HAL
open science

La pensée technique de l'Académie Royale des Sciences (1699-1750)

Bernard Delaunay

To cite this version:

Bernard Delaunay. La pensée technique de l'Académie Royale des Sciences (1699-1750). Histoire. Université Panthéon-Sorbonne - Paris I, 2013. Français. NNT : 2013PA010637 . tel-01232867

HAL Id: tel-01232867

https://theses.hal.science/tel-01232867

Submitted on 24 Nov 2015

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.

Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne

Ecole doctorale d'histoire (ED 113)

Centre d'histoire des sciences et des techniques (CH2ST/EA127 « Modernité et révolutions »)

Doctorat en histoire moderne

Bernard Delaunay

LA PENSEE TECHNIQUE DE L'ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES (1699-1750)

Volume 1 : texte

Thèse dirigée par Madame Anne-Françoise Garçon, professeur

Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne

Soutenue le 11 décembre 2013

Jury :

Anne-Françoise Garçon (Professeur des Universités, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne)

Simone Mazauric (Professeur des Universités, Université Nancy 2)

Pascal Brioist (Professeur des Universités, Université François Rabelais, Tours)

Jean-Luc Chappey (Maître de conférences habilité à diriger des recherches, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne)

Hélène Vérin (Chargée de recherche, CNRS Centre Alexandre Koyré UMR 8560)

REMERCIEMENTS

Je voudrais tout d'abord remercier Madame Anne-Françoise Garçon qui m'a fait découvrir un éclairage de l'histoire des techniques extrêmement stimulant et qui m'a encouragé à commencer cette recherche, à oser une comparaison avec la technique actuelle et à tenter de retrouver des attitudes intellectuelles inscrites dans la longue durée de l'histoire des relations des hommes avec la technique et la science. Je la remercie pour ses conseils et ses encouragements qui m'ont beaucoup soutenu durant toute cette recherche historique.

J'ai trouvé au Centre d'histoire des techniques un environnement chaleureux et vivant, les séminaires, journées d'études, Masterclass ont contribué à enrichir ma réflexion et à clarifier mes idées. Je remercie particulièrement Benjamin Ravier pour les nombreux et riches échanges que nous avons eus, lors de ses séjours à Paris, sur nos sujets de thèse. Anne-Sophie Rieth et Evelyne Berrebi, chevilles ouvrières de l'organisation du centre doivent être remerciées pour leur gentillesse et leur soutien.

Je remercie Madame Dominique Margairaz pour m'avoir permis de participer à son séminaire d'histoire économique. L'éclairage de la période sous l'aspect économique et ses conseils m'ont été très précieux.

Aux archives de l'Académie des Sciences, j'ai reçu de la part de Madame Greffe, conservatrice en chef des archives de l'Académie, de Madame Pourret, malheureusement décédée récemment, de Madame Pavel et de Monsieur Leroi, un accueil toujours chaleureux et une assistance très efficace et je les en remercie.

Les archivistes des archives municipales de Reims ont répondu à une demande très générale par une liste détaillée des cotes concernant l'école de mathématiques pratiques, me facilitant ainsi grandement le séjour que j'ai fait à Reims. Je les remercie très sincèrement de leur accueil, de leur amabilité et de leur professionnalisme.

Je voudrais associer enfin à ce travail mes professeurs d'histoire du lycée Condorcet dans les années 1956 à 1959, messieurs Perrot, Brelingard et Mazoyer qui sont à l'origine de mon goût pour l'Histoire.

Que tous ceux qui ont participé aux relectures de cette thèse soient remerciés, ils se reconnaîtront.

Et je remercie enfin ma famille et mes amis d'avoir soutenu et supporté une entreprise de retraité, en subissant quelques discours parfois fastidieux.

Mais ce n'est ordinairement qu'après avoir travaillé longtemps qu'on s'aperçoit du danger qu'il y a de se faire imprimer parce que, devenant plus délicat, on cesse de voir ses ouvrages avec la même complaisance, on méprise au bout de quatre jours ce qu'on avait trouvé passable d'abord et on n'est jamais content de soi par l'envie qu'on a de mieux faire.

(Bernard Forest de Bélidor, *La science des ingénieurs 1729)*

INTRODUCTION

Le 19 juin 1717 le tsar Pierre le Grand est reçu à l'Académie Royale des Sciences[1]. Le registre de séance mentionne qu'on lui montra différentes réalisations techniques, une machine à élever les eaux, un cric, un carrosse. Le 22 décembre de la même année on lit en séance la lettre de remerciement du tsar qui est nommé par acclamations « Académicien hors rang ». Cet épisode illustre de façon incontestable le rayonnement et la place institutionnelle prise par l'Académie en ce début de XVIIIe siècle, deux ans à peine après la mort de Louis XIV. Qu'a-t-on montré au tsar ? Des réalisations techniques, preuve de la place que tient la technique dans la nouvelle Académie.

Le XVIIe siècle aura été le siècle des Académies, il serait inutile de les dénombrer. Au moment de la visite de Pierre le Grand, l'Académie existe depuis 1666, mais seulement depuis 1699 comme institution réellement officielle, dotée d'un statut et d'un règlement royal. Dans les institutions de la monarchie absolue, elle doit contribuer au rayonnement et à la gloire du Roi à travers le travail scientifique et participer au fonctionnement de l'administration royale en procurant les connaissances techniques devenues nécessaires à un pouvoir soucieux du progrès de la société, on n'ose dire de l'économie.

L'institutionnalisation de l'Académie marque le terme d'un processus long que, dans le souci d'établir son ancienneté Fontenelle[2] faisait, , remonter au cercle du Père Mersenne constitué en 1635 auquel avait succédé, si l'on peut dire, l'Académie de Montmor en 1654. Le récit qu'il fait de cette filiation est quelque peu téléologique où tout ce qui aurait précédé le renouvellement de 1699 n'aurait existé qu'en vue de cet aboutissement. Il s'agit d'établir par cette ancienneté et cette filiation une plus grande légitimité. Lorsqu'elle se constitue en 1666, en partie avec les membres de l'Académie de Montmor, la première Académie ne reçoit pas de mission particulière de la part du Roi. Colbert lui procure un lieu de réunion et certains

[1] Dans la suite de ce travail nous dirons plus simplement l'Académie.

[2] Secrétaire perpétuel de l'Académie de 1697 à 1740, mort quasi centenaire en 1757, il donne dans l'*Histoire de l'Académie royale des sciences depuis son établissement en 1666 jusqu'en 1686* un récit peut-être idéalisé montrant la création de l'Académie comme une nécessité immanente.

académiciens reçoivent des pensions ou des gratifications mais aucun lien statutaire n'existe entre l'administration royale et l'Académie. Le « Renouvellement », ainsi nommé par Fontenelle, qui intervient en 1699 transforme profondément sa nature puisqu'elle se voit attribuer un règlement royal, qui précise dans son préambule qu'il marque l'affection du Roi, peut-être une litote masquant une certaine « reprise en main ».

Alors que le *Dictionnaire historique de la langue* française rappelle que le mot « académique » apparaît en 1371 pour « *désigner les livres de Cicéron sur l'Académie platonicienne* », le mot « Académie » renvoie aujourd'hui une image relativement péjorative qui s'est constituée dès le XIXe siècle. Le Petit Robert donne la date de 1839 comme première occurrence du troisième sens de l'adjectif « académique » avec comme définition :

Se dit de ce qui suit étroitement les règles conventionnelles avec froideur et prétention[3].

Avec une telle définition, l'Académie ne semble pas de nature à avoir une place déterminante dans le monde de l'invention, qu'elle soit scientifique ou technique. Entrer aujourd'hui à l'Académie des sciences consacre souvent une fin de carrière prestigieuse, mais ne fait pas entrer dans un lieu de la création du savoir scientifique. Au début du XVIIIe siècle l'Académie Royale des Sciences n'est pas « académique » au sens assez péjoratif que portera ce mot au milieu du siècle suivant (surtout dans le domaine des beaux-arts et des lettres), elle constitue au contraire un organisme actif de recherche scientifique et technique. A la différence d'aujourd'hui, on entre jeune à l'Académie, on y fait carrière, tout anachronisme mis à part, comme au CNRS[4], on y est Adjoint, Associé, Pensionnaire, Honoraire, éventuellement Vétéran. Au début du siècle des Lumières elle représente la première institution scientifique du Royaume et peut-être de l'Europe, théâtre unique où se retrouvent tous les acteurs de la science moderne, la science vue à la fois comme connaissance pure et comme connaissance et méthode applicables à la technique.

En instituant l'Académie, en acceptant de la financer, en créant comme un statut de « scientifique professionnel » par le paiement des pensions, l'administration royale ne poursuit naturellement pas un but totalement désintéressé. Des missions sont fixées explicitement par le règlement, mission de prestige, d'excellence, dans le domaine

[3] *Le Petit Robert,* édition 1973, p. 9.

[4] Cette sorte de préfiguration du CNRS a déjà été mise en évidence par Nathalie Heinich dans « Arts et sciences à l'âge classique », *Actes de la recherche en sciences sociales*, année 1987, Volume 66, numéro 1, p. 47-78.

scientifique mais aussi mission d'assistance au pouvoir royal dans l'administration de la technique dans le Royaume. L'histoire institutionnelle de l'Académie n'est pas notre propos, elle a été traitée par plusieurs auteurs parmi lesquels, essentiellement Roger Hahn, David Sturdy, Alice Stroup et Claire Salomon-Bayet[5]. Il convient de souligner l'importance du règlement de 1699. Par lequel trois personnages-clés, bien connus, l'abbé Bignon (président annuel de l'Académie 32 fois entre 1699 et 1732), Bernard le Bovier de Fontenelle (secrétaire perpétuel de l'Académie de 1697 à 1740) et le comte de Pontchartrain (Contrôleur Général et Secrétaire d'Etat chargé de la Maison du Roi), oncle de Bignon vont assurer la pérennité de l'Académie et mettre au point une institution dotée d'un véritable statut, corps officiel de la Monarchie. Ils négocient un règlement solennellement proclamé en séance le 4 février 1699 et qui sera confirmé par lettres patentes du Parlement en 1713. Ce règlement énonce des règles de fonctionnement qui constituaient en partie des pratiques de la première Académie, les séances hebdomadaires, les registres, les vacances tout en fixant des obligations nouvelles, l'assiduité exigée de tous les membres non honoraires ou associés, l'obligation de communiquer ses travaux régulièrement, la hiérarchie interne des membres. Le nombre des académiciens est substantiellement augmenté, d'un peu plus d'une vingtaine, nombre fluctuant puisque non déterminé dans la première Académie, il passe à 70. Tous les académiciens de 1698 se retrouvent dans l'Académie renouvelée. Le noyau central, les 20 pensionnaires, est constitué de 17 anciens académiciens, complété par une nouvelle classe, celle des trois pensionnaires mécaniciens. Cette création d'une classe de mécaniciens et son intégration à l'Académie résulte de l'échec relatif d'une tentative d'Académie des arts dans les années 1690. L'intégration d'une mission officielle de nature technique, incluse dans le règlement, est très probablement corrélée avec la création de cette nouvelle classe.

L'Académie ainsi instituée enregistre régulièrement toute ses activités dans des registres de séances dont un dépouillement systématique nous révèle la place importante que tient la technique dans le travail académique. La première place revient aux communications scientifiques, sous forme de mémoires lus en séances mais les « arts », la technique, ne sont

[5] R. Hahn, *L'anatomie d'une institution scientifique, l'Académie royale des sciences, 1666-1803,* (traduit de l'anglais, édition originale 1971) ; D. Sturdy, *Science and social Status : the Members of the Académie des Sciences 1666-1750*; A. Stroup, *Royal Funding of the parisian Académie Royale des Sciences during the 1690s* ; C. Salomon-Bayet : Un préambule théorique à une Académie des Arts : Académie Royale des Sciences 1693-1696 présentation et textes dans *Revue d'Histoire des Sciences*, 1970, t.13, n°3 p. 229-250. On trouvera les références complètes dans la bibliographie, nous ne les avons pas mentionnées systématiquement.

pas marginalisés. Nous sommes ainsi conduits à poser la question qui est au centre de cette recherche : pourquoi et comment l'Académie royale des sciences s'occupe-t-elle des techniques ? Nous avons souligné les deux mots « sciences » et « techniques » car cela n'allait pas de soi de constater une place significative de la technique, non seulement prise comme une obligation de l'institution mais comme projet propre de l'Académie. Ce que nous appelons aujourd'hui la technique, ce que l'on appelait les arts au XVIIIe siècle, ne bénéficiait ni de la considération ni de la crainte qu'elle inspire aujourd'hui. Les arts « mécaniques » ceux des métiers constitués ou ceux qui déploient les nombreuses machines qui s'installent et se développent, sont plus méprisés que considérés et Diderot s'en lamentera dans l'article « Art » de l'Encyclopédie. Ce mépris ne se retrouve pas à l'Académie qui, dans le courant de pensée de Francis Bacon, considère que les arts, comme la science, sont dignes d'étude, susceptibles de progrès pour l'intérêt de la société, pour l'utilité publique. Dans le mouvement de création de la science moderne porté initialement par Bacon, mais aussi par Galilée, et par Descartes, recherche scientifique et recherche technique vont se retrouver comme associées au sein de la nouvelle Académie. Nous comprenons alors que lors de la visite du Tsar Pierre le Grand que nous avons mentionnée, l'Académie fasse démonstration de compétences techniques propres à susciter l'intérêt d'un souverain en quête de techniques occidentales. Montrer un cric, une machine à élever les eaux, plutôt qu'accomplir quelque expérience scientifique ou faire le récit d'observations astronomiques, situe les techniques à une place éminente, au-delà du geste courtisan. Cette approche rencontre également, dès les premières années du siècle, les préoccupations d'une administration de plus en plus sensible à l'intérêt présenté par les techniques dans le développement du « commerce » pour l'enrichissement du Royaume, prenant appui sur les compétences de l'Académie pour promouvoir ce développement. Avant même le début « officiel » des Lumières les mentalités des élites politiques, scientifiques sont profondément modifiées. Paul Hazard, dans *La crise de la conscience européenne, 1680-1715* met en lumière un basculement intellectuel fondamental :

> *La majorité des Français pensaient comme Bossuet ; tout d'un coup, les Français pensent comme Voltaire : c'est une révolution*[6].

C'est dans ce contexte que l'Académie « renouvelée » commence à travailler, à partir de son règlement de 1699, préparé dès la fin des années 1690. La technique fait partie de son champ d'action, sous des modalités variées, non seulement par obligation statutaire mais par

[6] *op. cit.* p.7.

inclination propre du corps académique partagée par un nombre significatif d'académiciens. Nous avons borné notre étude à la période 1699-1750 et il convient d'expliciter les raisons de ce choix.

La première date, 1699, va de soi, elle correspond à l'année du « Renouvellement », du règlement officiel et de la mise en place d'un fonctionnement stable et continu. Il n'y a pas de différence fondamentale entre les comptes-rendus de séance de 1699 et ceux de 1750 hormis les changements d'écriture. En revanche ceux des années précédentes ne présentent pas la même régularité. Il y a bien un « avant » et un « après » le 4 février 1699, date de la lecture solennelle du règlement. Pour nous en assurer, à chaque fois que nécessaire, nous avons cherché dans les années 1680-1698 des pratiques comparables à celles déployées après 1699. Nous en avons trouvé des traces mais bien moins structurées, moins régulières que celles qui suivent 1699.

A l'autre extrémité de notre période, l'année 1750 sert souvent dans l'historiographie pour faire débuter, au moins en Angleterre, ce qu'il est convenu d'appeler la révolution industrielle et Liliane Hilaire-Perez dans *L'invention technique au siècle des Lumières* prend plus souvent ses exemples au-delà de cette date qu'en deçà. Il paraissait alors intéressant d'analyser la période antérieure à 1750. Cette date, au-delà du caractère arithmétique de milieu du siècle, constitue une borne raisonnable, rendue nécessaire par le cadre temporel limité dont nous disposions pour ce travail. Sans qu'il y ait une rupture nette dans l'histoire générale, nous pouvons remarquer que les premiers conflits violents entre le Roi et les Parlements débutent en 1753 et la guerre de 7 ans en 1756.

La place de l'Académie dans le développement des techniques au XVIIIe siècle ne nous semble pas avoir été complètement reconnue par l'historiographie. De Roland Mousnier à Hélène Vérin et Anne-Françoise Garçon en passant par Maurice Daumas et Bertrand Gille, de 1958 à 2012 donc avec les étapes de 1968 et 1978, l'évolution est nette.

Pour Roland Mousnier, le lien entre science et technique n'existe pas. La thèse fondamentale, exprimée dans sa conclusion, est que le progrès technique est avant tout d'origine économique. Mousnier se livre à une réfutation de l'analyse marxiste du progrès scientifique qui lierait le progrès scientifique aux liens entretenus avec le monde des artisans. Il fait remarquer que Descartes et Newton ne doivent rien à ce monde :

> *Au XVIe et au XVIIe siècle il n'y a que très peu de relations entre la science et la technique, ces relations vont devenir plus fréquentes au XVIIIe siècle mais seulement dans le dernier tiers du XVIIIe siècle*[7].

La temporalité retenue fixe aux années 1760, au plus tôt, le début d'une influence de la science sur la technique. Pour ce qui concerne l'Académie, il considère qu'elle s'occupe uniquement de science théorique. Les *Descriptions des Arts et Métiers* sont considérées comme marginales et l'Académie ne s'occupe que « *quelques fois de questions pratiques* »[8]. L'originalité de l'Académie, le modèle de la science expérimentale, de l'entreprise baconienne n'est pas pris en compte. Quand à Bacon, il est brutalement écarté du champ de la réflexion :

> *Bacon n'a jamais servi à personne faute d'avoir connu la langue dans laquelle il fallait interroger la nature, c'est-à-dire les mathématiques*[9].

On ne peut que rester confondu devant de telles affirmations. Le jugement sans appel ne tient aucun compte de la place de l'Académie, au moins dans l'examen des inventions, pas plus de ce que l'on peut constater de l'influence de Bacon dans l'idéal qui s'exprime dans la toute première Académie, avant le Renouvellement et qui perdure après celui-ci. Cet aveuglement est d'autant plus surprenant que nombre d'articles publiés dans les années 1950 portaient une appréciation plus convenable du rôle de l'Académie dans le domaine technique.

Le deuxième moment historiographique est celui de *L'Histoire générale des techniques Tomes II et III,* publiée sous la direction de Maurice Daumas en 1964 et 1968[10]. Les sous-titres des deux volumes introduisent une segmentation temporelle différente et une problématique qui était absente chez R. Mousnier. Le tome II : *Les premières étapes du machinisme, XVe-XVIIIe siècles* et le tome III : *L'expansion du machinisme 1725-1860,* introduisent une borne temporelle en 1725 mais montrent clairement une continuité dans le développement du machinisme. Nous retrouverons dans le dépouillement des registres la place éminente des machines dans l'activité de l'Académie. La relation entre science et technique y est abordée d'une manière plus complexe. L'introduction du tome II est de ce point de vue très éclairante sur ce qui advient en fin de XVIIe siècle et au début du XVIIIe siècle. Le début de l'accélération du progrès technique est placé au milieu du siècle, laissant dans l'ombre ce qui se joue entre 1700 et 1750. Cette fois l'Académie est mentionnée par le

[7] R. Mousnier, *Progrès scientifique et technique au XVIII° siècle* p. 24.

[8] op cité p. 25.

[9] op cité p. 43.

[10] Cf. Bibliographie pour les références complètes.

rappel de contributions importantes de certains académiciens aux premières tentatives de théorisation des techniques : ainsi les études de la forme des engrenages ou du réglage des roues hydrauliques sont remarquées mais M. Daumas considère qu'elles ne sont pas diffusées :

> *Toutes les étapes théoriques étaient franchies mais elles restèrent ignorées de ceux qui auraient pu les utiliser. Le contenu des mémoires des mathématiciens n'était pas accessible en effet aux techniciens*[11].

Une telle ignorance est jugée comme sans conséquence, la sophistication des engrenages étant très difficile avec le bois, ce qui illustre la limitation du système technique. Cependant l'apport méthodologique de l'Académie comme institution n'est pas mis en valeur. Elle n'est généralement citée que pour son rôle dans les examens d'inventions. Il est remarquable également de constater que Bacon n'est jamais cité : il n'apparaît pas dans l'index. L'importance de l'expérimentation et de la mesure dans le domaine technique, sans cesse répétée par l'Académie ne semble pas retenir davantage l'attention des rédacteurs de l'ouvrage.

Dans son *Histoire générale des techniques*, Bertrand Gille franchit un pas supplémentaire. Après les prolégomènes où l'auteur introduit la notion de système technique, la partie histoire des techniques proprement dite de l'ouvrage se situe à une certaine distance de l'histoire technique factuelle, elle est regroupée dans une grande partie intitulée « Techniques et Civilisations ». Une autre partie de l'ouvrage, due à François Russo, est intitulée « Science et Technique ». B. Gille situe le renforcement des liens entre science et technique dès le XVIIe siècle et il reconnait l'entreprise de la rédaction de la description des arts comme une partie importante de l'effort de l'Académie. Le moment clé de la refondation, l'action de l'abbé Bignon et la tentative de constitution d'une académie des arts font l'objet d'un développement relativement important et nouveau dans l'historiographie. La même année, 1978, Claire Salomon-Bayet dans *L'institution de la science et l'expérience du vivant : méthode et expérience à l'Académie royale des sciences 1666-1793* reconnaît la place de la science expérimentale et l'importance de l'influence de Bacon. Cependant, la place des techniques n'est pas le propos de son ouvrage, là encore la fonction d'examen des inventions est reconnue en priorité.

