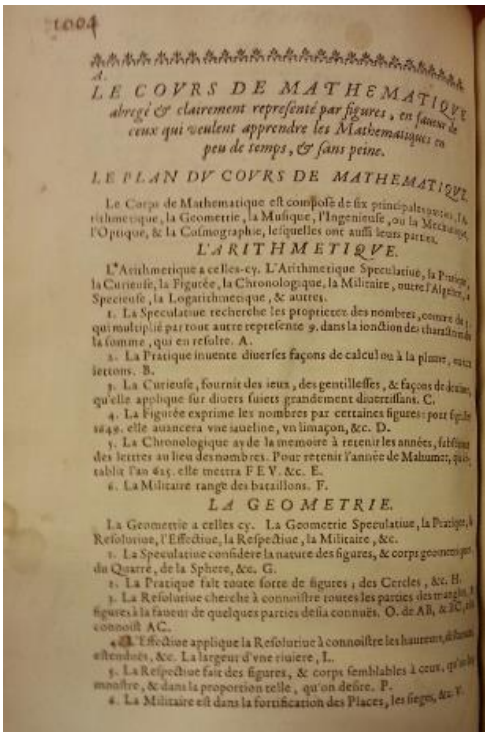


Figure 9.24
Le Mercier, Paul, *Cours de mathématiques…*, *op. cit.*, p. 323.


1004

A.

LE COVRS DE MATHEMATIQVE
abregé & clairement representé par figures, en faueur de
ceux qui veulent apprendre les Mathematiques en
peu de temps, & sans peine.

LE PLAN DV COVRS DE MATHEMATIQVE.

Le Corps de Mathematique est composé de six principales parties, la Arithmetique, la Geometrie, la Musique, l'Ingenieuse, ou la Mechanique, l'Optique, & la Cosmographie, lesquelles ont aussi leurs parties.

L'ARITHMETIQVE.

L'Arithmetique a celles-cy. L'Arithmetique Speculatiue, la Pratique, la Curieuse, la Figurée, la Chronologique, la Militaire, outre l'Algebre, la Specieuse, la Logarithmetique, & autres.

1. La Speculatiue recherche les proprietez des nombres, comme de 9 qui multiplié par tout autre represente 9. dans la ionction des chiffres de la somme, qui en resulte. A.

2. La Pratique inuente diuerses façons de calculer à la plume, ou à iettons. B.

3. La Curieuse, fournit des ieux, des gentillesses, & façons de deuis, qu'elle applique sur diuers suiets grandement diuertissans. C.

4. La Figurée exprime les nombres par certaines figures: pour figurer 1648. elle auancera vne iauelline, vn limaçon, &c. D.

5. La Chronologique ayde la memoire à retenir les années, substituant des lettres au lieu des nombres. Pour retenir l'année de Mahumet, qui a establi l'an 625. elle mettra F E V. &c. E.

6. La Militaire rangé des bataillons. F.

LA GEOMETRIE.

La Geometrie a celles cy. La Geometrie Speculatiue, la Pratique, la Resolutiue, l'Effectiue, la Respectiue, la Militaire, &c.

1. La Speculatiue considere la nature des figures, & corps geometriques, du Quarre, de la Sphere, &c. G.

2. La Pratique fait toute sorte de figures; des Cercles, &c. H.

3. La Resolutiue cherche à connoistre toutes les parties des triangles, & figures à la faueur de quelques parties delia connuës. O. de AB, & BC, on connoist AC.

4. L'Effectiue applique la Resolutiue à connoistre les hauteurs, & distances inaccessibles, &c. La largeur d'vne riuiere, I.

5. La Respectiue fait des figures, & corps semblables à ceux, qu'on luy monstre, & dans la proportion telle, qu'on desire. P.