C'est à la fin du XXe siècle et au début du XXIe siècle que nous trouvons plusieurs ouvrages qui mettent en lumière, et l'action de l'Académie dans le domaine technique, et la

[11] M. Daumas, *Histoire générale des techniques,* tome 2, p. 287.

volonté de rechercher les modes de pensée qui guide les acteurs de la technique, directs ou indirects. Liliane Hilaire-Perez s'attache plus particulièrement à l'histoire des inventions sous l'aspect économique et social, dans le cadre d'une étude comparative avec l'Angleterre. Le rôle de l'Académie comme expert technique y a toute sa place mais les aspects proprement techniques ne sont pas abordés en tant que tels. L.Hilaire-Perez confirme bien le rôle institutionnel de l'Académie :

> *C'est aussi dans ces jeux du pouvoir et du savoir que réside le succès du modèle académique, à la différence des sociétés savantes anglaise. En France la connaissance légitime la prise de décision et fonde l'autorité de l'administrateur*[12].

Le fonctionnement de l'Académie mettant en jeu la science et la technique est confirmé :

> *La place centrale acquise par les faits expérimentaux et l'induction dans la pratique scientifique ... conforte les savants comme experts par excellence*[13].

L'ouvrage d'Hélène Vérin, *La gloire des ingénieurs. L'intelligence technique du XVIe au XVIIIe siècle,* sans traiter spécifiquement de l'Académie mais en mettant au clair la place de l'ingénieur sur une période de trois siècles, du XVIe siècle au XVIIIe siècle^, démontre également le lien qui s'établit entre science et technique à l'époque moderne :

> *...lorsque l'ingénieur doit creuser un canal, réaliser une machine…il est confronté à la confusion d'une situation. Pour la constituer en un ensemble coordonné de problèmes, il lui faut au préalable, entrer dans diverses considérations, les examiner, les comparer, les opposer, y faire des choix qui souvent s'excluent, trouver les moyens de les faire convenir(...) Le principe selon lequel les mathématiques peuvent y aider, c'est-à-dire, faciliter la découverte des directions dans lesquelles il faut chercher pour trouver les solutions les plus adéquates paraît être le critère qui définit la technique de l'ingénieur*[14].

L'intérêt des historiens se porte aujourd'hui sur les modes de pensée technique, sur les régimes de pensée, avec des retours sur les périodes antérieures[15] et la caractérisation des régimes de la pensée technique, de la pensée opératoire.

Nous entendons nous situer entre une histoire « technique » des techniques et une histoire « intellectuelle » des techniques, d'abord dans l'analyse quantitative, factuelle, de la place de la technique dans le travail de l'Académie, puis dans l'analyse des caractères de la pensée

---

[12] *L'invention technique au siècle des Lumières*, p. 51.

[13] op. cité p. 59.

[14] *La gloire des ingénieurs,* p. 16-17.

[15] H. Vérin, P. Dubourg-Glatigny (dir), *Réduire en art, La technologie de la Renaissance aux Lumières* ; A-F. Garçon, *L'imaginaire et la pensée technique, Les trois états de la technologie.*

technique qui s'exerce dans ce travail sur les techniques. Pour évaluer, pour tenter de mesurer, quasiment au quotidien, le travail académique portant sur les techniques, nous nous sommes appuyé sur une source particulièrement riche, les registres de séances. Véritable « journal de bord » de l'Académie on y trouve le compte-rendu de chaque séance bihebdomadaire, les lectures de mémoires scientifiques et techniques y sont exactement mentionnées et leurs textes y sont consignés. Elections de membres, présentation de machines ou d'inventions de toute nature, tout est présent dans ces registres où même les absences prennent sens, comme l'absence de compte-rendu d'examen, significative d'un avis défavorable. Ces comptes-rendus ne sont pas des restitutions sténographiques, ils sont écrits à partir de notes qui ont disparu, au moins pour la période qui nous concerne, et des textes remis par les intervenants en séance. Ils renvoient une image lisse et officielle de ces séances où conflits et désaccords sont évacués mais les textes scientifiques et techniques sont ceux remis par leurs auteurs ainsi que les comptes-rendus des multiples commissions d'examen mandatées par l'Académie pour satisfaire les exigences contenues dans son règlement. C'est par le dépouillement systématique de ces registres que nous pouvons raisonnablement mesurer la place de la technique, classer les modalités d'intervention de l'Académie, de l'examen des inventions aux recherches techniques, en passant par les expertises, les descriptions sans oublier un cas singulier d'enseignement de la technique.

L'examen des machines et des inventions de toute nature fait partie des obligations de l'Académie, elle doit le pratiquer sur demande du Roi, exprimée par son administration. Cette modalité de son action technique est sans doute la plus connue et la plus citée dans l'historiographie. Dans le processus de gestion de l'invention technique couronnée par le privilège exclusif, ancêtre du brevet d'invention, l'Académie doit juger de la nouveauté et de l'utilité de la machine ou de l'invention que l'administration lui demande d'examiner. Elle n'est pas consultée pour toutes les demandes fournies à l'administration et son avis n'entraîne pas nécessairement l'attribution du privilège mais un jugement négatif vaut un refus. Cet examen sur demande officielle est loin de constituer la majorité des cas ; en effet, les inventeurs s'adressent directement à l'Académie, ce qui est prévu par le règlement, pour obtenir une approbation de leur invention, recherchant une reconnaissance technique officielle sans nécessairement effectuer la démarche administrative de demande de privilège. De 1699 à

1750 nous avons recensé 927 inventions[16] présentées à l'Académie, dont 176 issues de l'administration. Le résultat de l'examen académique n'est pas toujours connu mais les comptes-rendus, qu'ils soient positifs ou négatifs, sont en nombre suffisant pour permettre une analyse des pratiques de l'examen. Les inventions ou machines proposées peuvent être classées en différentes catégories, telles que « machines », « techniques navales » ou encore « architecture ». De cette typologie nous avons pu déduire les catégories les plus concernées par la consultation de l'Académie. Il n'est guère surprenant de trouver les machines en première position alors que les inventions liées aux arts du textile sont rares, car la compétence dans ces techniques n'est pas à l'Académie mais au Contrôle Général, plus particulièrement chez les inspecteurs des manufactures[17].

L'Académie se spécialise dans les techniques en devenir plus que dans les techniques installées, le confirme, par exemple, l'intervention de l'Académie sur les nouveaux procédés de teinture qui nécessitent des compétences chimiques présentes à l'Académie. A travers des comptes-rendus qui peuvent être très détaillés, de plus en plus souvent au fil de la période, évolution temporelle peu quantifiable mais bien avérée, nous découvrons en détail les pratiques de l'examen, les procédures, les acteurs car tous les académiciens ne sont pas mobilisés de la même façon. Nous verrons se dégager, non une petite minorité mais un nombre relativement important de « spécialistes » de ces examens techniques alors que le reste du corps académique n'intervient que plus rarement sans toutefois y échapper. N'oublions pas que cet examen des inventions fait partie des obligations statutaires de l'Académie. Ces pratiques révèlent une approche de la technique propre à l'Académie, fondée sur la rationalité, l'observation, l'expérimentation, le calcul, la mesure, mais aussi sur la connaissance d'une littérature technique antérieure et sur la constitution d'une mémoire collective. L'examen technique ainsi conduit permet alors de prononcer un jugement d'approbation ou de refus fondé sur des critères que l'Académie a défini elle-même, explicitement et par la pratique, à partir des seules indications formulées dans son règlement, l'utilité et la nouveauté.

[16] Au sens large, nous y avons inclus des mémoires ou des livres techniques présentés pour approbation mais leur nombre n'influe que très faiblement sur les statistiques.

[17] Autant le textile domine largement dans les demandes de privilèges déposées au Bureau du commerce, sans consultation de l'Académie, autant elles sont de loin dépassées par les inventions mécaniques au sens large.

Utilité et nouveauté sont développées et reformulées en intégrant des critères plus élaborés comme la faisabilité technique, la possibilité de construction, les contraintes d'entretien, la qualité des produits, au sens de la conformité à ce qui est espéré. Dépassant ce qui lui était initialement demandé, l'Académie ajoute à ces critères techniques des critères économiques en s'impliquant de plus en plus fréquemment dans le mécanisme d'attribution des privilèges et en prenant en compte les paramètres de coûts, qu'ils soient de réalisation ou d'entretien. Si la raison de l'examen des inventions est évidemment issue du règlement, l'exercice de cet examen, que ce soit à travers les procédures, les pratiques, les critères, met alors en lumière un nouveau régime de pensée technique et cette nouvelle pensée technique s'exprime comme une *doxa*. C'est à partir de cette orthodoxie technique qui devient commune à tous les commissaires que les jugements sont prononcés, allant parfois jusqu'à juger l'inventeur au-delà de son invention, selon qu'il a une pensée technique orthodoxe ou non.

Examiner les inventions constitue une première obligation et, quoique la seconde ne soit pas explicitement contenue dans le règlement, elle n'en est pas moins du même niveau d'obligation. En effet, disposant d'un corps « d'experts scientifiques et techniques », l'administration royale se tourne vers lui pour lui demander de résoudre des problèmes techniques ou administratifs soulevés par de nouveaux règlements. A titre d'exemples mentionnons celui des teintures ou bien le jaugeage des vaisseaux, la jauge étant l'assiette des taxes portant sur les cargaisons, ou bien encore pour disposer d'une méthode de mesure fiable de la qualité de la poudre à canon fournie à la marine royale. Il ne s'agit plus de porter un jugement sur une machine, un procédé, une invention mais de véritablement résoudre un problème technique.

Dans ce processus l'Académie prend son temps, il est courant qu'une expertise se déroule pendant plusieurs années, les commissaires chargés de ces expertises ne rendent pas nécessairement compte régulièrement à l'Académie. Le résultat final de l'expertise est présenté en séance, probablement discuté ; il se présente sous la forme de ce que nous appellerions aujourd'hui une instruction technique ou une norme d'essai. Véritable document technico-administratif, il est destiné à être appliqué par les acteurs de terrain, que ce soit pour réceptionner la poudre dans les magasins royaux ou pour réglementer l'application des teintures. Ces expertises peuvent concerner explicitement tous les académiciens invités à réfléchir collectivement au problème mais, le plus souvent, des commissaires sont mandatés pour les réaliser. Une expertise, l'enquête du Régent, se présente toutefois comme un cas

singulier, elle ne mobilise pas l'Académie dans son ensemble mais un académicien particulier, Réaumur. Alors que, comme institution officielle de la monarchie absolue, l'Académie, si elle est officiellement consultée, se doit de fournir l'expertise demandée, dans le cas de l'enquête du Régent nous n'en avons trouvé aucune trace officielle ni dans les registres ni dans les volumes annuels de l'Histoire de l'Académie. Dans le processus d'expertise, les méthodes mises en œuvre représentent toujours un véritable effort de recherche technique.

Examiner les inventions, fournir une expertise technique, constitue le cœur de la mission de l'Académie telle que se la représente l'administration royale et, à s'en tenir strictement au règlement l'Académie aurait pu se limiter à ces deux modalités d'action dans le domaine technique.

La première Académie des sciences, fondée en 1666, patronnée par Colbert avait reçu de celui-ci une autre mission technique, plus pratique, décrire les arts et métiers, descriptions dont le pouvoir attendait une diffusion des connaissances techniques, source d'amélioration pour les fabriques du Royaume. L'histoire de ces descriptions est pour le moins chaotique, de la demande de Colbert en 1675, non reprise explicitement dans le règlement, aux premières parutions, au-delà de notre période, en 1761, plus de quatre-vingts années s'écoulent, jalonnées de tentatives, de relances, d'oublis. Compte-tenu de la confrontation de ces descriptions avec l'*Encyclopédie,* de l'intérêt historique des planches et du texte, parfois plus « technique » que celui de l'*Encyclopédie*, ces descriptions occupent une place particulière. Mais force est de constater que l'Académie ne les a pratiquement jamais jugées importantes ou intéressantes. Les quelques académiciens qui en étaient chargés dans une sorte d'Académie parallèle avant 1699 sont intégrés en 1699 dans l'Académie renouvelée où ils constituent la classe des mécaniciens. Ils y continuent ce travail de descriptions, dans l'indifférence générale, si nous osons dire, et le silence se fait après leur disparition de l'Académie. Une relance est faite par Réaumur qui adopte vite le point de vue commun : les descriptions d'un art sont bien moins intéressantes que les « principes » de cet art, et elles retombent dans l'oubli officiel jusqu'à leur parution « en urgence » à partir de 1761, très probablement en réaction à la publication de l'*Encyclopédie*. Continuation des réductions en art, ces descriptions n'intéressent pas les académiciens qui leur préfèrent une approche plus scientifique des techniques où la pratique se déduit de la théorie ; cette approche est cohérente

avec le discours constant que nous retrouvons dans la quatrième modalité de l'activité technique de l'Académie.

Présenter son travail scientifique en séance, devant ses pairs est une obligation réglementaire pour les académiciens, certains sont d'ailleurs exclus pour n'avoir pas respecté leur « tour de rôle » et pour être trop souvent absents. Il est naturel qu'un académicien de la classe des géomètres présente un mémoire de mathématiques et un mécanicien de mécanique. A l'exception des académiciens botanistes ou anatomistes, ceux des autres classes, en plus de présenter des mémoires à caractère nettement scientifique, présentent des mémoires à caractère nettement technique. Cela ne concerne pas les seuls mécaniciens, d'autant que la classe de recrutement comme associé ou adjoint peut être conjoncturelle, une place qui se libère permet de recruter un sujet éminent[18]. Ce qu'il faut sans hésiter appeler des recherches techniques, des études, occupe une place importante dans l'emploi du temps académique. Dans environ une séance sur cinq un académicien présente un mémoire portant sur un sujet technique et cette place s'accroît entre 1699 et 1750. Comme pour les inventions une typologie de ces mémoires nous révèle le même intérêt et les mêmes compétences portant sur les techniques en devenir comme les machines ou les procédés nouveaux et la comparaison avec la typologie des inventions examinées concorde bien avec cette orientation. Si les académiciens étaient invités par le règlement à s'intéresser à la « conduite des arts », expression qui s'oppose à décrire les arts, le caractère d'obligation était faible. Ce qui semble toutefois manifeste et est exprimé avec force et constance, concerne cette conviction de la possibilité du progrès des techniques s'appuyant sur la recherche scientifique.

Dans des discours qui ne sont pas seulement idéologiques puisque nous les voyons s'appliquer, les académiciens mettent en pratique une approche nouvelle de la technique, un nouveau régime de la pensée opératoire, directement applicable dans les techniques du temps. Ce ne sont pas des exposés théoriques sans réelles applications, mais des recherches techniques débouchant sur de nouvelles connaissances, comme le réglage des roues à aubes, la mesure des courants, la métallurgie, les teintures, le calcul des cintres des voûtes où de la forme idéale des dômes. Cette recherche technique met en œuvre les méthodes de la science, tout autant que ses résultats qui sont encore en construction. En prenant pour objet d'étude les techniques et en y appliquant ces méthodes en utilisant l'outil fondamental que sont les

[18] Buffon commence sa carrière académique comme adjoint mécanicien avant d'être nommé adjoint puis associé puis pensionnaire botaniste.

mathématiques, elle renouvelle la pensée technique. Dès le début du siècle, les académiciens saisissent l'importance du calcul différentiel et intégral et l'appliquent à la résolution de problèmes techniques. Soucieux de diffuser ces résultats auprès des hommes de l'art peu susceptibles de comprendre des raisonnements mathématiques très élaborés pour l'époque, ils les transforment en applications numériques présentées sous forme de tableaux. Il n'y a pas de différence de nature entre le mode de pensée des académiciens jugeant les inventions, fournissant une expertise technique ou effectuant une recherche technique. En revanche, dans ces mémoires qui sont pour la plupart repris dans l'édition annuelle de l'histoire de l'Académie, nous retrouvons fréquemment le discours quelque peu hostile aux descriptions détaillées, souvent du fait de Réaumur qui, ayant renoncé aux descriptions, les déprécie nettement.

La recherche technique pratiquée par l'Académie s'enrichit également des recherches ou des livres présentés à l'Académie pour obtenir son approbation. Cet échange entre les académiciens et un premier cercle d'auteurs − souvent des ingénieurs [19]− constitue un relai de diffusion de cette pensée. L'Académie y trouve l'occasion d'encourager les auteurs de ces ouvrages qui sont dans l'orthodoxie technique, la recherche, l'exposé et la mathématisation des « principes »[20]. Pour obtenir le prix Rouillé de Meslay, la mise au concours de sujets techniques, du domaine naval, suivant les volontés du donateur, comme la mesure du temps en mer, la fabrication des ancres ou la mâture des vaisseaux, constitue une autre façon de développer la recherche technique et de l'encourager. Dans un réseau étroit de relations entre académiciens, candidats, experts techniques, les rôles s'échangent. Bouguer, d'abord candidat devient académicien puis commissaire chargé de juger les mémoires présentés aux concours suivants. Réaumur s'appuie sur Trésaguet, spécialiste aux forges de Guérigny, pour présenter en 1723 un mémoire sur la forge des ancres et le même Trésaguet est lauréat du prix de 1735, avant de voir son texte repris par d'Alembert pour l'article « Ancre » de l'*Encyclopédie.* Au-delà de possibles soupçons de connivence, encore que les pièces remises pour les prix soient anonymes et que Réaumur ne soit pas seul commissaire, nous voyons que cette recherche technique est effectuée dans un nouveau régime de pensée qui répond aux attentes de l'Académie.

[19] Le titre n'est en général utilisé que pour les ingénieurs militaires mais est en train de s'installer dans d'autres domaines.

[20] Bélidor et son *Architecture hydraulique* en est l'exemple le plus éclatant.

Une volonté de changer de régime de pensée technique s'illustre fortement dans cette production de très nombreux mémoires techniques, publiés donc diffusés et accessibles, dont le mode d'élaboration s'écarte notablement de la description des techniques existantes qui est souvent celle de l'*Encyclopédie.* Les mémoires lus en séance, publiés dans le recueil annuel ou séparément, se retrouvent parfois dans les *Descriptions* conférant à ces descriptions des caractères plus « technologiques ». Cependant les liens avec l'*Encyclopédie* apparaissent plus complexes car, dans le cas de techniques sortant du cadre des métiers réglés et représentant les techniques nouvelles appelées à devenir industrielles, l'Académie et l'Encyclopédie peuvent se rejoindre comme dans le cas de l'article « Ancre ».

Dans un cas singulier, pour lequel nous disposons de sources assez riches, l'Académie se trouve dans la situation de définir le contenu d'un enseignement technique. La singularité, l'unicité de cet exemple permettent d'observer la reformulation des finalités de cet enseignement et de la littérature technique qui lui est associée. La création, sous le patronage de l'Académie, d'une école de « mathématiques pratiques » à Reims en 1747 est l'occasion de la rédaction d'un programme et de méthodes d'enseignement technique, qui rompent avec la réduction en art et également avec les descriptions qui en découlent. Inversant l'ordre des réductions en art qui partent de l'observation, de la compilation des gestes et des outils pour les présenter de façon ordonnée, rédigée, réduite, l'enseignement de cette école repose explicitement sur l'enseignement des mathématiques, des principes des arts, des théories et leur « réduction en pratique » ou leur « réduction en exécution »[21]. Les archives de l'Académie et celles de la ville de Reims contiennent le programme détaillé de cet enseignement, la bibliographie sur laquelle se repose l'enseignant, les « manuels de cours » utilisés par les élèves mais aussi les motivations de ce nouveau type d'enseignement ainsi que des informations sur le public visé. Autour d'un magistrat éclairé, entretenant une relation personnelle avec le secrétaire perpétuel de l'Académie, nous découvrons un réseau qui participe à la traduction en français des *Principia* de Newton par la marquise du Châtelet et qui tisse des liens entre les académiciens, leurs correspondants, les écoles militaires et les

[21] Suivant la formulation du programme de l'école en 1747. A notre connaissance O. Deforge dans *Le graphisme technique* est le seul à mentionner cette école de « mathématiques pratiques » en donnant quelques indications sur le programme mais en insistant sur l'aspect dessin de l'enseignement. F. Artz la mentionne très rapidement dans *L'éducation technique en France au XVIIIe siècle.*

auteurs d'ouvrages scientifiques et techniques qui sont au fondement de ce nouvel enseignement des techniques.

Dépassant dans ce cas singulier la borne chronologique de 1750, nous découvrons, dans les années 1760 et 1770, une école qui se présente, à la fois comme une classe préparatoire aux écoles d'officiers des armes savantes, comme l'école du Génie de Mézières, ancêtre de l'Ecole Polytechnique et comme école de formation des gens de métier accédant à la maîtrise d'un art sans franchir l'étape du chef-d'œuvre, par la seule vertu de la réussite « scolaire ». Cas peut-être unique mais révélateur d'un renouvellement de l'approche de l'enseignement des techniques aux futurs ingénieurs et, osons le dire, aux futurs entrepreneurs. Au-delà du cas particulier de l'école et de son réseau fondateur, se découvre une littérature abondante destinée à ce nouveau type d'homme de la technique que représente « l'ingénieur moderne »[22].

De l'examen des inventions au patronage de l'école de Reims, les raisons qui conduisent l'Académie à faire une place importante aux techniques sont donc nombreuses et ne ressortent pas toutes des quelques lignes de l'article 31 du règlement de 1699. Bien au-delà de l'obligation qui lui est faite, celle-ci développe une véritable recherche technique fondamentale dans l'évolution des techniques du XVIIIe siècle et dont nous pouvons retrouver au moins une application contemporaine. Mais dans tous les cas, dans toutes les modalités d'action de l'Académie dans le domaine technique, de l'examen d'une modeste invention à la rédaction d'un mémoire sur le réglage des roues hydrauliques, une pensée technique que nous osons qualifier de nouvelle se dégage avec force. La rencontre explicitement voulue entre science et technique caractérise un nouveau régime de la pensée opératoire. Les caractères de la science moderne qui s'est constituée depuis le XVIIe siècle se retrouvent dans ce nouveau régime où apparaît la scientificité de cette pensée opératoire. Cette pensée, que nous pouvons désigner comme « technologique », malgré toutes les difficultés et les ambiguïtés qui s'attachent au mot technologie, assure le lien qui unit les examens d'inventions, les expertises, les recherches et l'enseignement mais aussi les descriptions pour en souligner, à la fois les insuffisances mais aussi y faire figurer des descriptions d'un type nouveau, plus théorique.

Tenter de tracer les traits essentiels de cette pensée technologique nous donne le « comment » de l'activité technicienne de l'Académie et cette pensée ne reste pas limitée aux seuls académiciens. Une diffusion significative se lit dans les liens tissés entre inventeurs et

[22] Suivant la définition d'A. Picon.

académiciens, lauréats de prix ou commissaires d'examen où les positions peuvent s'échanger dans une orthodoxie du discours et de la pensée technologique. Au-delà de ce cercle académique au sens large nous trouvons des indices sérieux de diffusion dans des bibliothèques de personnes très représentatives du public des Lumières.

Dès lors, le plan que nous suivrons s'impose. Il s'agit en premier lieu, de mesurer l'importance pour chacun des aspects que nous avons cités, les examens d'inventions, les expertises, les descriptions des arts, les études et l'enseignement. Dans le même temps il s'agit d'en dresser la typologie, d'en analyser les pratiques détaillées, les méthodes utilisées, les discours récurrents autour du domaine et de cerner les profils des académiciens les plus impliqués dans l'activité technique. Les cinq premiers chapitres seront donc consacrés à l'exposé détaillé des pratiques et des discours et cela pour toutes ces modalités, que nous avons désignées par des verbes d'action simples que l'on peut faire suivre par la pensée de l'expression « la technique », à savoir « Examiner », « Expertiser », « Décrire », « Etudier », « Enseigner ».

Dans le dernier chapitre nous détaillerons les caractères essentiels et communs de la pensée déployée dans ces actions, afin de définir ce que nous nommons la pensée technologique de l'Académie. Sans vouloir introduire une définition trop générale du régime de la technologie de la pensée opératoire, nous tenterons plutôt de montrer une instanciation particulière et partielle, en un lieu et une période biens déterminés. Si cette instanciation est fermement établie, se pose alors la question de la diffusion de cette nouvelle pensée. Celle-ci passe en premier lieu par la publication annuelle des mémoires techniques choisis par l'Académie. Tous ne sont pas publiés, pas plus d'ailleurs que ceux plus purement scientifiques, mais la majorité atteint le public des lecteurs de l'*Histoire de l'Académie Royale des Sciences avec les mémoires tirés des registres de cette Académie*, publiée annuellement. Au-delà des *Histoires annuelles*, une littérature technique très liée au cercle académique prend le relai et sert de support à cette transmission. Sans que l'on puisse distinguer des évolutions brutales, des événements marquants ou des ruptures, cette pensée technique s'impose progressivement et structure ce qui s'établit dans la seconde moitié du siècle et au début du suivant, une technique qui n'est plus celle des métiers, des arts mais celle des ingénieurs qui, en France au moins, vont recevoir une formation mathématique de plus en plus poussée. Au détour d'une phrase du règlement de 1699, il était demandé aux académiciens d'étendre leurs recherches sur la « conduite des arts ». Au cours du XVIIIe siècle ils appliquent cette

recommandation en plaçant les arts sous le contrôle de la science, en insistant non sur le « comment » des techniques mais sur le « pourquoi ».

Il est nécessaire de clarifier un choix, celui d'une certaine impersonnalité des acteurs que sont les académiciens au sein de l'institution académique. Celle-ci, comme toute institution, « pense »[23] et ses membres sont peu ou prou influencés par cette pensée commune qu'ils contribuent également à former. Les plus engagés dans les activités techniques que nous avons distinguées sont naturellement les porteurs de cette pensée technologique que nous avons identifiée. A l'évidence, les dépouillements des registres nous montrent que l'implication personnelle de tel ou tel académicien dans les activités techniques peut aller de l'absence totale à une implication très soutenue. Cependant, nous n'avons pas cherché à établir des causalités avérées ou des caractéristiques personnelles pour chacun de ces académiciens « technologues[24] » et nous nous sommes limité à une approche statistique permettant d'établir des types d'académiciens plus intéressés par la technique. On ne trouvera donc dans cette recherche aucune biographie de ces académiciens technologues[25]. Seules quelques indications sommaires pourront apparaître mais elles ne sont que partielles et ne concernent que quelques individualités particulièrement émergentes dans l'institution académique. Restant donc dans l'indétermination, nous utiliserons indifféremment les mots « Académie » ou « les académiciens » pour mentionner les acteurs de cette entreprise collective que représente l'activité technique, imposée par le règlement au sens large ou volontairement choisie, comme naturelle pour un savant soucieux, non seulement du progrès des connaissance, mais de l'utilité publique.

[23] Comme l'expose Mary Douglas dans *Comment pensent les institutions.*

[24] Nous utiliserons ce mot pour désigner commodément les académiciens les plus engagés dans les différentes activités techniques de l'Académie, la référence à la technologie est examinée au chapitre 6. « Technophile » aurait pu également convenir.

[25] Cette limitation est peut-être regrettable mais ne pas la poser nous aurait conduits à trop sortir du cœur de notre sujet. De plus une étude prosopographique complète existe, celle de David Sturdy déjà mentionnée plus haut. On peut y trouver, ainsi que dans les éloges académiques, des renseignements sur le parcours personnel de tel ou tel académicien. On trouvera en annexe 18 quelques indications biographiques d'un académicien emblématique, Henri Pitot.

BIBLIOGRAPHIE

Livres :

- ANTOINE (Michel), *Louis XV*, Paris, Fayard, 1989.
- ARTZ (Fred), *L'éducation technique en France au XVIIIe siècle*, Paris, Alcan, 1939
- AUCOC (Léon), *L'Institut de France : Lois, Statuts et règlements concernant les anciennes Académies de 1635 à 1889,* Paris, 1889.
- BEAUREPAIRE (Pierre-Yves), *Histoire de France : La France des Lumières 1715-1789*, (dir. Joël CORNETTE) Paris, Belin, 2011.
- BERTRAND (Joseph), *L'Académie des Sciences et les académiciens de 1666 à 1793,* Paris, 1869.
- BONNASSIEUX (Pierre), *Conseil du commerce et Bureau du commerce (1700-1791), Inventaire analytique des procès-verbaux,* Genève, Mégariotis reprints, 1979 (édition initiale, Paris 1910).
- BRIAN (Eric), *La mesure de l'Etat, Administrateurs et géomètres au XVIIIe siècle*, Paris, Albin Michel, 1994.
- BRIAN (Eric), DEMEULENAERE-DOUYERE (Christiane), *Histoire et mémoire de l'Académie des Sciences, guide de recherche,* Paris, Tec. et Doc. Lavoisier, 1996.
- BRIAN (Eric), DEMEULENAERE-DOUYERE (Christiane), *Règlement, usages et science dans la France de l'absolutisme (actes du colloque de janvier 1999),* Paris, Tec. et Doc. Lavoisier, 2002.
- CROSLAND (Maurice P), *Science under control: the French Academy of Science*, Cambridge, Cambridge University Press, 1992.
- DAUMAS (Maurice) (dir.), *Histoire générale des techniques Tome II, Les premières étapes du machinisme : XVe-XVIIIe siècle*, Paris, PUF Quadrige (1964, réédition 1996).
- DAUMAS (Maurice) (dir.), *Histoire générale des techniques Tome III, L'expansion du machinisme : 1725-1860*, Paris, PUF (1958, réédition 1996).
- DAUMAS (Maurice), *Le cheval de César ou le mythe des révolutions techniques,* Paris, Editions des archives contemporaines, 1991.

- DEFORGE (Yves), *Le graphisme technique,* Paris, Champ Vallon, 1981.
- DEMEULENAERE-DOUYERE (Christiane), STURDY (David), *L'enquête du Régent 1716-1718, Sciences, Techniques et Politique dans la France préindustrielle,* Turnhout, Brepols, 2008.
- DOUGLAS (Mary), *Comment pensent les institutions*, Paris, La Découverte, 1999.
- GARÇON (Anne-Françoise), *Entre l'Etat et l'usine, l'Ecole des Mines de Saint Etienne au XIXe siècle*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, 2004.
- GARÇON (Anne-Françoise), *Mine et Métal : 1780-1880 : les non-ferreux et l'industrialisation*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, 1998.
- GARÇON (Anne-Françoise), *L'imaginaire et la pensée technique*, Paris, Classiques Garnier, 2012.
- GAUJA (Pierre), *L'Académie des sciences de l'Institut de France*, Paris, Gauthier-Villars, 1934.
- GILLE (Bertrand) (dir.), *Histoire des techniques*, Paris, Gallimard (La Pléiade), 1978.
- GILLE (Bertrand), *Les ingénieurs de la Renaissance,* Paris, Seuil (Points Sciences), 1992 (première édition Paris, Hermann, 1964).
- GILLIPSIE (Charles C.), *Science and Polity in France at the end of the Old Regime*, Princeton, Princeton University Press, 1980.
- GUILLERME (Jacques), *Technique et technologie,* Paris, Hachette, 1973.
- GUILLERME (Jacques), *L'art du projet,* Wavre, Mardaga, 2008.
- HALLEUX (Robert), MAC CLELLAN (James E. III), BERARU (Daniela), XHAYET (Geneviève), *Les publications de l'Académie Royale des Sciences de Paris (1666-1793),* Turnhout, Brepols, 2001.
- HAHN (Roger), *L'anatomie d'une institution scientifique l'Académie des sciences de Paris, 1666-1803*, Bruxelles, Edition des archives contemporaines, 1993 (première édition en anglais, 1971).
- HAZARD (Paul), *La crise de la conscience européenne, 1680-1715*, Paris Boivin 1935 (réédition Le Livre de Poche, sans date).
- HILAIRE-PEREZ (Liliane), *L'invention technique au siècle des Lumières,* Paris, Albin-Michel, 2004.
- JACOMY (Bruno), *Une histoire des techniques*, Paris, Seuil, 1990.

- LABROUSSE (Ernest) (dir.), *Histoire économique de la France T.2 : des derniers temps de l'âge seigneurial aux préludes de l'âge industriel*, Paris 1970, PUF.
- LE ROY LADURIE (Emmanuel), *Histoire de la France urbaine (Tome 3)*, (dir. G. DUBY), Paris, Seuil, 1981.
- LEON (Pierre), *Economies et sociétés préindustrielles Tome 2 : 1650-1780, les origines d'une accélération de l'histoire,* Paris, Armand Colin, 1970.
- LICOPPE (Christian), *La formation de la pratique scientifique, le discours de l'expérience en France et en Angleterre,* Paris, La Découverte, 1996.
- MAC CLELLAN III (James E.), *Science reorganized: Scientific Societies in the eighteenth century,* New York, Columbia University Press, 1985.
- MAC CLELLAN III (James E.), *Specialist Control: the Publication Committee of the Académie Royale des Sciences (Paris) 1700-1793,* Philadelphia, American Philosophical Society, 2003.
- MAYNDRON (Ernest), *Les fondations de prix à l'Académie des Sciences (les lauréats de l'Académie),* Paris, Gauthier-Villars, 1881.
- MAYNDRON (Ernest), *L'Académie des Sciences,* Paris, Félix Alcan, 1888.
- MAZAURIC (Simone), *Fontenelle et l'invention de l'histoire des sciences à l'aube des Lumières*, Paris, Fayard, 2007.
- MAZAURIC (Simone), *Histoire des sciences à l'époque moderne*, Paris, Armand Colin, 2009.
- MINARD (Philippe), *La fortune du Colbertisme, Etat et industrie dans la France des Lumières,* Paris, Fayard, 1998.
- MOUSNIER (Roland), *Progrès scientifique et technique en Europe au XVIII° siècle*, Paris, Fayard, 1958.
- MOUSNIER (Roland), *Les institutions de la monarchie absolue*, Paris, PUF réédition 2005.
- NIDERST (Alain) (dir.), *Fontenelle, Actes du colloque tenu à Rouen du 6 au 10 octobre 1987*, Paris, PUF, 1989.
- PAUL (Charles B.), *Science and Immortality: the éloges of the Paris Academy of Sciences (1699-1791)*, Berkeley, Los Angeles, University of California press, 1980.
- PENNEAU (Anne), *Règles de l'art et normes techniques,* Paris, Librairie générale de droit et de jurisprudence, 1989.

- PETIFILS (Jean-Christian), *Le Régent*, Paris, Fayard, 1986.
- PICON (Antoine), *L'invention de l'ingénieur moderne : l'Ecole des Ponts et Chaussées (1747-1851)*, Paris, Presses de l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées, 1992.
- POUSSEUR (Jean-Marie) (dir.), *Francis Bacon, Science et méthode : Actes du Colloque de Nantes,* Paris, Vrin, 1985.
- ROCHE (Daniel), *Le siècle des Lumières en province : Académies et académiciens provinciaux, 1680-1789,* Paris, Mouton et EHESS, 1978.
- RUSSO (François), *Introduction à l'histoire des techniques,* Paris, Albert Blanchard, 1986.
- SALOMON-BAYET (Claire), *L'institution de la science et l'expérience du vivant : méthode et expérience à l'Académie royale des sciences (1666-1793),* Paris, Flammarion, 1978.
- SERIS (Jean-Pierre), *Machine et communication : du théâtre des machines à la mécanique industrielle,* Paris, Vrin, 1987.
- STROUP (Alice), *Royal funding of the parisian Académie royale des sciences during the 1690s,* Philadelphia, American Philosophical Society, 1978.
- STURDY (David), *Science and social status : the Members of the Académie des Sciences 1666-1750,* Woodbridge, Boydell Press, 1995.
- TATON (René), (dir.), *La science moderne : 1450-1800,* Paris, PUF (1958, réédition 1995).
- TATON (René) (dir.), *Enseignement et diffusion des sciences en France au XVIIIe siècle,* Paris, Hermann, 1986.
- VERIN (Hélène), *La gloire des ingénieurs, L'intelligence technique du XVIe au XVIIIe siècle*, Paris, Albin-Michel, 1993.
- VERIN (Hélène) et DUBOURG GLATIGNY (Pascal) (dir), *Réduire en art, La technologie de la Renaissance aux Lumières,* Paris, Editions de la Maison des sciences de l'homme, Paris 2008.
- VERLEY (Patrick), *La Révolution industrielle*, Paris, Gallimard, 1997.
- VIROL (Michèle), *Vauban,* Seyssel, Champ Vallon, 2003.

Articles extraits d'un ouvrage collectif

- GARCON (Anne-Françoise), « The three states of technology. An historical approach to a though regime, 16th-20th century », *in* FOREST (Joëlle) et FAUCHEUX (Michel (dir.), *New elements of Technology,* Belfort, U.T.B.M. editions, 2012, pp. 11-26.
- GUILLERME (Jacques), entrée « Technologie » de l'*Encyclopædia Universalis,* version numérique 2006 ou 2008.
- HAHN (Roger), "New considerations on the physical sciences of the Enlightenment era" dans *Actes du septième congrès international des Lumières*, t. 2, p.789-796, Oxford, The Voltaire Foundation, 1989.
- NIDERST (Alain), « L'examen critique des apologistes de la religion chrétienne, les frères Levesque et leur groupe », *Le matérialisme du XVIIIe siècle et la littérature clandestine*, BLOCH, Olivier (dir.), Paris, Vrin, 1982[1], pp. 51-54.

Article extrait d'une revue ou d'un périodique

- ALFONSI (Liliane), « La diffusion des mathématiques au XVIIIe siècle dans les manuels d'enseignement » : Du « Pourquoi ? » au « Comment ? », *Colloque national de la recherche en IUT,* Lyon, 2008.
- BARBIN (Evelyne), « Les éléments de géométrie de Clairaut : une géométrie problématisée », *Repères IREM,* n° 4, juillet 1991[2].
- BEAUNIER et GALLOIS, citoyens, ingénieurs des mines, « Expériences sur les trompes de la fonderie de Poullaouen », *Journal des mines,* volume 16, second semestre an XII, pages 37-48[3].
- BELHOSTE (Bruno), « Les origines de l'Ecole polytechnique. Des anciennes écoles d'ingénieurs à l'Ecole centrale des Travaux publics », *Histoire de l'éducation. Les enfants de la Patrie, Education et enseignement sous la Révolution française*, N° 42 1989, pp. 13-53.

---

1 http://books.google.fr/books?id=AJAnj6NIcGMC&pg=PA51&lpg=PA51&dq=Louis+jean+de+Pouilly+newton&source=bl&ots=m_883YgofA&sig=a1r2Y4IfgAhkmrmC8oPGMbmrGlg&hl=fr&ei=A2rLTqrXCszP4QS_hLRN&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CB4Q6AEwAA#v=onepage&q=Louis%20jean%20de%20Pouilly%20newton&f=false

2 IREM : Institut de recherche sur l'enseignement des mathématiques, accessible sur Internet

3 http://annales.ensmp.fr/articles/1803-1804-2/

- BELHOSTE (Bruno), PICON (Antoine), SAKAROVITCH (Joël), « Les exercices dans les écoles d'ingénieurs sous l'Ancien Régime et la Révolution », *Histoire de l'éducation, Travaux d'élèves. Pour une histoire des performances scolaires et de leur évaluation.* n° 46, 1990, pp. 53-109[4].
- BERG (Maxine), « In pursuit of luxury: Global history and British consumer goods in the eighteenth century », *Past and Present,* n° 182, février 2004.
- BIGOURDAN (Georges), *Les premières sociétés scientifiques de Paris au XVIIe siècle – Les conférences du bureau d'adresse,* Registres de l'Académie des sciences, volume 163, p. 937-946, Paris, archives de l'Académie des sciences.
- BIGOURDAN (Georges), *Les premières sociétés scientifiques de Paris au XVIIe siècle – Les réunions du P. Mersenne et l'Académie de Montmor,* Registres de l'Académie des sciences, volume 164, pp. 129-134, Paris, archives de l'Académie des sciences.
- BIGOURDAN (Georges), *Les premières réunions savantes de Paris au XVIIe siècle – l'Académie de Montmor,* Registres de l'Académie des sciences, volume 164, pp. 159-162, Paris, archives de l'Académie des sciences.
- BIGOURDAN (Georges), *Les premières réunions savantes de Paris au XVIIe siècle – Les Académies de Montmor, Sourdis, etc.,* Registres de l'Académie des sciences, volume 164, pp. 216-220, Paris, archives de l'Académie des sciences.
- BIREMBAUT (Arthur), « L'exposition de machines à Paris en 1683 », *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications* 1967, tome 20 n°2, pp 141-159, Paris, Armand Colin.
- BLAY (Michel), « Deux moments de la critique du calcul infinitésimal : Michel Rolle et George Berkeley », *Revue d'histoire des sciences*, 1965, Tome 39, n° 3, pp. 223-253.
- BRIGG (Martin), « The Académie Royale des Sciences and the pursuit of utility », *Past and Present,* 1991 n°131 pp. 38-88.
- BRUNET (Pierre), « La vie et l'œuvre de Clairaut », *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, 1951, Tome 4 n° 1, pp. 13-40.

[4] http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/hedu_0221-6280_1990_num_46_1_3334

- BURGUIERE (André), Société et culture à Reims à la fin du XVIIIe siècle : la diffusion des « Lumières » analysée à travers les cahiers de doléances, *Annales ESC*, 22ème année, n°2, 1967, pp. 303-339.
- C.D. « La population de Reims et de son arrondissement », *Population,* 16ème année, n°4, 1961, pp. 722-730.
- CHAPIN (Seymour L.), "The Academy of Sciences during the eighteenth century: an astronomical appraisal", *French Historical Studies,* 1968, vol. 5, n°4, p. 371-404.
- CHAPRONT-TOUZÉ (Michelle), CREPEL (Pierre), « L'octant et la plume. Grandjean de Fouchy, astronome et secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences », *Revue d'histoire des sciences*, 2008, tome 61, pp. 7-23.
- CHARTIER (Roger), « Un recrutement scolaire au XVIIIe siècle : l'Ecole royale du génie de Mézières », *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, tome XX, juillet septembre 1973, pp. 353-375.
- CLARK (Jack A.), "Abbé Jean-Paul Bignon "moderator of the academies" and royal librarian", *French Historical Studies* (1973, vol. 8, n°2 p 313-235).
- CREPEL (Pierre) « 7 juin, tricentenaire de Jacquier », dans *Images des Mathématiques,* CNRS*,* 2011[5].
- DAUMAS (Maurice), « Le mythe de la révolution technique », *Revue d'histoire des Sciences* (1963, t16, n°4, p. 291-302).
- DOLZA (Luisa), VERIN (Hélène), « Figurer la mécanique : l'énigme des théâtres de machines à la renaissance », *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, n° 51-2, avril juin 2004.
- DUBARLE (Dominique), « La méthode scientifique de Galilée », *Revue d'Histoire des sciences et de leurs applications*, 1965, Tome 18, n°2, pp. 161-192.
- DURAND-RICHARD (Marie-José) « Le regard de Charles Babbage sur le « déclin de la science anglaise » : *Documents pour l'histoire des techniques*, Nouvelle série, N° 19 pp. 287-306.
- EDGERTON (David), PESTRE (Dominique), « De l'innovation aux usages. Dix thèses éclectiques sur l'histoire des techniques », *Annales HSS,* 53ème année, 1998, n°4-5, pp.815-837.