6. La Militaire est dans la fortification des Places, les sieges, &c. V.

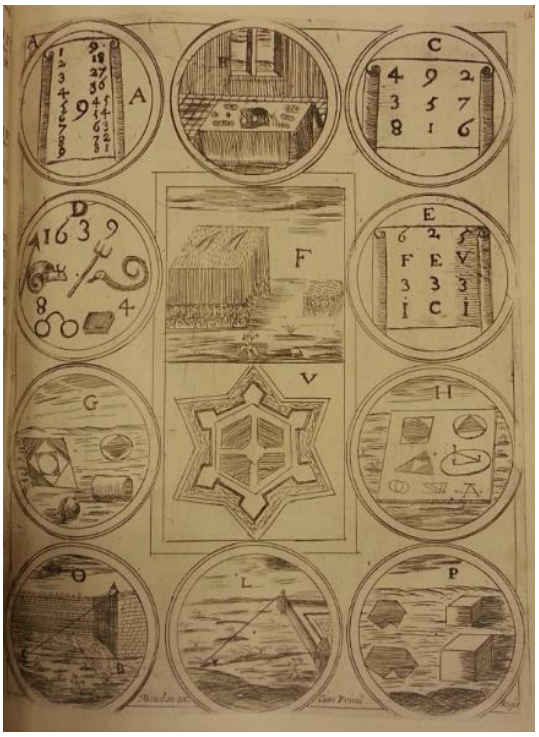


Figure 9.25

Le Mercier, Paul, *Cours de mathématiques…*, *op. cit.*, p. 1004 et 1005.