[5] En ligne, URL : http://images.math.cnrs.fr/7-juin-tricentenaire-de-Jacquier.html (consultation du 18 novembre 2011).

- FAUQUE (Danielle), « Pierre Bouguer figure emblématique ou savant singulier », *Revue d'histoire des sciences*, Tome 63-1 janvier juin 2010, pp 5-21.
- FAUQUE (Danielle), « Pierre Bouguer et l'affaire du jaugeage, 1721-1726 », *Revue d'histoire des sciences*, Tome 63-1 janvier juin 2010, pp 23-66.
- GAUJA (Pierre), « L'Académie royale des sciences », *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, Tome 2 n° 4, 1949, pp. 293-310.
- GILLE (Bertrand), *«* L'Encyclopédie dictionnaire technique »*, Revue d'histoire des sciences et de leurs applications,* 1952, Tome 5 n° 1, pp.26-53.
- GONTIER (Thierry), « Mathématiques et science universelle chez Bacon et Descartes », *Revue d'histoire des sciences*, Tome 59-2, juillet-décembre 2006, pp. 285-312.
- GUEDJ (Muriel), « Du concept de travail vers celui d'énergie : l'apport de Thomson », *Revue d'histoire des sciences*, Tome 59-1 janvier-juillet 2006, pp.29-50.
- GUILLERME (André), « L'histoire des techniques - Des sciences et des techniques, un débat » (dir R. Guernerie et F. Hartog), *Cahiers des Annales*, 45, EHESS, 1998.
- GUILLERME (Jacques), « Les commencements de la technologie », *Thalès,* Paris PUF, 1968 vol 12 (Réimpression dans *Documents pour l'histoire des techniques,* Paris, CDHTE, n° 14, octobre 2007).
- HEINICH (Nathalie), « Arts et sciences à l'âge classique », *Actes de la recherche en sciences sociales*, Année 1987, Volume 66, Numéro 1.
- HUARD (Georges), « Les planches de l'Encyclopédie et celles de la Description des Arts et Métiers de l'Académie des sciences », *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications,* 1951, Tome 4 n° 3-4, pp. 238-249.
- HUMBERT (Pierre) : « L'œuvre mathématique d'Henri Pitot », *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications,* 1953, Tome 6, n°4, pp. 322-328.
- JACOB (Marie), « Le fonctionnement de l'Académie des sciences pendant le secrétariat de Fouchy », *Revue d'histoire des sciences*, 2008, tome 61, pp. 205-210.
- JURATIC (Sabine), « Publier les sciences au XVIIIe siècle : la librairie parisienne et la diffusion des savoirs scientifiques », *Dix-huitième siècle*, 2008/1, N° 40, pp. 301-313.

- LAMANDE (Pierre) « *La place des mathématiques dans les écoles d'ingénieurs, l'exemple français du XVIIIe siècle jusqu'en 1920* », accessible uniquement sur le site : http://www.m2real.org/spip.php?rubrique22
- LAVERGNE (Léonce de), « La société d'agriculture de Paris, son histoire, ses travaux », *Revue des deux mondes* 2e période, tome 21, 1859, pp. 573-603[6].
- LEHMAN (Christine), « L'art de la teinture à l'Académie royale des sciences au XVIIIe siècle », *Methodos* [En ligne], 12 | 2012, mis en ligne le 19 mars 2012[7].
- MAC CLELLAN (James E. III), « The Académie Royale des Sciences, 1699-1793; a statistical portrait », *Isis,* 1981 vol 72 n° 264.
- MAC LAUGHLIN (Trevor), « Sur les rapports entre la Compagnie de Thevenot et l'Académie royale des sciences », *Revue d'histoire des Sciences*, 1975, t.28 n°3, pp.235-42.
- MARGAIRAZ (Dominique), *Du privilège au service public,* (communication au XIV International economic history congress), Helsinki 2006, session 35[8].
- MAZAURIC (Simone), « Parallèle de Fontenelle et de Grandjean de Fouchy », *Revue d'histoire des sciences*, 2008, tome 61, pp. 147-163.
- ROBINET (André), « L'école royale du Génie de Mézières », *Revue d'histoire des Sciences et de leurs applications*, 1949, Tome 2, n°3 pp. 267-270.
- ROCHE (Daniel), « Science et pouvoir dans la France du XVIII° siècle, 1666-1803 », *Annales* 1974 a 29 n°3, pp.738-748.
- ROCHE (Daniel), « Trois Académies parisiennes et leur rôle dans les relations culturelles et sociales au XVIIIe siècle », *Mélange de l'Ecole française de Rome, Italie et Méditerranée*, T.111 n°1, 1999, pp. 395-414.
- ROCHE (Daniel), « Académies et académisme : le modèle français au XVIIIe siècle », *Mélange de l'Ecole française de Rome, Italie et Méditerranée*, T.108 n°2, 1996, pp. 643-658.
- SALOMON-BAYET (Claire), « Un préambule théorique à une Académie des Arts : Académie Royale des Sciences 1693-1696 : présentation et textes », *Revue d'Histoire des Sciences et de leurs applications*, 1970, t.13, n°3 p. 229-250.

[6] http://fr.wikisource.org/wiki/La_Soci%C3%A9t%C3%A9_d%E2%80%99agriculture_de_Paris)
[7] URL : http://methodos.revues.org/2874 (consultation du 09 janvier 2013)
[8] www.helsinki.fi/iehc2006/papers1/Margairaz.pdf

- SEBESTIK (Jan), « Les commencements de la technologie : Postface/préface », *Documents pour l'histoire des techniques,* n° 14 octobre 2007, Paris, SeCDHTE.
- SERGESCU (Pierre), « Mersenne l'animateur (8 septembre 1588-1er septembre 1648) », *Revue d'histoire des Sciences*, 1948, Tome 2 n°1, pp. 5-12.
- TATON (René), « Esquisse d'une bibliographie de l'œuvre de Clairaut », *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, 1953, Tome 5 n°2, pp. 161-168.
- TITS-DIEUAIDE (Marie-Jeanne), « Les savants, la société et l'Etat : à propos du renouvellement de l'Académie des Sciences », *Journal des Savants,* 1998, (n° 1 jan-mars), pp.79-114.
- TORLAIS (Jean), « Chronologie de la vie et des œuvres de René-Antoine Ferchaut de Réaumur », *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, Tome 11 n°1, pp.1-12.
- TURNER (Anthony), "Grollier de Servière, the brothers Monconys : curiosity and collections in the seventeenth century Lyon", *Journal of the history of collections*, Oxford Journals, 2008[9].
- VERIN (Hélène), « La technologie : science autonome ou science intermédiaire ? », *Documents pour l'histoire des techniques,* n° 14 octobre 2007, Paris, SeCDHTE.

Thèses ou mémoires

- BLECHET (Françoise), *L'abbé Jean-Paul Bignon (1662-1743) : une république des lettres et des sciences*, Thèse HDR, Université Paris 1, 1999.
- LARDIT (Mathilde) *Les concours de l'Académie Royale des Sciences* (Mémoire de maîtrise sous la direction de Daniel Roche), Université Paris 1, 1997.

Sites Internet[10]

[9] http://jhc.oxfordjournals.org/content/early/2008/04/29/jhc.fhn011.abstract (consultation du 26 août 2013). La traduction française est disponible sur : http://www.museedesconfluences.fr/musee/conferences_colloques/colloques/2007_histoire_collections/actes/turner.pdf (consultation du 26 août 2013).

[10] Ces sites sont mentionnés comme donnant des informations complémentaires sur des écoles ou des personnages intervenant en particulier au chapitre 5 traitant de l'Ecole de Reims. Leur fiabilité a été jugé bonne par recoupement avec les éloges des académiciens et les ouvrages traitant des écoles militaires comme celui de R. Taton, *L'enseignement et la diffusion de sciences au XVIIIe siècle.*

- Ecole du Génie de Mézières : http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89cole_royale_du_g%C3%A9nie_de_M%C3%A9zi%C3%A8res (consultation du 13 mai 2013).
- Ecoles de l'Artillerie (Wikipedia) : https://www.google.fr/search?sourceid=navclient&hl=fr&ie=UTF-8&rlz=1T4ACPW_frFR414FR406&q=%C3%A9coles+d'artillerie (consultation du 13 mai 2013).
- Chronomètre de marine (Wikipedia) : (consultation du 7 janvier 2013).
- Abbé Charles Etienne Louis Camus : http://fr.wikipedia.org/wiki/Charles_%C3%89tienne_Louis_Camus (consultation du 23 juin 2013).
- Abbé Charles Bossut (Wikipedia): http://fr.wikipedia.org/wiki/Charles_Bossut (consultation du 13 mai 2013).
- Etienne Bézout (Wikipedia) : http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89tienne_B%C3%A9zout (consultation du 13 mai 2013).
- Notice biographique de Louis-Jean Levesque de Pouilly : http://www.textesrares.com/pouil_pages.php?texte=pouil0.php&menu=notice (consultation du 22 novembre 2011).
- Moulins du Basacle : (http://www.toulouse.fr/cultures/musees-expos/espace-edf-bazacle) (consultation du 10 novembre 2011).
- Chronologie de la vie de Clairaut : http://www.clairaut.com/ (consultation du 24 août 2013).

N.B. : Pour ne pas alourdir les notes nous avons fait le choix de ne pas indiquer systématiquement les références complètes des ouvrages cités en omettant éditeur, lieu d'édition et date d'édition.

SOURCES

SOURCES MANUSCRITES

Archives de l'Académie des sciences[1]

La source principale[2] est la collection des registres des séances bihebdomadaires de l'Académie. Ces registres ont été rédigés sous la responsabilité du secrétaire perpétuel de l'Académie, Bernard le Boyer de Fontenelle de 1699 à 1740, puis Jean-Jacques Dortous de Mairan de 1740 à 1743 et enfin Jean-Paul Grandjean de Fouchy à partir de 1744. Les originaux ont été photocopiés au début des années 1960 par le CNRS. Ils sont consultables librement dans la salle des archives de l'Académie des Sciences actuelle. On compte un registre par année pour la période étudiée (exceptionnellement deux) contenant de 300 à 500 folios, Les registres dépouillés sont très homogènes sur la période, ce qui donne confiance dans les statistiques élaborées à partir de ces registres. Chaque séance contient la liste des membres présents et le compte-rendu de la séance, c'est-à-dire lecture de mémoires ou d'écrits des académiciens, décisions administratives comme des élections, informations diverses et, ce qui constitue le point central de notre recherche, la mention des demandes royales d'examen de machines ou d'avis techniques, les présentations d'inventions ou de machines par des particuliers et les communications des travaux techniques des académiciens. Les mémoires ou écrits lus en séance par les académiciens occupent l'essentiel de ces registres. Les registres dépouillés sont ceux des années 1680 à 1750. Les années 1680 à 1698 n'entrent pas dans la base de données. Ils ont été dépouillés pour évaluer la place de la technique dans les années antérieures à la période considérée. Les registres sont accessibles en ligne sur gallica : http://gallica.bnf.fr/Search?ArianeWireIndex=index&f_century=18&q=proc%C3%A8s-verbaux+acad%C3%A9mie+royale+sciences&lang=FR&sq=Acad%C3%A9mie+royale+sciences&p=1&f_sdewey=50

Certaines années sont manquantes, les microfilms réalisés dans les années 1960 par le CNRS étant en trop mauvais état.

[1] Ces archives sont à l'Institut de France, 23 quai Conti, Paris 6ème.

[2] Les archives disponibles à l'Académie sont analysées en détail dans l'ouvrage de C.Demeleunaere-Douyère et E.Brian : *Histoire et mémoire de l'Académie des Sciences. Guide de recherche,* Paris, Tec. et Doc ; Lavoisier, 1996 .

Les registres de séances ne constituent pas les seules archives des séances. Les documents subsistants concernant l'année en cours (puis à partir de 1723 le mois en cours) sont conservés dans les « pochettes de séance ». Pour les années 1700 à 1720, ces pochettes sont peu fournies, quelques documents, un ou deux parfois, qu'il est souvent malaisé de rattacher à une séance particulière, elles deviennent plus fournies à partir de 1715. N'en avoir constitué qu'une par année montre la minceur de ce qui a été conservé. Néanmoins, la description détaillée, au moins un peu, d'une invention proposée par un particulier ou renvoyée par le Roi, ne peut se trouver que dans les pochettes de séance si elle n'a pas été officiellement approuvée. A partir de 1718 les pochettes sont plus fournies. Le nombre de pièces conservées augmente, il est possible d'y trouver des correspondances, des mémoires d'inventeurs et des demandes. Néanmoins, sur la période dépouillée, les pochettes apportent plus des compléments aux registres que des informations nouvelles. Par exemple cela permet de reclasser la nature de la demande d'examen d'une invention de « particulier » à « royale » dans quelques cas. A partir des années 1745 environ le contenu des pochettes devient plus substantiel, elles contiennent, en particulier, des pièces importantes concernant le patronage de l'école de Reims. Les pochettes peuvent également contenir des documents imprimés mélangés à des documents manuscrits, nous ne les avons pas distingués comme sources imprimées.

Pour chaque académicien, il existe un « dossier personnel » qui réunit des documents éventuellement laissés à l'Académie. Nous avons assez peu utilisé ces sources dans la mesure où nous avons centré notre étude sur l'Académie en tant qu'institution et non sur les académiciens.

Les sources sont citées en utilisant les abréviations suivantes :

- Registres de séance : pour un texte enregistrée le 11 mars 1730 : AADS, R 11 mars 1730.
- Pochette de séance : pour un document issu de la pochette de séance de novembre 1747 : AADS, PS novembre 1747.
- Dossier personnel : pour un document issu du dossier de l'académicien des Billettes : AADS, dossier personnel de Des Billettes.

Archives municipales de Reims

Les archives municipales de Reims contiennent un fond ancien (FA) très fourni concernant l'école de mathématiques pratiques et l'école de dessin. Les archives utilisées sont les suivantes :

- FAR 103 : registre des délibérations du Conseil de ville.
- FAR 693 : registre des élèves de l'école de mathématiques pratiques (instructions, statuts de l'école, liste annuelle des élèves et notation).
- FAC 692 L19 : correspondances et documents concernant l'école de mathématiques pratiques.
- FAC 693 L20 : correspondances et documents concernant l'école de mathématiques pratiques[3].
- FAC 693 L21 : correspondances et documents concernant l'école de dessin.
- FAC 695 L26 : projet et schémas de réalisation de l'installation d'adduction d'eau de la ville de Reims réalisée par le Père Fery[4].
- 56 S 4 : Ensemble de documents dépareillés concernant l'école du Génie de Mézières acquis à la fin du XIXe siècle[5].

Les références avec L n'ont pas d'index et les documents (quelques dizaines par liasse) s'y retrouvent sensiblement dans un ordre chronologique inverse. Ces sources sont citées en utilisant la référence suivante : AMR, FAC 92 L19 suivi du titre ou libellé du document par exemple « Prospectus de publicité pour l'école (1746) »

Archives de la bibliothèque de l'école Polytechnique

- Inventaire des livres provenant de l'école du Génie ci-devant établie à Mézières (11 brumaire an III).

[3] La répartition entre les liasses FAC 692 L19 et FAC 693 L20 n'est ni chronologique ni thématique.

[4] Liasse consultée uniquement pour la compréhension des compétences de Fery.

[5] Liasse mentionnée uniquement comme indice d'un lien persistant – mémoriel ? – entre la ville de Reims et l'école de Mézières.

SOURCES IMPRIMEES

Publications de l'Académie royale des Sciences

- *Histoire de l'Académie royale des sciences, année M.DC.XCIX, avec les mémoires de mathématique et de physique pour la même année, tirés des registres de cette Académie,* Paris.

  52 volumes, de 1699 à 1750 compris, un tome par année sauf cas particulier, les éditeurs varient et les volumes en bibliothèque à l'Institut ou les volumes disponibles sur gallica ne sont pas nécessairement la première édition qui paraît en général trois ans après l'année considérée.

  Tous les volumes sont accessibles en ligne sur gallica :
  http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/cb32786820s/date.r=Histoire+m%C3%A9moires+acad%C3%A9mie+royale+sciences.langFR

  Les volumes sont anonymes, ils sont établis sous la responsabilité du secrétaire perpétuel, les mémoires retenus portent le nom de leur auteur ainsi que la date de séance où ils ont été lus (parfois la première, parfois la dernière séance de lecture si celle-ci s'est répartie sur plusieurs séances). Chaque volume a une double pagination, une pour la partie « Histoire » qui se termine avec la liste des machines et inventions approuvées et les éloges des académiciens disparus pendant l'année considérée et une pour les « Mémoires ». Ces volumes sont cités en référence de la façon suivante : *HARS* ou *MARS,* suivi de l'année et de la page, selon qu'il s'agit de la partie Histoire ou de la partie Mémoires.

- *Histoire de l'Académie royale des sciences, depuis son établissement en 1666 jusqu'à 1686,* Tome 1, Paris, Martin, Coignard, Guérin, 1733.

  Cette histoire est une réécriture par Fontenelle *a posteriori*, elle comporte 16 tomes et rassemble les mémoires retenus pour la période 1666-1698, seul le tome 1 a été utilisé car il contient une préface de Fontenelle qui présente une histoire des origines de l'Académie, assez téléologique, qui expose les projets académiques. Ce volume est disponible sur gallica :
  http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k56063967.r=Histoire+acad%C3%A9mie+royale+sciences+1666-1699.langFR

- GALLON (Jean-Gaffin), *Machines et inventions approuvées par l'Académie royale des sciences depuis son établissement jusqu'à présent, avec leur description*, tomes 1

à 6 (1666-1701, 1702-1712, 1713-1719, 1720-1726, 1727-1731, 1732-1734) Paris, Martin, Coignard, Guérin, 1735, tome 7 (1734-1754) Paris, Boudet, 1777.

Comme son nom l'indique ce recueil devrait contenir la description des machines et invention approuvées mais il n'y a pas recouvrement exact entre les approbations officielles listées dans l'histoire annuelle de l'Académie et ces descriptions. La période couverte contient les années 1666 à 1698, période pendant laquelle la notion d'approbation formelle par l'Académie n'existe pas. Dans tous les volumes apparaissent des inventions approuvées qui ne sont pas mentionnées par l'Académie et certaines inventions officiellement approuvées ne se retrouvent pas dans l'ouvrage de Gallon. Néanmoins l'ouvrage est « *dessiné et publié du consentement de l'Académie* » et il peut être utilisé comme référence par un académicien en 1745[6]. Ces volumes sont, à notre connaissance, la seule source permettant d'avoir description et schémas des seules machines approuvées[7]. Les six premiers couvrant de 1666 à 1734 sont publiés ensemble, le septième couvrant une période nettement plus longue, 1734-1754, est publié tardivement en 1775, Gallon, correspondant de Grandjean de Fouchy depuis 1735 étant mort en janvier de cette année 1775. Les sept volumes sont disponibles sur gallica :

http://gallica.bnf.fr/Search?ArianeWireIndex=index&lang=FR&q=machines+inventions+gallon&p=1&f_century=18

Ils sont cités en référence de la façon suivante : *MINV* 1, p. (pour le premier volume).

- *Descriptions des arts et métiers, faites ou approuvées par Messieurs de l'Académie royale des sciences de Paris*, 20 volumes édités par Jean-Elie Bertrand, Neufchâtel, imprimerie de la société typographique, 1771-1783.

  Cette édition est disponible sur le site du CNAM (CNUM) :

  http://cnum.cnam.fr/fSER/4KY58.html

  Ce n'est pas l'édition originale de l'Académie, elle contient des observations et des ajouts qui sont repérés et qui sont sans influence notable sur le contenu et nous l'avons

[6] Duhamel du Monceau : *un soufflet qui a été perfectionné par M. Téral et qui est gravé dans le Recueil des machines présentées à l'Académie.* (AADS, *MARS* 1745, p.52).

[7] Avec la restriction indiquée ci-dessus sur les écarts inexplicables entre les approbations officielles et la lite retenue par Gallon.

considérée comme une publication de l'Académie. Elles sont citées en référence de la façon suivante : *Descriptions*, tome, page.