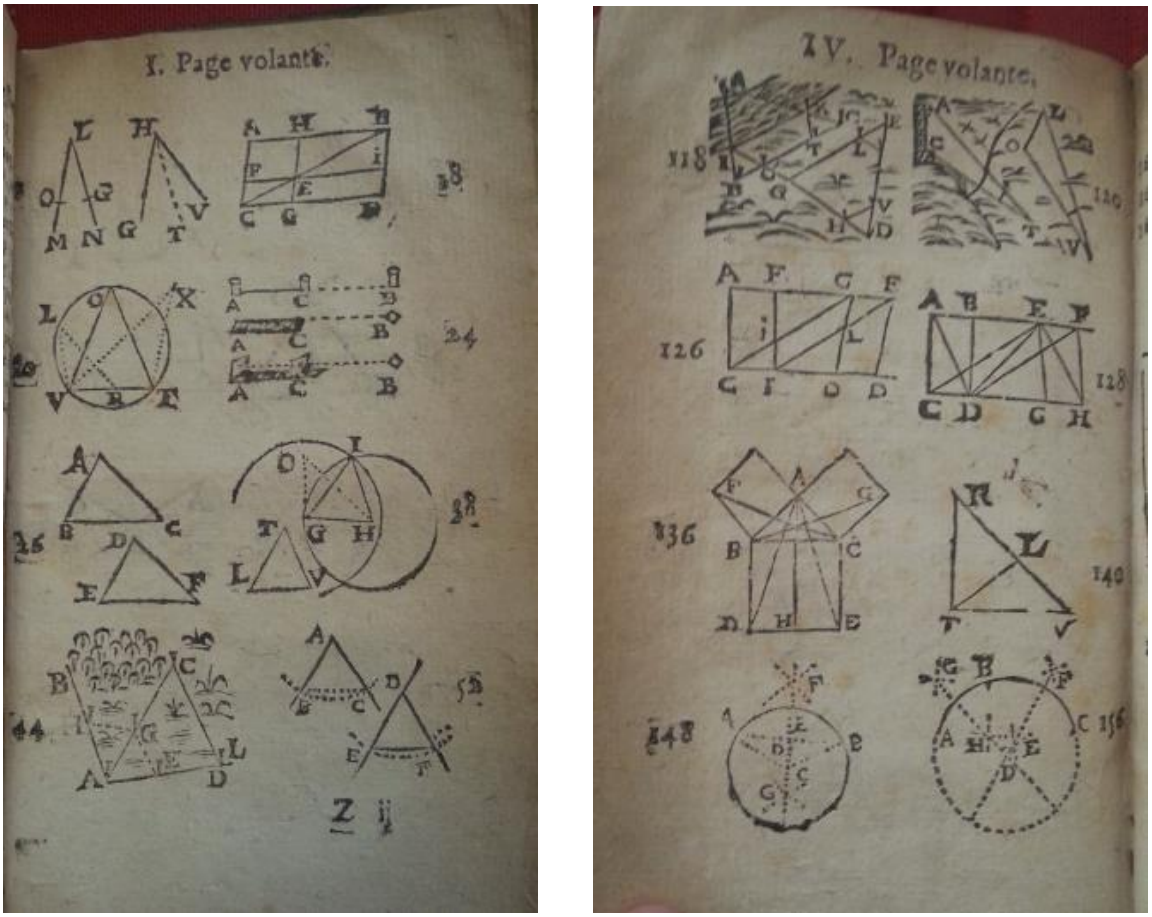


Figure 9.26

Bourdin, Pierre, *Introduction a la mathematique*, Paris, 1643, feuilles volantes I et IV, p. 59.