- *Recueil des pièces qui ont remporté le prix de l'Académie royale des sciences depuis leur fondation jusqu'à présent, avec quelques pièces qui ont été composées à l'occasion de ces prix,* Tomes 1 et 2, Paris, Jombert, 1732, Tome 3 à 7, Paris Martin, Coignard, Guérin, Jombert, 1752. Ces ouvrages sont disponibles sur gallica : http://gallica.bnf.fr/Search?ArianeWireIndex=index&p=1&lang=FR&q=recueil+pi%C3%A8ces+remport%C3%A9+prix+acad%C3%A9mie+royale+sciences
  Ils sont cités de la façon suivante : *Recueil des prix,* tome, page.
- *Mémoires de mathématique et de physique présentés à l'Académie Royale des Sciences par divers savants et lus dans ses assemblées,* Tome premier, Paris, Imprimerie Royale, 1750. Disponible sur gallica : http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3478z.image#

Autres publications[8]

- BELIDOR (Bernard Forest de), *Architecture hydraulique ou l'art de conduire, d'élever et de ménager les eaux pour les différents besoins de la vie*, 4 tomes, Paris, Jombert, 1737 (gallica).
- (d°), *Nouveau cours de Mathématique à l'usage de l'Artillerie et du Génie*, Paris Jombert 1757 (Google books).
- (d°), *La science des ingénieurs dans la conduite des travaux de fortification et d'architecture civile,* Paris Jombert 1729 (gallica).
- CAMUS (François-Joseph de), *Traité des forces mouvantes*, Paris, Jombert, 1722 (Google books).
- CLAIRAUT (Alexis-Claude), *Eléments d'algèbre*, Paris, Jombert, 1748 (4ème édition) (Google books).
- CLAIRAUT (Alexis-Claude), *Eléments de géométrie*, Paris, Durand, 1753 (Google books).

[8] Les ouvrages cités dans ce paragraphe ont été consulté en version numériques, soit sur gallica soit sur Google books. Nous ne donnons pas les liens complets pour ne pas alourdir la liste mais simplement le fournisseur de la version numérique utilisée. Ces versions ne sont pas nécessairement les premières éditions, nous avons mentionné l'édition lorsque c'était possible.

- CONDORCET (Nicolas de Caritat, marquis de), *Eloges des académiciens de l'Académie royale des sciences morts depuis l'an 1666 jusqu'en 1790* (tome IV), Brunswick et Paris, Vieweg et Fuchs, 1799 (Google books).
- CORIOLIS, *Du calcul de l'effet des machines*, Paris, Crilian-Goeury, 1829.
- DEIDIER (abbé), *Le parfait ingénieur français ou la fortification offensive et défensive,* Paris, Jombert, 1742, (nouvelle édition) (Google books).
- De SAUX, *Au Révérend Père Fery, minime, sur le succès de son entreprise pour les fontaines*, Reims, Bergeat, 1747 (gallica).
- DIDEROT (Denis), D'ALEMBERT (Jean Le Rond) (dir.) *Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, Paris, Briasson, David, Lebreton, Durand, 17 tomes (gallica).
- (***) *Recueil de planches sur les sciences, les arts libéraux et les arts mécaniques, avec leur explication.* 10 volumes, Paris, Briasson, David, Lebreton, Durand, 1762 à 1772 (gallica).
- FONTENELLE (Bernard Le Bovier de), *Histoire du renouvellement de l'Académie royale des sciences en M.DC.XCIX et les éloges historiques de tous les académiciens morts depuis ce Renouvellement, avec un discours préliminaire sur l'utilité des mathématiques et de la physique*, Paris, Boudot, 1708. (gallica)
- WOLFF (Christian, ou Chrétien), *Cours de Mathématique qui contient toutes les parties de cette science mises à la portée des commençants,* 3 tomes (traduit en français et augmenté considérablement par D. ***, de la Congrégation de Saint-Maur), Paris, Jombert, 1747. (Google books)
- (***) *Dictionnaire de l'Académie française* (2 tomes), Paris, Coignard, 1694 (gallica).
- (***) *Journal des savants, pour l'année MDCCLXV,* Paris, Lacombe 1775 pp. 275-281 (Google books).

Catalogues de bibliothèque

Ne sont listés que les 13 catalogues où se trouvent des ouvrages scientifiques et techniques directement liés à l'Académie, sur un échantillon de 26 catalogues. Cet échantillon a été constitué à partir de catalogues accessibles sur gallica.

- *Catalogue des livres de la bibliothèque royale de Nancy,* Nancy, Haener, 1756.
- *Catalogue des livres de Monsieur le président Crozat de Tugny*, Paris, Thiboust, 1751.

- *Catalogue des livres de Monsieur Davy de la Fautrière, conseiller au Parlement,* Paris, Didot, 1756.
- *Catalogue des livres de la bibliothèque de feu Monseigneur Louis de La Vergne de Tressan, archevêque de Rouen*, Paris, Martin, 1734.
- *Catalogue des livres de feu M. le Président Le Cousturier de Mauregard*, paris, Martin, 1748.
- *Catalogue des livres de M. le Maréchal de Luxembourg*, Paris, Pissot, 1764.
- *Catalogue des livres de la bibliothèque de M.D.R.*, Paris, Barrois, 1779
- *Catalogue des livres de feu Monsieur l'abbé de Fleury, chanoine de l'église de Paris*, Paris, Martin, 1756.
- *Catalogus Bibliothecae Nobilisimi et Generosissimi domini Alberti Nocolai*, La Haye, Swart et Gaillard, 1752.
- *Catalogue des livres de feu M. Potier, ancien avocat au Parlement*, Paris, Morel, 1757
- *Catalogue des livres de feu M. Ant. Nunes-Ribeiro-Sanchès, conseiller d'état de la Cour de Russie, docteur en médecine de l'Université de Salamanque, etc*., Paris, de Bure, 1783.
- *Notice des livres de la bibliothèque de M. Mouchard, receveur général des finances,* Paris, De Bure, 1783.
- *Catalogue d'une partie des livres de la bibliothèque du Cardinal de Loménie de Brienne,* Paris, Mauger-Lejeune, An V (1797).

1 EXAMINER

L'examen des inventions par l'Académie représente la première modalité de son activité « technique ». Avant le Renouvellement cette pratique n'était pas absente dans l'activité de la première Académie. Celle-ci ne s'était pas dotée d'un règlement interne et n'avait pas d'obligation formelle vis-à vis de l'administration mais effectuait néanmoins des examens d'inventions qui lui étaient présentées, soit directement par les inventeurs, soit, occasionnellement, sur demande de l'administration royale. Le Renouvellement de 1699 marque une très nette inflexion entre des pratiques irrégulières, et des pratiques réglementées qui deviennent celles de l'Académie. L'examen des inventions est devenu une des missions de l'Académie qui est sollicitée par l'administration conformément à l'article 31 du règlement et qui reçoit les inventeurs conformément à l'article 34. Avant d'analyser l'activité d'examen des inventions entre 1699 et 1750, il convient de remonter aux vingt années précédentes pour constater que le Renouvellement de 1699 marque bien l'apparition d'une activité régulière, dont les caractères se construisent et se fixent au début du siècle. L'Académie devient alors une instance de jugement technique, à la fois pour l'administration royale et pour les inventeurs soucieux d'obtenir une reconnaissance officielle de leurs talents, de leur inventivité et de leur ingéniosité. Entre 1699 et 1750, pendant cinquante deux années, 927 demandes sont présentées à l'Académie. La demande est transmise par l'administration royale ou est présentée directement par l'inventeur. Même s'il est impossible de former une typologie de ces inventeurs, une analyse qualitative permet de découvrir une population variée, somme toute assez large dans les premières années, mais qui va en se resserrant au fur et à mesure que l'on avance dans le siècle. La répartition par origine est de 176 demandes officielles et de 751 demandes privées, avec des variations annuelles du nombre total et de la répartition assez importantes. Les causes de ces variations peuvent, en partie, être reliées à un contexte particulier, politique comme la guerre, économique comme la crise du système de Law, administratif comme le changement de secrétaire perpétuel de l'Académie mais elles sont sans doute également conjoncturelles sans mise en évidence d'une tendance statistiquement fondée.

Une seconde approche de ces inventions est possible, leur classement en catégories techniques suivant leur objet. L'analyse de la répartition par catégories montre alors que la grande majorité des « machines ou inventions » présentées concernent des techniques qui n'entrent pas, ou peu, dans le cadre des métiers réglés, à l'exception de l'horlogerie, mais qui se concentrent plus sur les techniques en devenir. Les machines, au sens propre, y occupent une grande place, mais nous y trouvons aussi nombre d'inventions concernant le domaine naval et le domaine militaire. Au total assez peu d'inventions ressortent des activités économiques dominantes que sont l'agriculture et le textile. Toutes les catégories évoluent dans le temps, certaines apparaissent avec un décalage, d'autres tendent à diminuer au fur et à mesure que l'on avance dans la période.

Ces inventions sont présentées pour être examinées et, dès le début, une procédure est mise en place et nous pouvons la voir se préciser, se formaliser dans l'analyse détaillée de ces examens. A travers les comptes-rendus des commissaires, se dégagent des règles, des méthodes, des critères de jugement qui se construisent, évoluent et manifestent une complexification, à la fois dans l'examen lui-même et dans les relations avec les demandeurs. Dans des comptes-rendus, de plus en plus détaillés et argumentés, les académiciens développent une manière de penser les différents dispositifs techniques qu'ils ont à examiner. Ils font appel à des critères plus quantitatifs que qualitatifs, faisant une place éminente aux raisonnements, utilisant les ressources des mathématiques et des méthodes qu'installe la science moderne[1].

1.1 LA PREMIERE ACADEMIE ET LES INVENTIONS

Pour la période 1680-1698 nous retrouvons quelques traces d'antériorité d'examens de machines ou d'inventions. Les registres mentionnent peu de ces examens. Aucune procédure ne leur est attachée, l'examen est essentiellement effectué en séance sur modèle ou sur dessin, la désignation d'un ou de plusieurs académiciens commissaires pour l'examen est exceptionnelle. De même le résultat de l'examen ne donne pas lieu à une sanction officielle comme le sera la publication de la liste des approbations après 1699. Toutefois nous observons quelques inventions pour lesquelles l'Académie délivre un certificat à l'inventeur qui a présenté une demande, soit directement soit par l'intermédiaire de l'administration :

[1] Au sens de la science de l'époque moderne qui s'est constituée au XVIIe siècle.

> *Le 8ème de février on a examiné le plan du pont de Mr. Hebert et de la machine que Mr. Des Billettes et lui ont présentée à l'Académie.*
> *On lui a donné un certificat de ces deux machines*[2].

Une telle rédaction ne nous éclaire pas sur l'approbation de la machine ou du pont, tout au plus pouvons-nous supposer que la délivrance d'un certificat est analogue à une approbation. Cette pratique illustre bien le fait que l'ancienne Académie ne se pense pas en position d'instance officielle de jugement d'une invention ou d'une machine.

Lorsqu'il publie en 1733 l'histoire de l'Académie pour la période 1666-1699, avant le Renouvellement, Fontenelle retrace l'histoire dans les deux premiers tomes puis donne ensuite les mémoires qui ont été produits par les académiciens mais, à la différence des volumes annuels réguliers après 1699, il n'y a pas de rubrique « Machines et inventions approuvées ». C'est une histoire revisitée, réécrite d'une manière quelque peu téléologique pour justifier l'événement refondateur de 1699. Si l'examen des inventions avait été une activité majeure de la première Académie, Fontenelle n'eût pas manqué de le souligner. Nous pouvons retrouver des manifestations d'intérêt pour les arts dans l'histoire, telle que la présente Fontenelle pour cette période, mais elles ne sont pas centrales. Il convient de se demander s'il ne cherche pas à minimiser cette partie de l'histoire pour mieux mettre en lumière ce qui va devenir important par la suite et surtout produire une justification utilitariste de l'entreprise académique voulue par les refondateurs que sont Pontchartrain, l'abbé Bignon et Fontenelle. Dans le tome 1, il fait un rapprochement entre le financement de l'Académie assuré par le Roi et l'intérêt public d'avoir les moyens d'examiner les inventions :

> *Le Roi voulut même qu'il y eut toujours un fonds pour les expériences si nécessaires dans toute la Physique et dont la dépense est quelque fois au dessus des forces du physicien. La Chimie est plus raisonnable et n'opère qu'avec assez peu de frais et les Mathématiques mêmes, hormis la Géométrie pure et l'Algèbre, demandent un grand attirail d'instruments faits avec un extrême soin. D'ailleurs il se propose quelquefois de nouvelles inventions que leurs auteurs, séduits par le charme de la production, ont rendues si spécieuses qu'à peine en peut-on apercevoir les inconvénients ou les impossibilités et il est de l'intérêt public qu'il y ait une compagnie toujours en état de les examiner et d'en faire l'épreuve ; après quoi les défauts seront découverts et peut-être même réparés*[3].

Au moment où il écrit ces lignes, ou du moins quand elles sont publiées, cette nécessité de disposer d'une instance de jugement des inventions ne fait plus question mais cela éclaire sur un aspect des négociations qui ont pu intervenir au moment du Renouvellement.

[2] AADS, R 8 février 1690.

[3] *Histoire de l'Académie royale des sciences depuis son établissement en 1666 jusqu'en 1686* (tome 1 p.9)

L'existence d'examens de machines sur demande de l'administration est également attestée, ainsi pour l'année 1675 :

> *Diverses machines renvoyées à l'Académie par ordre de Mr. Colbert y furent examinées : telle fût, par exemple, une machine pour nettoyer les ports et une autre pour broyer ou moudre les grains*[4].

Le dépouillement des registres de séances pour les années 1680 à 1698 donne 39 inventions examinées sur demande de particuliers et 10 sur demande de l'administration royale, par exemple :

> *M. Joué ingénieur : a présenté un dessein en perspective d'une forme pour les vaisseaux, d'une porte d'écluse, d'un quai et d'un escalier. Sur ces desseins toutes les mesures naturelles de leur longueur, largeur horizontale et de la hauteur perpendiculaire à l'horizon. La Compagnie a fort approuvé le tout*[5].

Ou bien pour une demande officielle :

> *M. Rouillon s'est présenté à l'Académie de la part de Monseigneur de Louvois qui a présenté plusieurs desseins de machines de son invention*[6].

Nous sommes donc très loin des chiffres atteints dans la période postérieure au Renouvellement. La répartition des demandes d'examen entre 1680 et 1698 est donnée par le graphique suivant :

---

[4] *Ibid.* p. 95

[5] AADS, R 3 février 1685

[6] AADS, R 25 mai 1686

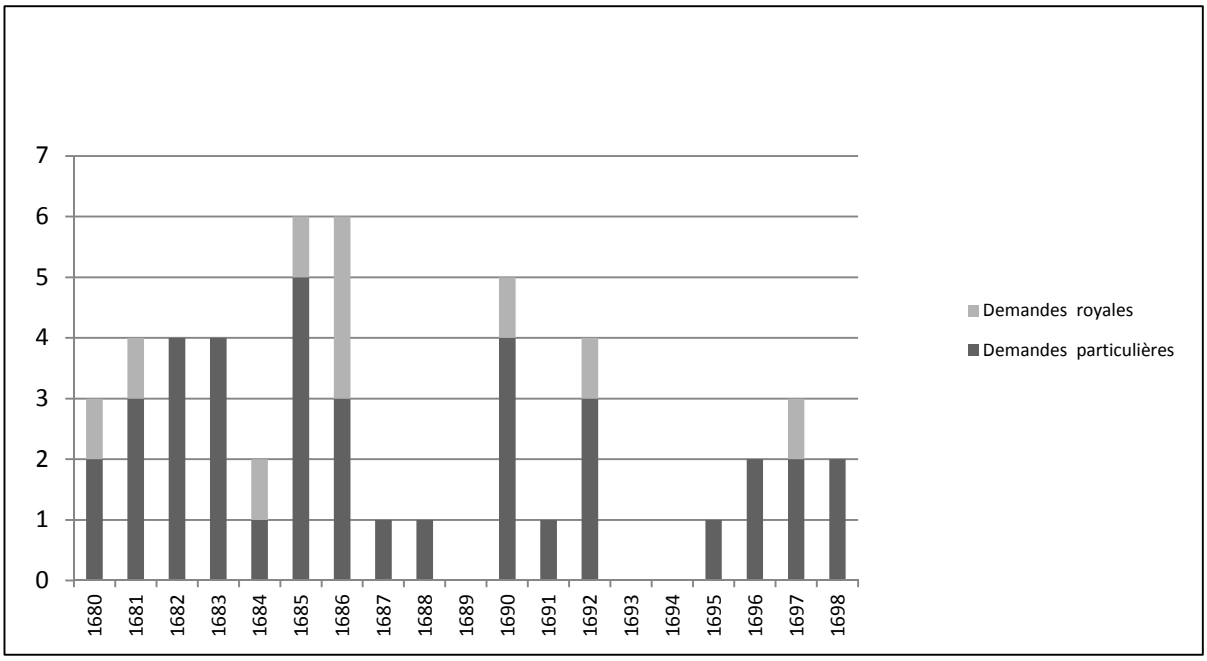


Figure 1 : Demandes d'examens d'invention pour la période 1680-1698
(source : AADS, registres de séance)

On constate une relative diminution, voire quasi disparition, surtout des demandes officielles, dans les années précédant 1699 et il est vraisemblable que la réactivation de cette activité a fait partie des négociations du règlement. Cela confirme, pour la technique en particulier, ce que constate R. Hahn :

> *Les scientifiques en acceptant les pensions du gouvernement, montraient tacitement leur volonté de vouer leurs efforts au bien de la nation et de renoncer à la liberté et au plaisir du dilettantisme. En retour l'Etat, à condition qu'il pût tirer partie des recherches scientifiques, était prêt à dépenser s'il le fallait, des sommes considérables*[7].

La notion d'examen d'invention n'était donc pas absente mais on remarque qu'il est naturel pour les académiciens de présenter eux-mêmes des inventions. Dans son édition des *Machines et inventions approuvées,* Gallon regroupe des machines présentées et (ou ?) examinées entre 1666 et 1699. Sur les 46 machines ou invention retenues dans cette liste, seules 9 sont issues de personnes extérieures à l'Académie, les autres sont des inventions présentées par des académiciens eux-mêmes ; il convient de noter que l'on ne les retrouve pas nécessairement dans les registres. Il existe donc une continuité entre la position d'inventeur présentant une machine et la position d'académicien. Par exemple, Cusset propose le 28 avril 1685 une machine servant de support à une « grande lunette ». Il est admis comme astronome en décembre 1685 et, le 19 janvier 1686, il revient à la charge en présentant le dessein de son

[7] R. Hahn *op. cit.* p. 13

support, examiné cette fois par quatre autres académiciens alors qu'avant d'être choisi comme académicien, on s'était contenté d'enregistrer la machine :

> *Mr. Cusset a présenté à la Compagnie un modèle d'une machine pour servir de support à de grandes lunettes. Il a donné un écrit qui explique cette machine qu'on mettra dans les registres, il a laissé ce modèle et le plan de la machine pour mettre dans le cabinet des machines*[8].

Nous pouvons donc en conclure que la pratique des examens d'inventions existe bien mais n'est pas formellement réglée, ce qui n'a rien de surprenant puisqu'il n'y a pas encore de règlement. De 1680 à 1698, soit 19 années de pratique académique nous avons recensé 59 inventions, dont seulement 10 correspondent à des demandes officielles. Par comparaison aux 927 inventions présentées entre 1699 et 1750 c'est très peu. En resserrant la comparaison aux seules 19 années symétriques suivantes, de 1699 à 1717, on recense 252 demandes d'examen, dont 55 officielles. L'inflexion est évidente, le nombre de demandes a plus que quadruplé et elles occupent alors une part significative de l'activité académique tournée vers les arts – la technique –. Dans l'analyse de ces examens, de 1699 à 1750, nous allons découvrir la place de la technique, les raisons et les modalités d'exercice de cette pratique académique de la technique.

1.2 INVENTEURS ET INVENTIONS

1.2.1 Inventer, inventeurs, inventions

Nous avons comparé les définitions de l'édition de 1694 du dictionnaire de l'Académie Française avec l'édition de ce dictionnaire en cours d'élaboration aujourd'hui, afin de vérifier que nous ne risquons pas de confusion avec le sens que nous donnons aux mots inventer, inventeurs, invention. Les définitions de l'édition de 1694 sont les suivantes :

> *INVENTER. Trouver quelque chose de nouveau par la force de son esprit, de son imagination. Inventer un ART, une Science, inventer une machine, celui qui a inventé la poudre à canon, inventé l'imprimerie (...)*
> *INVENTEUR. Celui qui a inventé. Le premier inventeur, l'inventeur de l'imprimerie, de l'art d'écrire etc. (...)*
> *INVENTION. Qualité, faculté disposition de l'esprit à inventer. Ce poète n'a pas d'invention (...)*

[8] AADS, R 28 avril 1685. L'écrit n'est pas dans les registres et l'invention n'est pas reprise dans *MINV*

Il se prend aussi pour l'action d'inventer et la chose inventée. Depuis l'invention de l'imprimerie (...)[9].

Dans la neuvième édition en cours d'élaboration[10] par l'Académie Française les définitions sont les suivantes :

INVENTER 1. (Droit). Trouver, concevoir, imaginer quelque chose de nouveau, et notamment une machine, un procédé, une technique, un système. Les Chinois ont inventé l'imprimerie.
INVENTEUR 1. Personne qui a découvert un trésor, un objet caché ou perdu. L'inventeur d'un site archéologique. Le trésor mis au jour sera partagé entre l'inventeur et le propriétaire du fonds. 2. Celui, celle qui invente, qui a inventé. Benjamin Franklin est l'inventeur du paratonnerre, Charles Cros celui du phonographe. Un inventeur doit prendre un brevet d'invention pour protéger ses droits.
INVENTION I. (DROIT). Le fait de trouver, par hasard ou par recherche, un objet caché ou perdu. Le Code civil traite des problèmes soulevés par l'invention des trésors. (RELIG.) L'invention de la Sainte Croix, la découverte légendaire du bois de la sainte Croix par sainte Hélène, mère de l'empereur Constantin, et, par métonymie, la fête célébrée en mémoire de cette découverte.
II. Action d'inventer ; résultat de cette action. 1. Action de concevoir, d'imaginer, de créer quelque chose de nouveau. L'invention de la boussole, du baromètre, de la machine à vapeur. La nécessité est mère de l'invention. Loc. De l'invention de, qui a été inventé par. Un numéro, un plat de son invention. Par métonymie. Ce qu'on invente, ce qu'on crée. Voilà une belle, une heureuse invention, une invention utile. Invention ingénieuse, diabolique. Brevet d'invention, 2. Disposition de l'esprit à inventer, faculté par laquelle on conçoit, on trouve quelque chose de nouveau.

Les définitions du dictionnaire de Furetière sont celles du dictionnaire de l'Académie Française. La comparaison des deux éditions, distantes de trois siècles, montre que nous ne risquons pas de confusion. Aujourd'hui comme au XVIIIe siècle un « inventeur invente une invention » et, en opérant la même distinction, le sens du mot invention renvoie à un objet ou un procédé nouveau et cette nouveauté peut être jugée moralement bonne (l'imprimerie) ou mauvaise (la poudre à canon).

Dans le règlement de 1699 deux articles spécifient ce que le roi attend de l'Académie, l'article 31 d'abord :

L'Académie examinera, si le Roi l'ordonne, toutes les machines pour lesquelles on sollicitera un privilège auprès de Sa Majesté. Elle certifiera si elles sont nouvelles et

[9] *Dictionnaire de l'Académie*, p. 606

[10] La dernière version complète date de 1935 mais, heureusement, les académiciens français ont dépassé la lettre I.

utiles et les inventeurs de celles qui seront approuvées seront tenus de lui en laisser un modèle[11].

En complément à ce rôle officiel d'expertise, l'article 34 prévoit la possibilité pour les inventeurs de présenter directement leur invention à l'Académie, sans solliciter nécessairement un privilège exclusif :

Ceux qui ne seront point de l'Académie ne pourront assister ni être admis aux assemblées ordinaires, si ce n'est quand ils y seront conduits par le secrétaire pour y proposer quelque découverte ou quelque machine nouvelle.

Ces deux articles ne sont pas modifiés en 1716, lors de la révision du règlement effectuée par le Régent qui ne concerne que la composition des différentes classes de l'Académie. Même si le mot invention n'apparaît pas dans le règlement, c'est bien de cela qu'il s'agit ; des inventeurs proposent à l'administration des machines qui doivent être nouvelles, d'autres inventeurs proposent directement à l'Académie des découvertes, donc forcément nouvelles, et des machines qui doivent être nouvelles pour être considérées. En ménageant la possibilité d'un accès direct l'institution préserve une possibilité d'examen, et donc de jugement, à des inventeurs qui ne cherchent pas dans l'immédiat une application économique mais qui cherchent au préalable à valider une idée nouvelle, une invention quelconque. Derrière les demandes officielles d'examen des inventions, il y a, en revanche, un enjeu économique puisqu'il s'agit d'obtenir ou non un privilège qui peut être simplement un droit de mise en application de l'invention ou un privilège exclusif qui limite l'utilisation de l'invention au titulaire du privilège, ancêtre de nos brevets d'inventions[12]. Le règlement fixe les critères, la nouveauté et l'utilité, selon lesquels l'Académie devra juger les inventions. Les deux critères ne sont pas explicités en détail et c'est à l'Académie de se forger sa pratique détaillée, sa propre jurisprudence. Examiner les inventions c'est bien entrer dans le domaine de la technique, la mission est explicite et l'Académie va la remplir en développant une pratique et

[11] Le texte du règlement est dans *HARS* 1699, p. 3-17. Pour un accès plus facile il est recopié dans l'annexe 1. Dans la pochette de séance de 1713 se trouve l'exemplaire « officiel », associé aux lettres patentes de la chambre des comptes enregistrant ce règlement.

[12] On pourrait dire en forme de boutade que dans la société et dans l'économie d'Ancien Régime, tout est interdit sauf ce qui est autorisé. Des statuts d'un corps de métier au droit de faire circuler des carrosses entre Paris et Versailles, de l'impression d'un livre à l'installation d'une machine hydraulique, tout est objet d'une autorisation particulière, d'un privilège. Celui-ci peut être simple ou exclusif en ce sens qu'il en limite le droit d'utilisation à une personne et pour un temps donné, sous peine de procès. Cf. D. Margairaz, *Du privilège au service public*.

des critères plus détaillés que ceux qui sont formulés dans le règlement. Nous pouvons ajouter que, si le mot invention n'est pas cité dans le règlement de 1699, dès la première édition de l'*Histoire de l'Académie royale des sciences, année MDCXCIX,* apparait la rubrique « Machines et inventions approuvées »[13].

1.2.2 Les inventeurs

Notre propos n'est pas de nous intéresser particulièrement aux inventeurs eux-mêmes mais nous pouvons présenter quelques traits distinctifs de cette population telle qu'elle se présente en cette première moitié du siècle. Ce ne sont que des observations fragmentaires, la position sociale, l'état de ces inventeurs ne sont pas toujours connus, il est cité ou non dans la rédaction de la présentation de la demande, qu'elle soit issue de l'administration royale ou qu'elle résulte d'un accès direct à l'Académie. Au début du siècle, le filtre d'entrée directe, tel qu'il est envisagé à l'article 34, est assez large, les inventeurs sont multiples et les origines sont variées. Solliciter l'avis de l'Académie, c'est une première étape dans un parcours qui peut conduire à une entreprise économique ou tout simplement à obtenir une gratification. Dans la manière de les nommer se lit également la hiérarchie sociale, la position des inventeurs. On passe de Monsieur au Sieur puis au nom, marquant ainsi les distinctions des personnes dans une société d'ordres. Sans que cela soit facilement vérifiable par des typologies faciles et des dénombrements fiables, une évolution se pressent après les années 1710. Il s'agit de plus en plus de personnes dont la position sociale est plus établie (hommes de loi, marchands, entrepreneurs, hommes d'église, ingénieurs). En 1701 on pouvait trouver une proposition d'un galérien[14] :

> *3 ou 4 machines proposées par le galérien Pierre Chevalier dont l'Académie a déjà entendu parler*[15].

Ce type d'inventeur fait place à des personnalités qui sont dans une proximité plus grande avec l'Académie. Certains inventeurs sont plus prolifiques et apparaissent plus régulièrement sur une période. Dans la deuxième décennie par exemple, on retrouve ainsi, fréquemment, Du Guet (ingénieur militaire), De la Chaumette, Marius, de Camus. De Camus est même élu

[13] *HARS* 1699, p. 120.

[14] Il n'est pas certain que ce mot désigne un condamné aux galères, ce peut être un galérien libre, voire un officier ou un officier marinier.

[15] AADS, R 9 avril 1701.

adjoint[16] mécanicien en 1716. Entre ces inventeurs qui deviennent académiciens et un galérien, se dévoile une population très variée. Plus en avant dans le siècle apparaissent des noms passés ensuite à la postérité, comme Vaucanson, qui deviendra également académicien. En 1741 Gensanne futur correspondant de Hellot, propose plusieurs inventions qui sont approuvées et avant le texte des approbations dans l'*Histoire* de 1741 une courte introduction le présente :

> *M. de Gensane, déjà connu de l'Académie et du public par plusieurs ouvrages de Mécanique qui ont eu du succès, a présenté à la Compagnie un mémoire contenant la description des quatre machines suivantes*[17].

Dans le texte d'approbation d'une de ces machines, qui porte plus spécialement sur une modification du système d'entraînement des pompes où les manivelles sont remplacées par des engrenages (des *lanternes*), il est fait référence à la réalisation réussie de ce type de pompe et la pochette de séance de mars 1741 contient un procès-verbal d'examen par l'inspecteur des travaux publics de Rennes d'une pompe installée à la mine de Pontpéan en Bretagne, par Gensanne pour qui on précise qu'il est « ingénieur ». Du commencement de l'Académie renouvelée au milieu du siècle les inventeurs se sont donc spécialisés, leur insertion dans le tissu économique s'est affirmée et la possibilité qu'ils ont eue d'accéder directement ou indirectement à une expertise technique contribue à l'émergence d'une catégorie de techniciens tournés vers le progrès. Cette proximité entre les inventeurs et l'Académie s'était déjà établie avant 1699, nous l'avons constaté, par exemple, avec Cusset en 1685-1686. On peut citer un cas typique illustrant cette proximité entre les inventeurs et l'Académie : le 28 janvier 1730 Grandjean de Fouchy, membre de la Société des Arts depuis 1727, présente un mémoire sur la construction d'un nouveau micromètre :

> *M. Grandjean est entré et a lu un mémoire sur un nouveau micromètre qu'on a donné à examiner à Mrs. Cassini et Godin*[18].

Dès avril 1731 il est élu adjoint puis associé en 1741 et il devient secrétaire perpétuel en septembre 1743, fonction qu'il occupera jusqu'en 1776, manifestant un parcours académique

[16] Il sera ultérieurement exclu en 1723 car il n'assiste plus aux séances depuis deux ans et ne remplit pas ses obligations (son tour de rôle) pour les écrits, peut-être plus intéressé par la pratique que par la lecture de mémoires en séances.

[17] *HARS* 1741, p. 163. Les deux orthographes de Gensanne se rencontrent.

[18] AADS, R 28 janvier 1730

brillant qu'il avait commencé comme inventeur. Au-delà de la récupération par l'Académie d'un membre de la Société des Arts qui lui faisait ombrage, on découvre un réseau intellectuel et un cercle de sociabilité qui se mêlent jusqu'à la conjugalité puisque le même Fouchy épouse la sœur de Monsieur de Boistissandeau[19] que nous retrouvons comme inventeur présentant une machine arithmétique à la même séance du 28 janvier 1731 et qui devient correspondant de Fouchy en 1744. Le cas de Grandjean de Fouchy est évidemment exceptionnel et il n'est pas dans notre propos de rendre compte de tout un milieu intellectuel de savants et d'artistes (entendons techniciens). Ces inventeurs donnent naissance, dans la seconde moitié du siècle, selon Liliane Hilaire-Perez[20], à des « inventeurs professionnels » comme Henri Goyon de la Plombanié présentant en 1747 et 1748 un moulin à vent et une machine à curer les ports.

Ce que nous pouvons retenir de cet examen du milieu des inventeurs qui ne nous est connu que de façon lacunaire et qui mériterait peut-être d'autres recherches, est le rapprochement progressif entre académiciens et inventeurs, essentiellement ceux qui se présentent directement ou, plus exactement, qui sont introduits directement, à la différence des demandes transmises par l'administration royale. Au fur et à mesure de la constitution des critères de jugement, de la formation d'une approche de la technique par les académiciens, il est naturel que ne se présentent que ceux qui pensent avoir un espoir d'approbation et donc qui sont plus ou moins en accord avec la pensée technique des académiciens. En ne retenant que les inventions officiellement approuvées, mentionnées dans l'*Histoire annuelle*, nous pouvons dresser un tableau des inventeurs qui rejoignent officiellement l'Académie, au moins comme correspondant :

Nom	**Statut académique**
Marius (plusieurs invention, tentes et parapluies « brisés » etc) (1705)	Adjoint mécanicien en 1720
Hermand (ou d'Hermand), traineau à chenille) 1713	Correspondant de des Billette en 1711

[19] Condorcet, *Eloges des académiciens de l'Académie royale des sciences morts depuis l'an 1666 jusqu'en 1790* (tome IV), p. 364.

[20] Communication au colloque international « Les projets comme institution, XVIIe -XXe siècle » ENS, 6 et 7 janvier 2012.

Nom	Statut académique
De Camus (ou des Camus), 1713	Adjoint mécanicien, 1716, exclu en 1723
De Coëtnizan (1723)	Correspondant de Réaumur en 1777[21] (mais Réaumur était mort ?)
Broukner (1725)	Correspondant de Cassini pour la géographie, (AADS, R 3 février 1725, non mentionné dans la liste des membres entretenue par l'Académie des sciences actuelle)
Outhier (1727)	Correspondant de Cassini en 1731
Clairaut (le père) 1727	Clairaut (le fils) adjoint mécanicien 1731
Grandjean de Fouchy(1730 mais mémoire pas approuvé formellement)	Académicien 1731
Bertier (1734)	Correspondant de Réaumur (1748)
Deparcieux (1735)	Adjoint géomètre (1746)
Soumille (1735)	Correspondant de Duhamel (1746)
Gensanne (1736)	Correspondant de Hellot (1737)
Martin (1738)	Correspondant de Réaumur (1741)
Boitissandeau (1744)	Correspondant de Grandjean (1744)
Salerne (1748)	Correspondant de Duhamel depuis 1747

1.2.3 Les demandes

1.2.3.1 L'évolution dans le temps

L'accès à l'avis officiel de l'Académie peut donc se faire à travers une demande de privilège remise à l'administration royale (article 31) ou par accès direct à l'Académie (article 34). Nous avons classé les demandes selon leur origine « royale » pour celles provenant de l'administration, « particulières » pour celles qui sont présentées directement. Elles sont systématiquement enregistrées dans les registres de séances, soit à la date de la présentation ou de la demande puis à la date de la lecture de l'avis des commissaires, soit uniquement à la date de la lecture de l'avis. Cette mention unique apparaît de plus en plus souvent à partir des années 1740. Il se peut que cela soit simplement dû au changement de pratique lié au

[21] Date donnée dans la liste des académiciens de l'Académie actuelle.

remplacement de Fontenelle par Dortous de Mairan puis par Grandjean de Fouchy au poste de secrétaire perpétuel responsable de la tenue de ces registres. Dans tous les cas elles apparaissent, qu'elles soient approuvées ou non, au moins une fois. Dans la mesure où même des inventions passablement ridicules sont enregistrées, il n'y a pas lieu de supposer que des demandes aient pu être traitées sans cet enregistrement. Il est donc possible, à partir du dépouillement systématique des registres de procéder au dénombrement des demandes et d'en repérer l'origine. Dans la majorité des cas il n'y a pas d'ambiguïté, quelquefois le doute est levé par les informations fragmentaires mais complémentaires des pochettes de séances. De 1699 à 1750, soit 52 années de pratique des examens d'invention on dénombre 927 demandes, 751 demandes de particuliers, 176 demandes royales soit 19 %.

L'évolution dans le temps du nombre de ces demandes, toutes origines confondues, est donnée par le graphique suivant[22] :

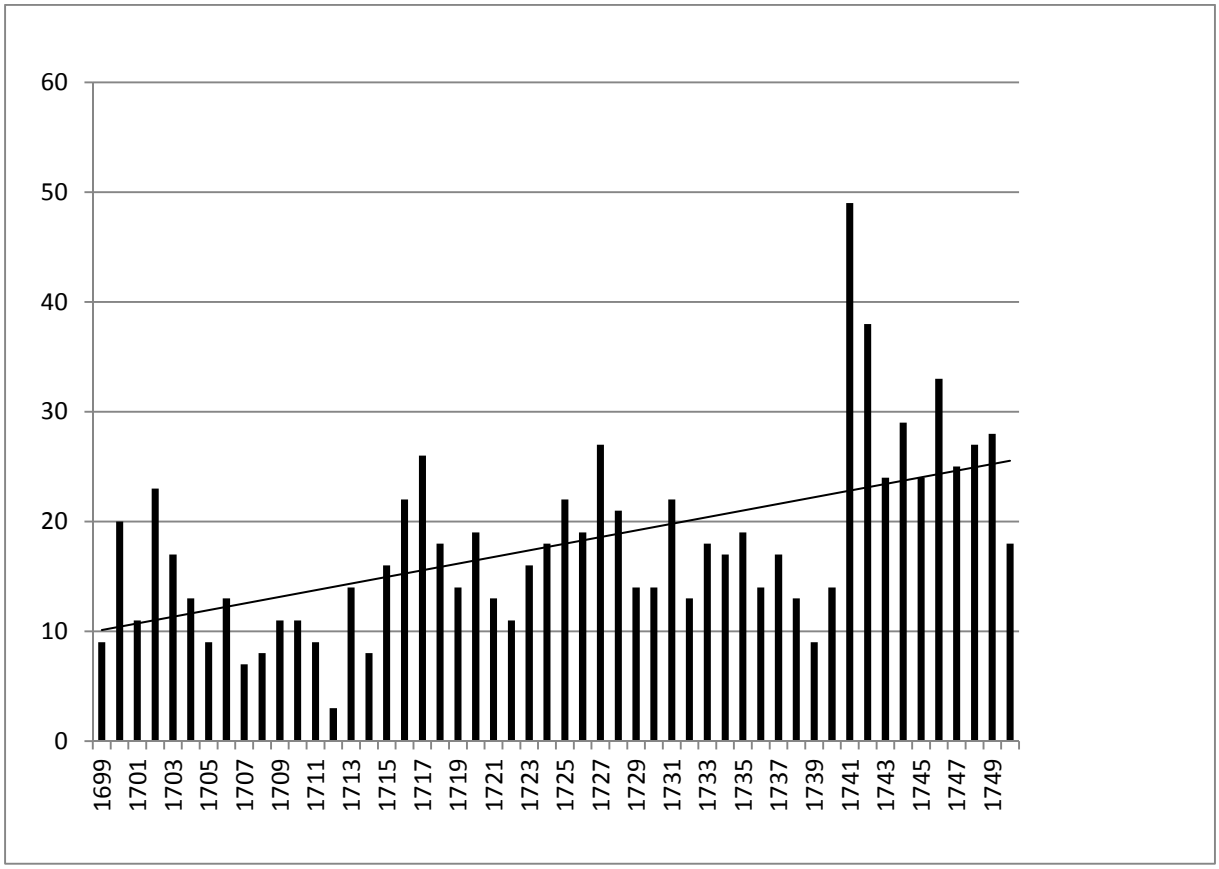


Figure 2 : Evolution du nombre d'inventions présentées en fonction du temps avec droite de régression linéaire (Source : AADS, registres de séances 1699-1750)

[22] Le tableau détaillé année par année est en annexe 2, avec les approbations ou les refus.

La tendance à l'augmentation est bien affirmée, malgré des variations d'une année sur l'autre. Après un début prometteur, le nombre de demandes baisse fortement, il y a une corrélation évidente avec la guerre de Succession d'Espagne qui plonge le Royaume dans des difficultés considérables, ralentissant l'activité économique. Il suffit, pour s'en convaincre, de consulter les procès verbaux des réunions du Conseil du Commerce ou du Bureau du Commerce pour constater qu'en période de guerre l'administration royale du commerce se préoccupe essentiellement des problèmes de contrebande de guerre[23]. Après une reprise en 1716/1718, on constate une lente croissance. On peut observer de nouveau un ralentissement dans le début des années 1720, lié sans doute à la crise financière du système de Law. La période de stabilisation économique avec Orry au Contrôle général est sans doute corrélée avec la reprise des années 1730. La nette croissance, presque brutale des années 1740, est très probablement liée au remplacement de Fontenelle au secrétariat et son remplacement par Dortous de Mairan puis Grandjean de Fouchy. L'accès des inventeurs au secrétaire perpétuel de l'Académie devient, à l'évidence plus facile. Souvenons-nous que Fontenelle abandonne le secrétariat en décembre 1740, âgé de 83 ans et, dans la mesure où l'accès direct d'un inventeur est conditionné par son introduction par le secrétaire, un homme comme Grandjean de Fouchy apparaît nettement plus lié à ce milieu technique que Fontenelle.