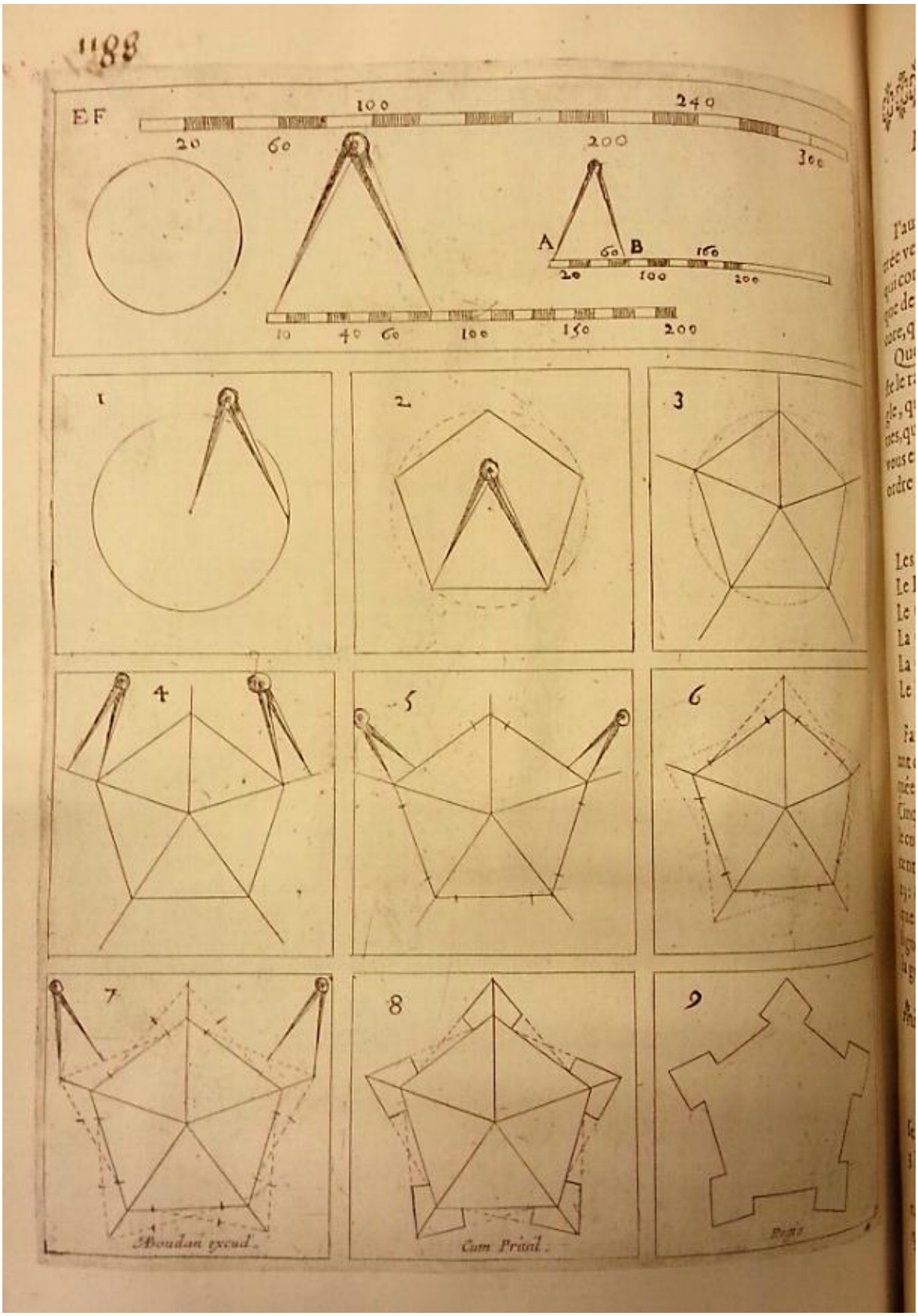


Figure 9.28
Le Mercier, Paul, *Cours de mathématiques…*, *op. cit.*, p. 1188.

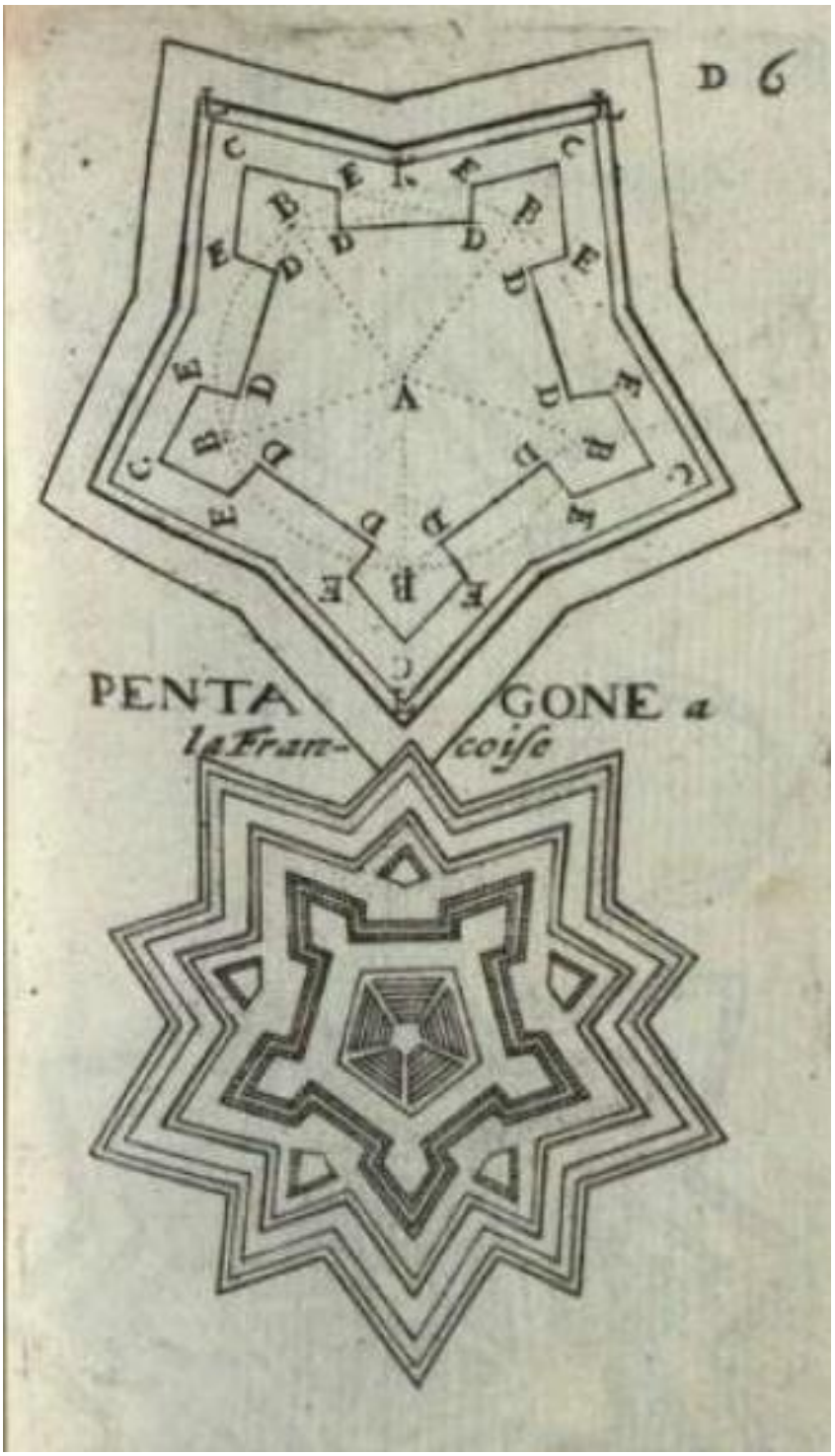
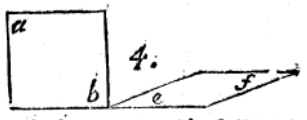


Figure 9.29
Fournier, Georges, *Traité des fortifications…*, Paris, 1648, planche 48.

des Fortifications. 27

contraint par la diſpoſitio… lieu. La raiſon eſt que la figure reguliere ; de même circuit avec quelque autre figure irreguliere que ce ſoit, contient toûjours plus d'eſpace ; comme on le demonſtre en Geometrie, & comme on le peut voir aiſément, par la comparaiſon des deux quarrez *a. b* : *e. f.* dont les côtez ſont égaux, & dont le dernier, parce qu'il eſt irregulier, & en loſenge, enferme beaucoup moins d'eſpace.

XI. *Figure reguliere contient plus d'eſpace.*

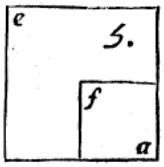


Il eſt vray que s'il eſtoit compris entre deux mêmes paralle-

C 2

des Fortifications. 29

davantage à proportion. Cela ſe peut encore aiſément concevoir par le moyen des deux quarrez *a. e. a. f.* car *a. e.* n'a qu'une fois plus de circuit que l'autre, & cependant il contient trois fois plus d'eſpace. De-là il faut conclure que les grandes fortifications ſont toûjours preferables aux petites, & aux mediocres (car il y en a de ces trois façons dans les auteurs) & qu'elles pourroient même, à proportion, coûter beaucoup moins à bâtir ; ſi ce n'eſt qu'on ne veüille dire, que les baſtions d'une grande place, devroient à

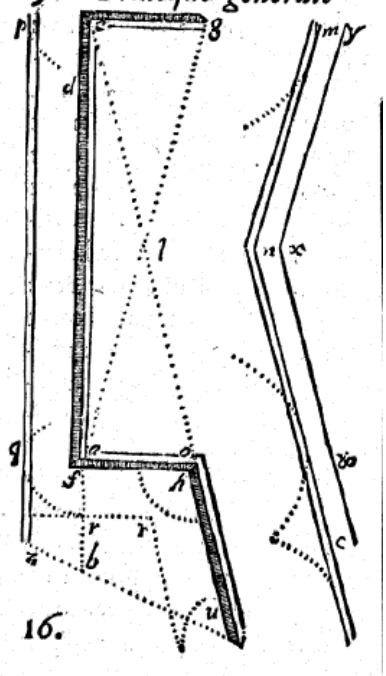


C 3

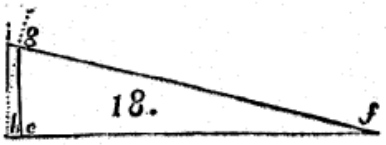
Figures 9.30, 9.31, 9.32 et 9.33

Ango, Pierre, *Pratique generale des fortifications…*, Moulins, 1679, p. 27 & 29 et p. 96 & 106

96 *Pratique generale*



106 *Pratique generale*



crire le ſegment de cercle *g. h.* & aprés avoir prolongé le côté *f. e.* tirer la tangente *h. i.* car cela eſtant fait, on aura deux triangles ſemblables, dont tous les côtez ſeront proportionnels, * & on pourra dire, que comme le côté *e. f.* c'eſt à dire 4. (car il repreſente la courtine) eſt au côté *g. e.* c'eſt à dire à 1. qui eſt le flanc du baſtion, & que l'on prend icy pour le ſinus de l'arc *g. h.* ainſi le ſinus total *f. h.* eſt à la tangente *i. h.* En faiſant donc comme 4. à 1. ainſi

* 4. *prop. du liv. 6. d'Euclid.*