La répartition suivant les origines des demandes est donnée par le graphique suivant :

[23]Pour cela voir l'ouvrage de P. Bonnassieux, *Conseil du commerce et Bureau du commerce (1700-1791), Inventaire analytique des procès-verbaux.*

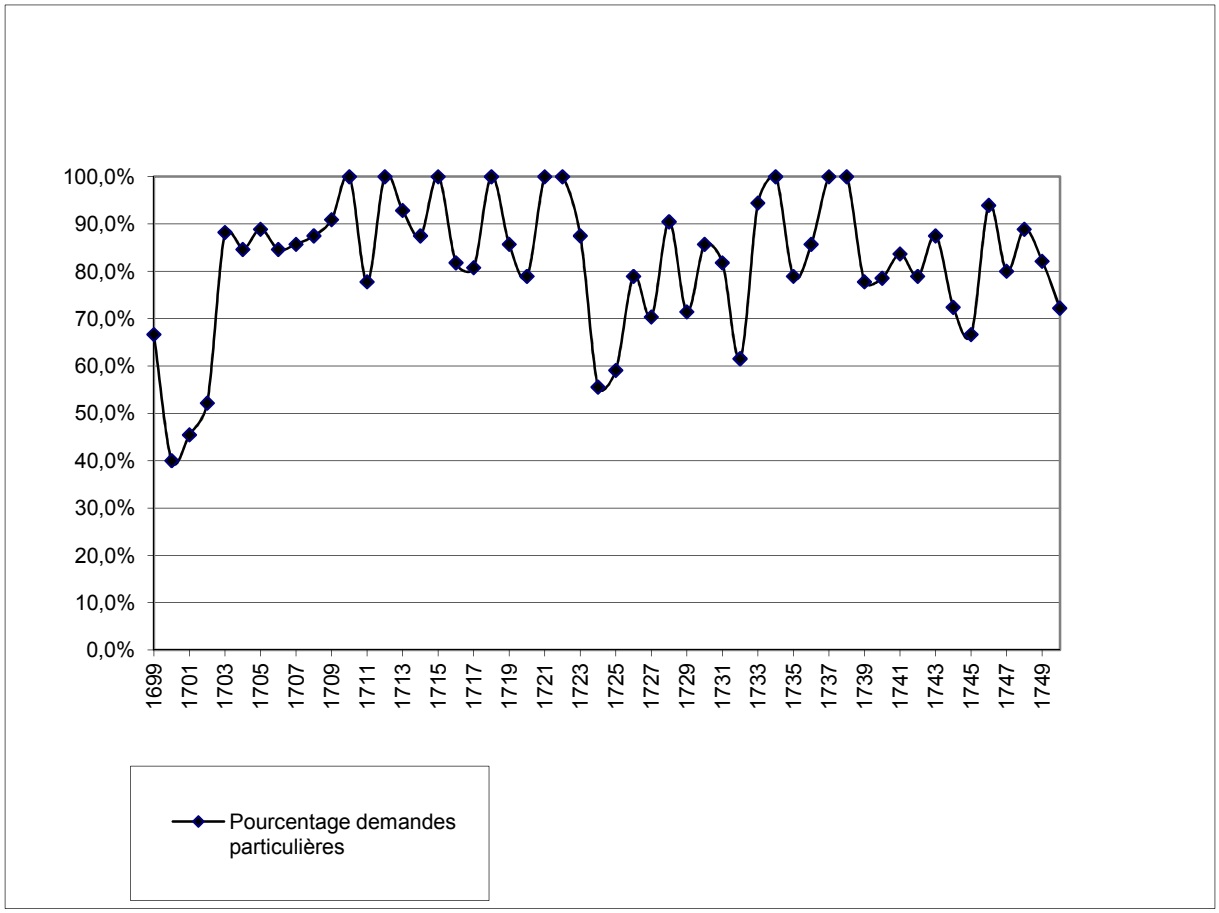


Figure 3 : Evolution du pourcentage de demandes particulières en fonction du temps
(Sources AADS, registres de séances 1699-1750)

Après les premières années, jusqu'en 1703, les demandes officielles l'emportent puis la guerre et l'installation de l'Académie comme instance d'expertise technique conduit les particuliers à s'adresser directement à celle-ci. Le pourcentage de leurs demandes se stabilise assez vite autour de 80 %, là encore avec des variations annuelles qui sont très probablement conjoncturelles. L'Académie n'est donc pas uniquement un rouage de l'administration, elle est ouverte à la société et aux inventeurs qui se présentent, sous réserve d'être introduits en séance comme le précise le règlement. Nous ne trouvons pas de traces des éventuelles tractations qui se nouent alors entre ces inventeurs et un ou plusieurs académiciens pour obtenir cet accès mais l'existence de « réseaux » se voit à travers des « carrières » d'inventeurs.

1.2.3.2 L'origine des demandes officielles

Les demandes transmises pour avis par l'administration proviennent essentiellement, au début du siècle, du secrétariat à la Maison du Roi. Le comte de Pontchartrain, son titulaire,

qui est à l'origine du Renouvellement et qui est le protecteur de l'Académie, transmet ainsi en 1708, des demandes qu'il a reçues directement :

> *M. du Guet ayant présenté un placet à M. de Pontchartrain par lequel il demande un privilège pour sa machine de l'ouïe, on a nommé pour la voir Mrs Varignon et Homberg, sur ce que le placet a été renvoyé à l'Académie*[24].

Le Régent qui porte un intérêt particulier à la science prend personnellement la tutelle de l'Académie et, dès 1716, des demandes officielles proviennent directement du Régent :

> *J'ai lu à la Compagnie la lettre suivante de Mgr le Duc d'Orléans à Mr l'abbé Bignon (...) Je vous renvoie Mr, plusieurs placets qui m'ont été adressés depuis quelques temps par des auteurs de différents pays, persuadés qu'ils ont enfin trouvé le secret tant désiré de connaître exactement et facilement les longitudes*[25].

Le Conseil (ou Bureau) du Commerce ne fait que rarement des demandes directes, la première explicitement émise intervient en 1720 :

> *M. Saccardi Ingénieur dans le département de Brest ayant été renvoyé par le Conseil de commerce pour une invention qu'il propose pour faire de l'acier et de tirer des matières restantes de son opération du savon et du salpêtre…*[26]

A partir des années 1720, de nouveaux départements ministériels commencent à transmettre des demandes à l'Académie. Au Secrétaire d'Etat à la Maison du Roi et au Régent, s'ajoutent le Contrôleur Général voire le Ministre Principal[27]. Par exemple, le 4 décembre 1743, le comte de Saint Florentin, Contrôleur Général, envoie une demande d'expertise sur la construction d'un canal de communication entre la mer et l'étang de Thau. Cette même année, les Consuls de Narbonne transmettent un projet de pompe et le comte de Maurepas, secrétaire d'Etat à la maison du Roi et à la Marine, renvoie à l'Académie un projet d'ancre de marine qui lui a été présenté. Cette extension des origines administratives des demandes officielles illustre l'installation de l'Académie dans sa position d'expertise technique :

---

[24] AADS, R 29 décembre 1708.

[25] AADS, R 21 mars 1716.

[26] AADS, R 23 juillet 1720.

[27] Jusqu'en 1743, mort de Fleury, Louis XV cessera ensuite d'avoir un ministre principal. Pour la place de ces différents « ministères » on se reportera à Roland Mousnier, *Les institutions de la monarchie absolue.*

Nous avons examiné par ordre de l'Académie la requête portée à Mr le Contrôleur Général[28]*...*
On a nommé Mrs Pitot et Camus pour examiner une pompe renvoyée à l'Académie par Mr. Le Cardinal de Fleury[29].

Le Parlement saisit également l'Académie pour des confirmations au moment de l'enregistrement de privilèges par lettres patentes afin de trancher des contentieux techniques entre parties. La première demande apparaît en 1725 puis jusqu'en 1750 on trouve plusieurs cas semblables qui présentent fréquemment un caractère conflictuel. Le Parlement cherche, à partir des années 1740, à plusieurs reprises, à se positionner comme ayant autorité sur l'Académie, signe du conflit qui s'amorce entre la monarchie et le Parlement. En redemandant à l'Académie son avis sur une demande d'enregistrement de privilège alors qu'il a déjà été donné formellement et consigné dans les registres, le Parlement met en cause l'autorité du pouvoir monarchique qui avait déjà formulé la demande. Par exemple le 16 juin 1745 :

J'ai aussi présenté à la Compagnie des lettres patentes obtenues par le Sr Macary pour trois machines de son invention, renvoyées à l'Académie par arrêt du Parlement (...)[30].

L'Académie se contente alors de répéter l'avis déjà émis en 1742 :

Mrs Duhamel, Camus, Nicole et Bouguer ont dit qu'ils n'avaient rien à changer au rapport qu'ils avaient fait des machines du Sr Macary en vertu de l'arrêt du Parlement[31].

Allant plus loin le Parlement demande à l'Académie de se prononcer sur des essais consignés dans un procès verbal annexé à une procédure ; ce à quoi l'Académie répond en remarquant que les essais du procès verbal ne sont pas suffisants et en proposant une procédure détaillée qui est refusée par une des parties de la procédure[32]. Enfin le Parlement en vient, en 1744, à contester l'expertise en demandant de la recommencer avec d'autres commissaires, ce qui lui attire une réponse assez sèche de l'Académie :

Le jugement avait été rendu par l'Académie en corps et non par des commissaires et que c'est à elle et non au Châtelet qu'il appartient de nommer les commissaires pour le second rapport et que son usage en pareil cas est de nommer les mêmes [33].

---

[28] AADS, R 16 mars 1735

[29] AADS, R 21 novembre 1733.

[30] AADS, R 16 juin 1745.

[31] AADS, R 22 décembre 1745.

[32] Procédure et commentaires détaillés dans le registre de la séance du 26 janvier 1732.

[33] AADS, R 23 juillet 1720.

1.2.4 La nature des inventions

Au XVIIIe siècle le mot invention est consubstantiel à l'idée de nouveauté. Le règlement mentionne les machines mais le champ d'application se trouve étendu très vite, par la nature des demandes, à des nouveautés techniques très diverses. Elles n'ont en commun que de se revendiquer comme nouvelles et de demander à l'Académie de certifier qu'elles le sont. Il est possible de parler de dispositifs nouveaux, voire de principes techniques nouveaux. Dans le domaine des machines les variations quasi-infinies qu'imaginent les inventeurs dans la disposition des engrenages et des parties fixes et mobiles de la machine, dans les dispositions d'emploi, dans les sources d'énergies, leurs permettent de revendiquer une nouveauté qui n'est pas toujours bien avérée. L'utilisation de procédés mécaniques venant remplacer une technique connue, comme les machines à laminer le plomb remplaçant la coulée en table des plaques illustrent un autre type de nouveauté dans le domaine des machines[34]. Mais en dehors du domaine des machines le champ des inventions est vaste : de la fabrication des chandelles à la taille des habits, des odomètres[35] aux différentes horloges, une grande diversité se fait jour dans les demandes d'examen qui sont présentées. Les descriptions données dans les registres ne sont pas toujours suffisamment claires pour comprendre parfaitement de quoi il s'agit. Toutefois une typologie est possible, avec tous les écueils d'une telle classification qui ne va pas sans un certain arbitraire que nous assumons en le rendant explicite. Nous avons tenu compte, dans le choix d'une catégorie pour une invention, du domaine d'application de celle-ci. Des inventions de machines présentées à l'Académie ont une finalité clairement exprimée, par exemple draguer un port, dévider la soie, faire remonter une rivière à un bateau, battre le blé, dans ce cas le choix a été fait de les placer respectivement dans les catégories « Naval », « Textile », « Transport », « Agriculture ».

Une dernière remarque enfin sur les choix de catégories des inventions : nous avons tenu compte de la distribution des centres d'intérêt de l'Académie dans ses autres modalités d'approche de la technique que sont les expertises et les recherches techniques. Ainsi les inventions dans la catégorie Architecture sont faiblement représentées mais, au contraire, on les retrouve de façon plus significative dans des mémoires techniques présentés par des académiciens[36].

---

[34] Cf. A-F. Garçon, *Mines et métal*

[35] Instrument servant à mesurer les distances parcourues sur un chemin,

[36] Voir chapitre 4

Toutes ces réserves étant faites, le choix de la typologie que nous avons retenue est le suivant : dix catégories définies, plus une catégorie « Divers » permettant de classer toutes les demandes trop incertaines ou atypiques pour entrer dans les dix catégories définies, en effet, la description des inventions est parfois confuse, voire inexistante :

> *M. Quenot, maître de forges est entré et a demandé des commissaires pour examiner différentes inventions qu'il veut proposer. On a nommé Mrs Dalesme, de Ressons et de Lagny*[37].

Dans cet exemple aucune invention n'est approuvée et il est vain de rechercher une description et nous n'avons pas retrouvé de trace de compte-rendu des commissaires dans les registres. Ces « inventions » ne peuvent alors que tomber dans la catégorie « Divers ». Cela représente un cas extrême, dans la majorité des cas la description de l'invention se trouve, au moins de manière succincte ou limitée à la dénomination, dans l'enregistrement de la demande. La description détaillée se trouve plus fréquemment dans le compte-rendu des commissaires, que l'invention ou la machine soit approuvée ou non, malheureusement, ce compte-rendu n'existe pas toujours. La catégorie « Divers », concernant donc les inventions impossibles à classer, ne représente que 5,7 %, ce qui est statistiquement acceptable.

1.2.4.1 Répartition

La répartition globale est donnée par le graphique suivant :

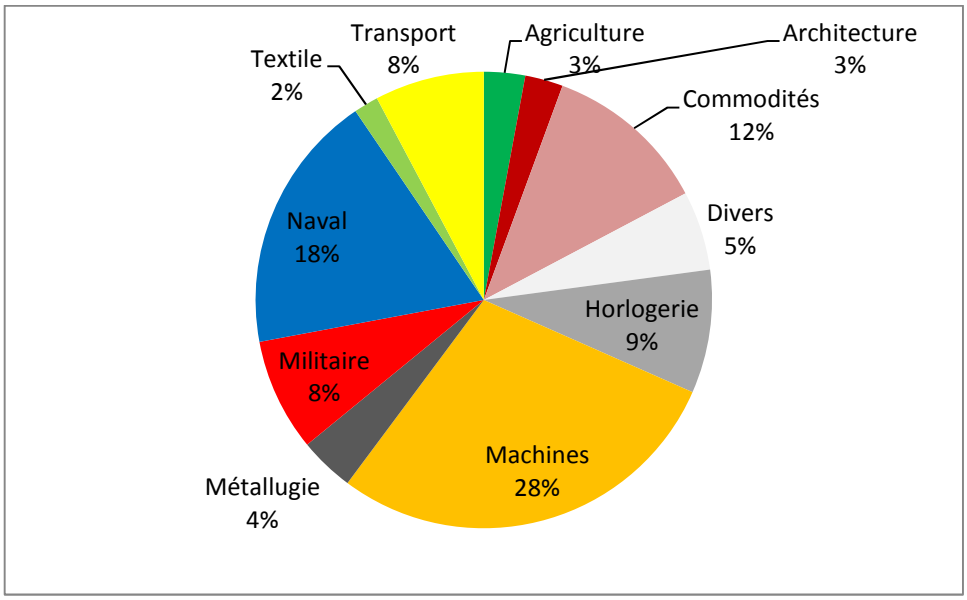


Figure 4 : Répartition des inventions présentées par catégorie (1699-1750)
(source : AADS, registres de séance)

[37] AADS, R 7 juillet 1723.

Ce graphique montre nettement la prédominance des inventions à caractère mécanique, ou portant sur des techniques les plus susceptibles de progrès par la rationalisation et la mathématisation. En agrégeant à la catégorie dominante des machines, l'horlogerie, les transports et une grande partie des inventions des domaines naval et militaire, cet ensemble constitue près des trois quarts des inventions proposées. Sortant du cadre des métiers réglés, à l'exception de l'horlogerie, ces inventions représentent une approche différente des techniques et elles sont souvent au principe d'une autre approche de l'économie, étant destinées à servir de fondement à une manufacture de produits nouveaux ou à des entreprises mettant en œuvre des procédés nouveaux de fabrication de produits existants. C'est dans cette période que sont présentées comme des inventions, les premières machines à vapeur atmosphériques de type Newcomen, les laminoirs pour le plomb ou encore les moulins à papiers à rouleaux, sans parler de pompes de toute nature.

Les inventions concernant le textile sont assez marginales alors que celui-ci constitue l'activité manufacturière dominante. C'est précisément parce que c'est une composante de la vie économique déjà fortement structurée et encadrée par des règlements qui datent de Colbert et par un corps d'inspecteurs[38], que le recours à l'Académie ne s'impose pas. La compétence est présente dans les corps de métiers réglés ou chez les inspecteurs des manufactures et le circuit de présentation et d'approbation des inventions ne passe pas nécessairement par l'Académie. Les inventions relatives à l'industrie textile échappent donc en grande partie au jugement technique de l'Académie pendant cette période. Toutefois, à partir des années 1740, l'importance des teintures conduit l'administration à faire appel à l'expertise des chimistes de l'Académie comme Geoffroy, Du Fay ou Hellot. Cette expertise se déploie à la fois dans des examens d'inventions, encore en faible nombre, et en expertises générales pour le compte du Bureau du Commerce[39].

Nous pouvons maintenant examiner les différentes catégories, en commençant par les machines qui représentent la catégorie la plus importante et qui sont explicitement citées comme objet des jugements académiques[40] puis ensuite les autres catégories par ordre décroissant de poids dans la distribution. Nous avons également examiné l'évolution dans le temps des demandes d'examen. Si, pour les catégories les plus importantes en nombre

[38] P. Minard, *La fortune du Colbertisme, Etat et industrie dans la France des Lumières.*

[39] Cf. chapitre 2

[40] Article 31 du règlement de 1699.

d'inventions, il est possible de corréler ces évolutions avec des circonstances extérieures, pour les catégories dont la taille de l'échantillon est trop faible, ces évolutions ne sont guère significatives et ne sont mentionnées que pour rester homogènes avec les autres catégories.

1.2.4.2 Catégorie « Machines »

Avec 28,6% des demandes, cette catégorie est la plus représentée et, compte tenu de l'affectation de machines à des catégories plus particulières, la place des machines est encore plus prépondérante. Entre 1 et 20 demandes par an, soit en moyenne 5,1 par an. Seuls les registres des années 1709 et 1710, pour lesquelles nous avons rappelé l'état de guerre et les difficultés de ces « années noires »[41], n'en mentionnent pas. Nous avons agrégé à cette catégorie les pompes et les machines hydrauliques diverses destinées à élever les eaux, que ce soit pour la distribuer ou pour l'exhaure des mines. La distribution détaillée en fonction du temps des demandes d'examen de machines est la suivante :

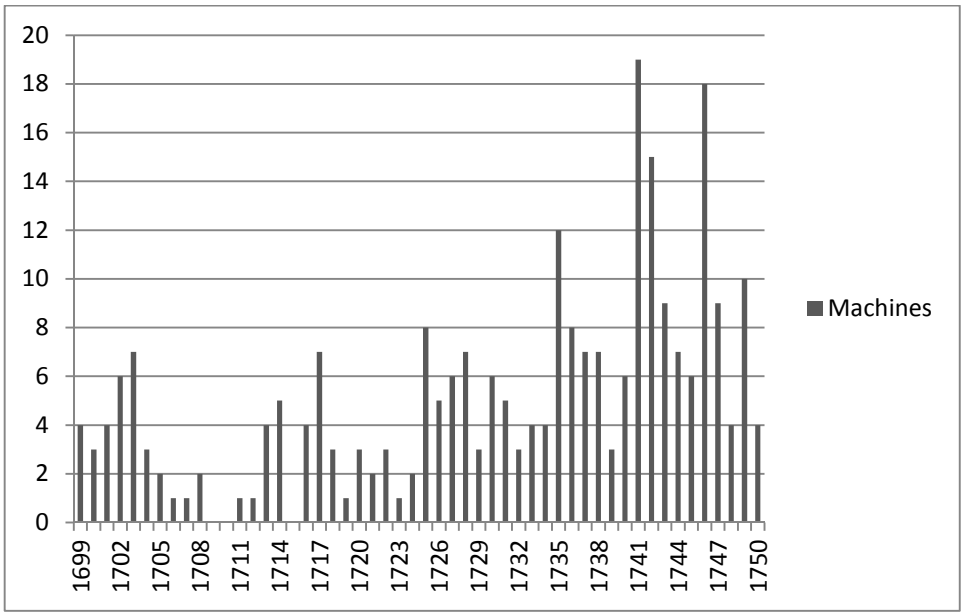


Figure 5 : Evolution dans le temps du nombre de machines présentées
(Sources : AADS, registres de séances, 1699-1750)

On observe une augmentation significative du nombre de machines présentées à partir de la fin des années 1720. La moyenne passe de 3,6 entre 1699 et 1726 à 7,4 entre 1727 et 1750.

Le mot machine recouvre alors deux ensembles : les machines qui produisent un mouvement avec une puissance motrice et les machines qui utilisent ce mouvement et le transforment en mouvements plus ou moins élaborés destinés à automatiser des actions

[41] 1709 est une année de grande disette due à un hiver extrêmement rigoureux, c'est aussi l'année très dure de la guerre, celle de la bataille de Malplaquet défaite tactique française au prix de lourdes pertes pour les coalisés.

manuelles ou produire des mouvements avec une puissance supérieure à celle fournie par des moteurs « biologiques », c'est à dire hommes ou animaux. Ces machines représentent, dans le vocabulaire actuel, une puissance résistante. La distinction est bien présente dans l'esprit des académiciens, même s'ils ne la formulent pas avec les termes actuels, et le mot « moteur » est fréquemment utilisé pour des moulins hydrauliques par exemple[42]. Se rencontrent donc dans la catégorie « Machine » des moteurs, des dispositifs mécaniques entrainés, ou des dispositifs complets, moteur et machine entrainée. Nous ne pouvons pas décrire de façon détaillée toutes ces machines ni toutes les situer dans leur contexte, elles ne sont présentées ci-dessous que pour illustrer la variété des inventions qui peuvent aller de machines très simples à des machines réellement nouvelles en passant par de simples améliorations. Dès 1699 une pompe à incendie, formellement approuvée[43], ce qui nous permet d'avoir sa description, est jugée utile quoique pas vraiment nouvelle, on peut s'en convaincre en regardant la figure 6. C'est une simple pompe déplaçable, remplie par noria, à laquelle on a fixé des tuyaux :

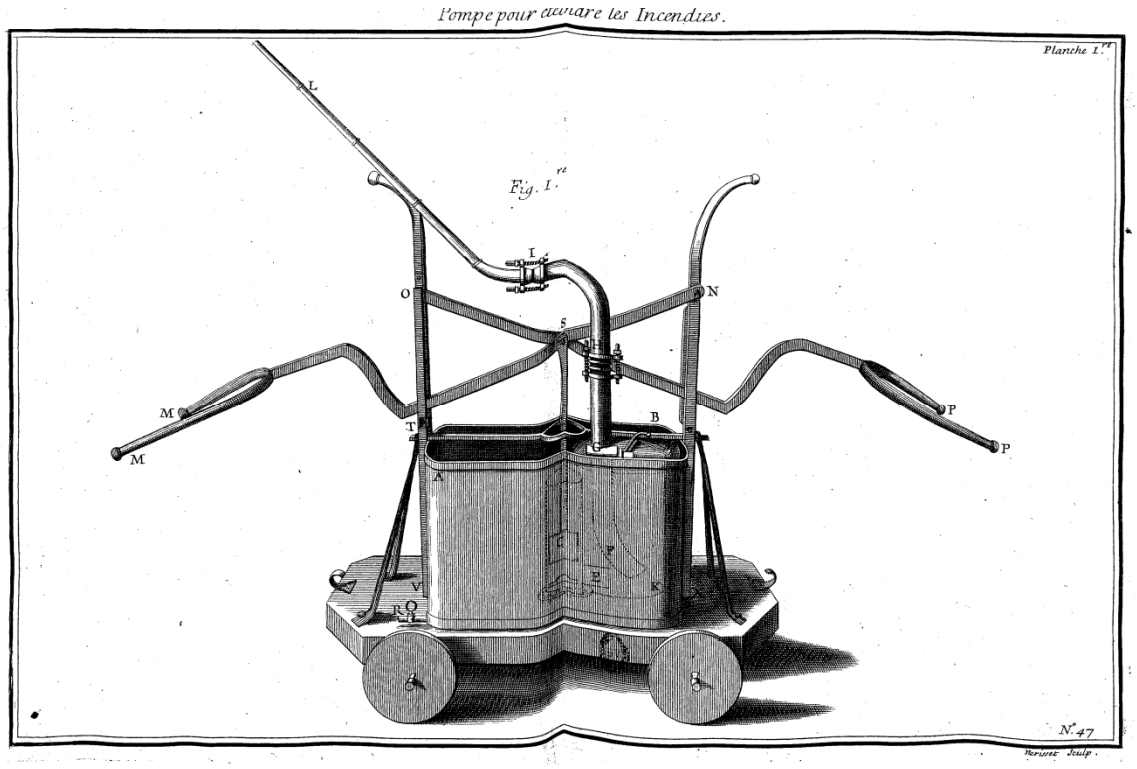


Figure 6 : Pompe à incendie approuvée en 1699
(source *MINV*, tome 1, p. 153)

[42] Le mot moulin a été utilisé jusqu'à une date récente pour désigner de façon familière le moteur d'une automobile, *mill* en anglais désigne aussi bien une usine qu'un moulin.

[43] AADS, R 21 MARS 1699.

En revanche la machine à laminer le plomb[44] examinée en 1726 présente une complexité et une nouveauté plus significative, c'est une illustration de ces machines dont on ne montre pas le moteur qui, d'après le dessin, pourrait être une force motrice humaine ou animale, d'ailleurs non figurée mais tout aussi bien un entrainement par un moulin hydraulique :

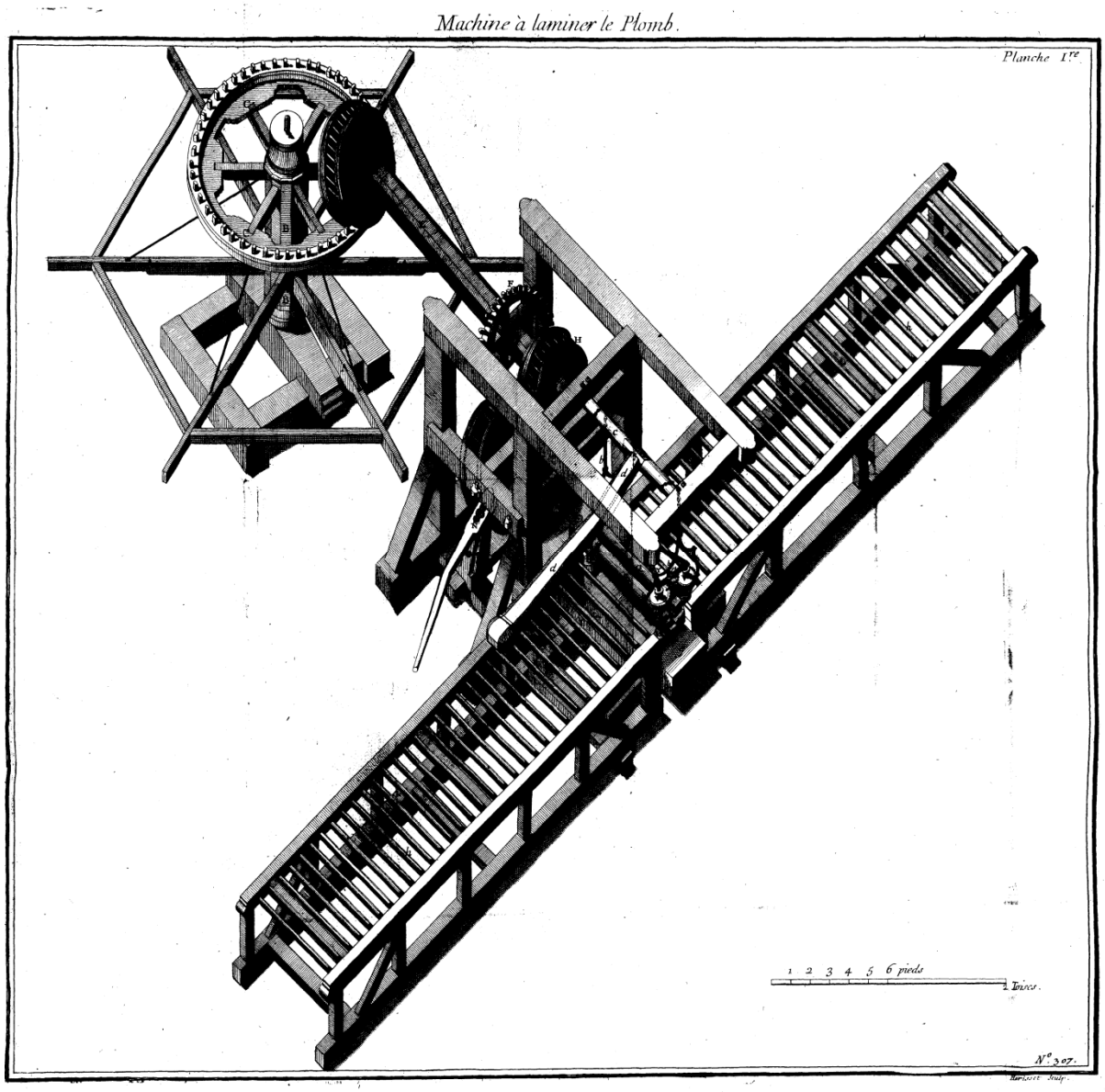


Figure 7 : Machine à laminer le plomb
(source *MINV* Tome 5, p. 51)

[44] Pour un panorama complet de la métallurgie des non-ferreux il faut se reporter à l'ouvrage d'A-F. Garçon, *Mines et métal 1780-1880 : les non-ferreux et l'industrialisation.*

L'explication détaillée et la présentation des pièces entrant dans la composition de la machine ne nécessite pas moins de 14 planches dans le recueil des machines, le train d'engrenages complexes faisant tourner les rouleaux du laminoir permet le mouvement alternatif et le réglage de l'épaisseur des tables de plomb. Une autre machine complexe, à vapeur, est présentée en annexe 7. Enfin cette autre machine destinée à présenter automatiquement les pièces à frapper sous les marteaux, évitant ainsi le risque d'accident pour les ouvriers, risque explicitement mentionné dans le compte-rendu d'examen :

> *Une machine de M. Du Buisson, ingénieur, pour empêcher que les monnayeurs, en mettant les pièces sur les quarrés du balancier pour y être marquées, ne courent le risque d'avoir les doigts écrasés. Quoique l'accident soit très rare, il mérite d'être prévenu*[45].

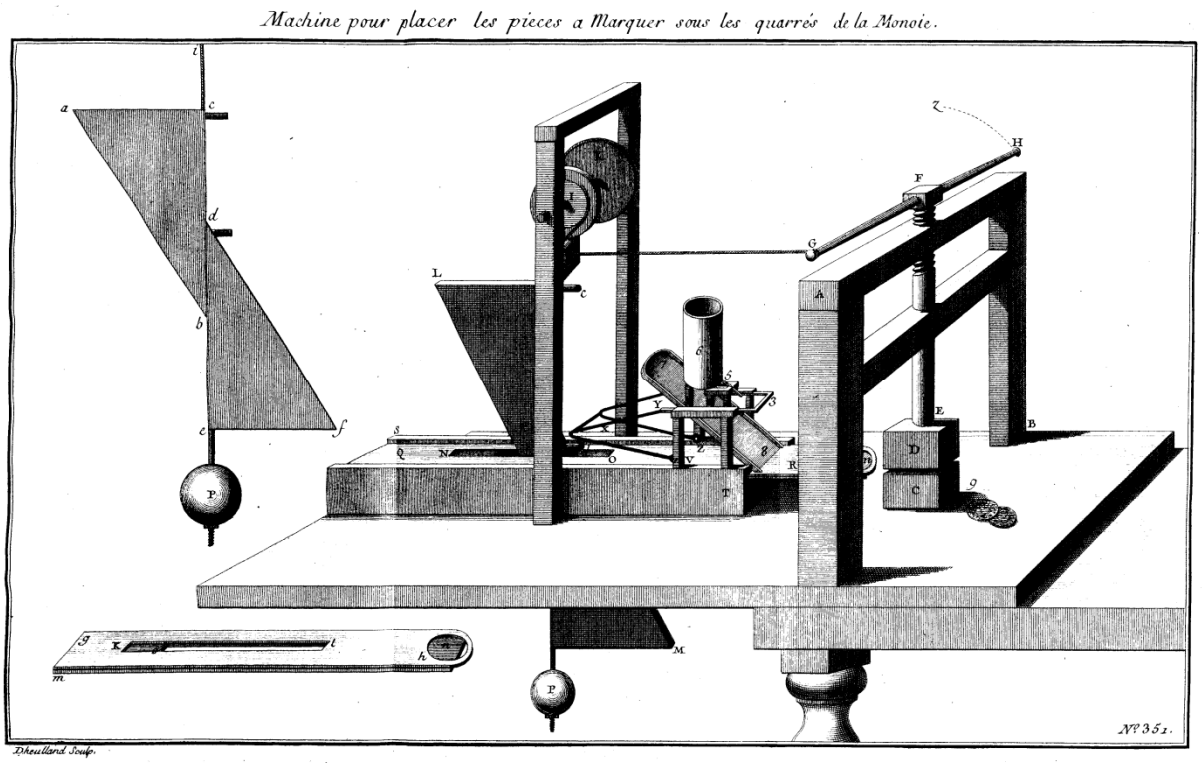


Figure 8 : Machine pour placer les pièces à marquer sous les carrés de la Monnaie
(source : *MINV* Tome 5, p. 158)

On le voit, le mot machine recouvre des objets de taille, de conception, d'innovation, bien différentes. La compréhension des mouvements les dispositions des pièces nécessitent, de la part des académiciens une observation très attentive et une analyse mécanique approfondie. Les quelques schémas de machines que nous venons de présenter n'ont pas d'autre but que

[45] AADS, R 5 septembre 1731et *HARS 1731* p.91

d'illustrer la catégorie « Machine ». La consultation du recueil des *Machines et inventions* en fournit naturellement de nombreux exemples.

1.2.4.3 Catégorie « Naval »

Cette catégorie trouve son unité dans la navigation maritime et concerne toutes les techniques qui y concourent, sélection des bois de construction, pratiques et principes de construction des navires, méthodes de navigation, méthodes de mesures des hauteurs (angles) en mer, calcul des longitudes, cartes marines etc. Les machines plus spécifiquement destinées à la navigation (au sens large) comme les machines à curer les ports ou à renflouer les vaisseaux sont agrégées à la catégorie « Naval » ainsi que les apparaux de navigations comme les ancres ou les cabestans. Avec un pourcentage de 18,4 %, elle peut apparaître comme importante mais il convient de noter le poids particulier des nombreuses propositions de solutions au problème de la mesure de la longitude en mer, propositions souvent irréalistes voire franchement fantaisistes, sur lesquelles les académiciens ont souvent des commentaires sévères. Le prix de 100 000 livres proposé par le Régent constitue pour cela une très forte incitation pour tous ceux qui pensent avoir la « solution miracle ».

La distribution dans le temps des demandes d'inventions « navales » est donnée par le graphique suivant :

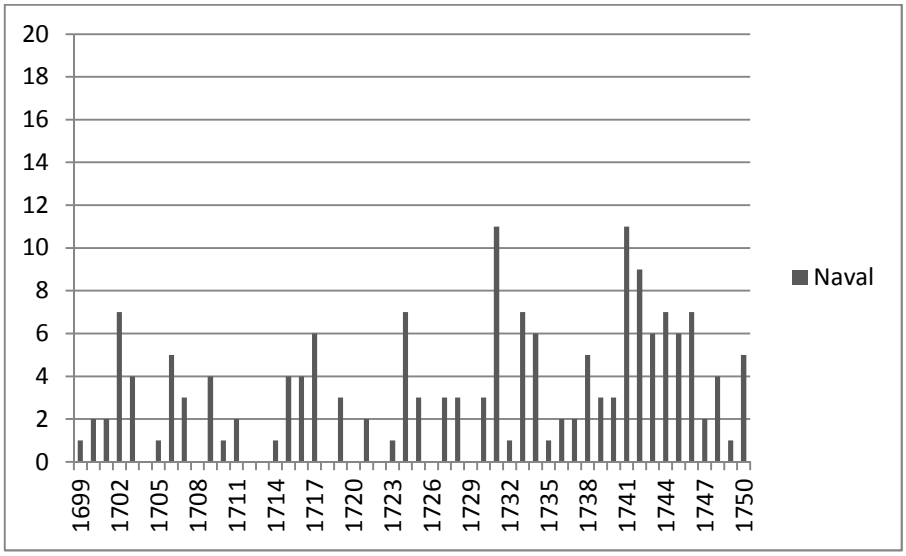


Figure 9 : Evolution dans le temps du nombre d'inventions « Navales » présentées
(Sources : AADS, registres de séances, 1699-1750)

Parmi les inventions plus « mécaniques » du domaine naval nous trouvons, par exemple, ce cabestan à engrenages, destiné à démultiplier le travail des hommes au prix d'un ralentissement du mouvement de levée de l'ancre, approuvé en 1732[46] :

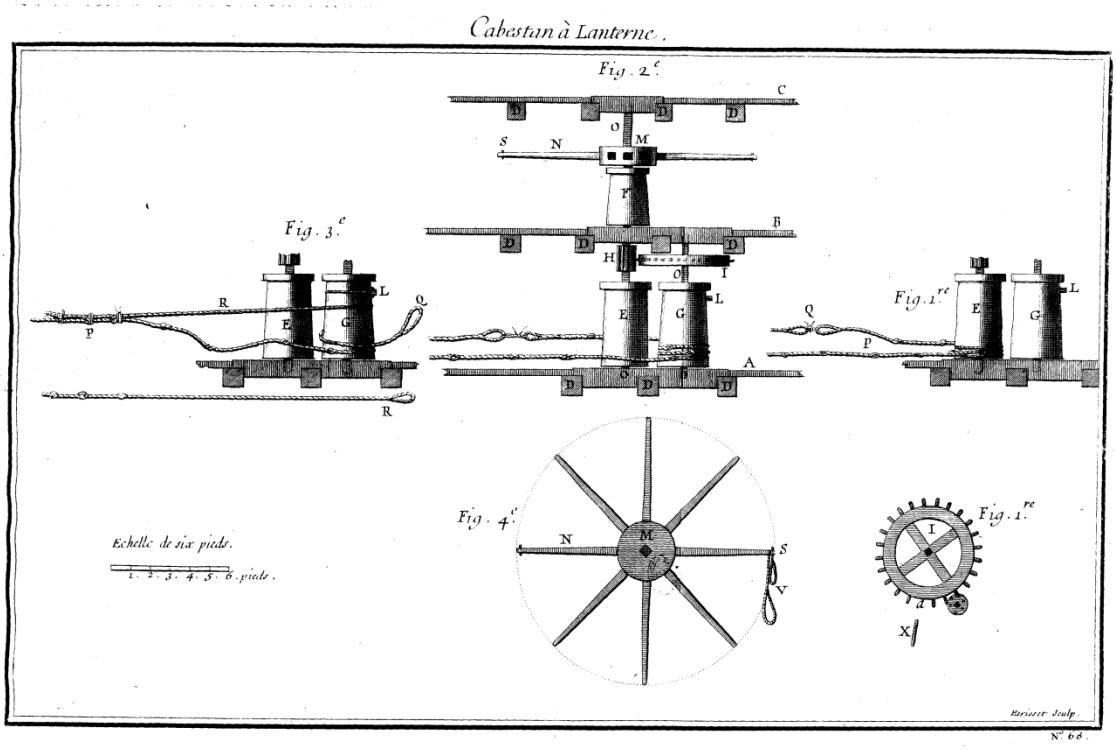


Figure 10 : Cabestan à lanterne
(source : *MINV* Tome 2, p. 6)

Ou bien encore cette drague approuvée en 1742 :

[46] AADS, 15 février 1702

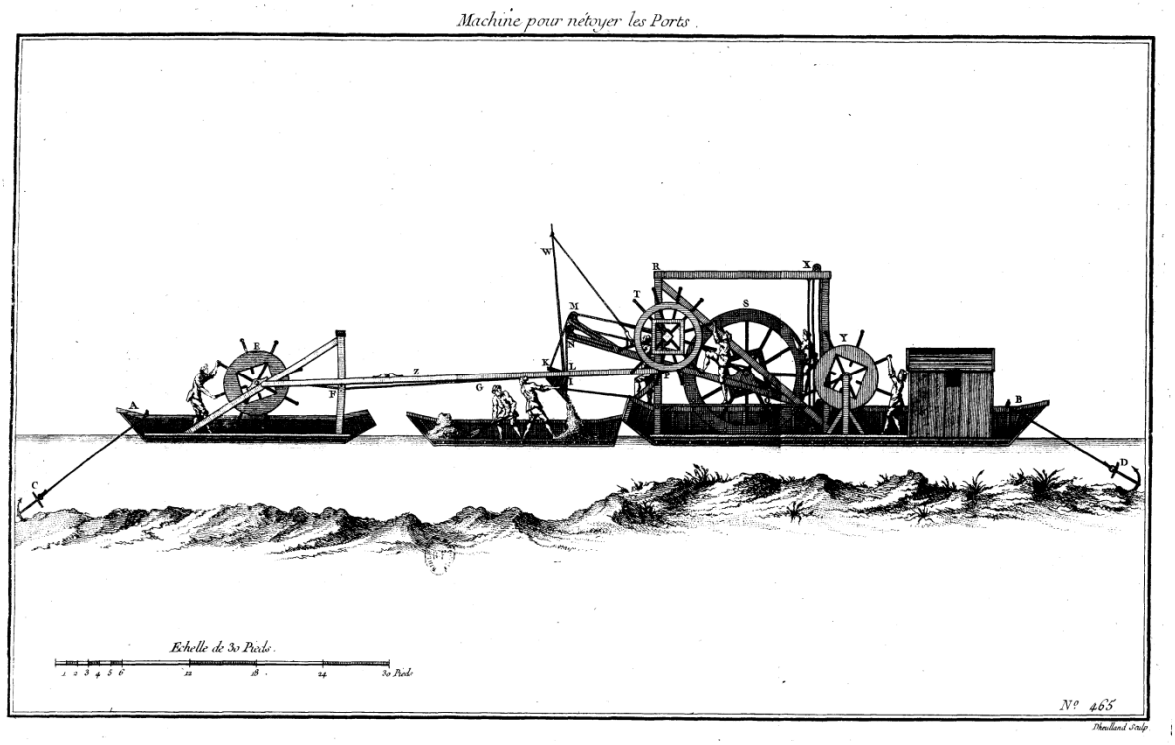


Figure 11 : Drague
(source *MINV* Tome 7, p.264)

1.2.4.4 Catégorie « Commodité »

Par opposition à la nécessité qui répond à un besoin comme se nourrir, s'habiller, se loger, les commodités, au sens du XVIIIe siècle, satisfont un désir ou répondent à un besoin qui n'est pas impérieux. Sans se réduire au luxe ou au superflu, une commodité, dans la typologie retenue, renvoie à une amélioration du quotidien, à l'idée de confort. Ainsi dans cette catégorie nous avons placé des inventions aussi diverses que des lits articulés pour malades, des parapluies pliants ou des dispositifs pour empêcher les cheminées de fumer. Cette catégorie a une évolution dans le temps montrant deux périodes de plus forte densité, les années 1715-1718, sans doute l'effet d'après guerre mais surtout l'augmentation significative après 1740 montrant le souci du « confort » qui se fait jour :

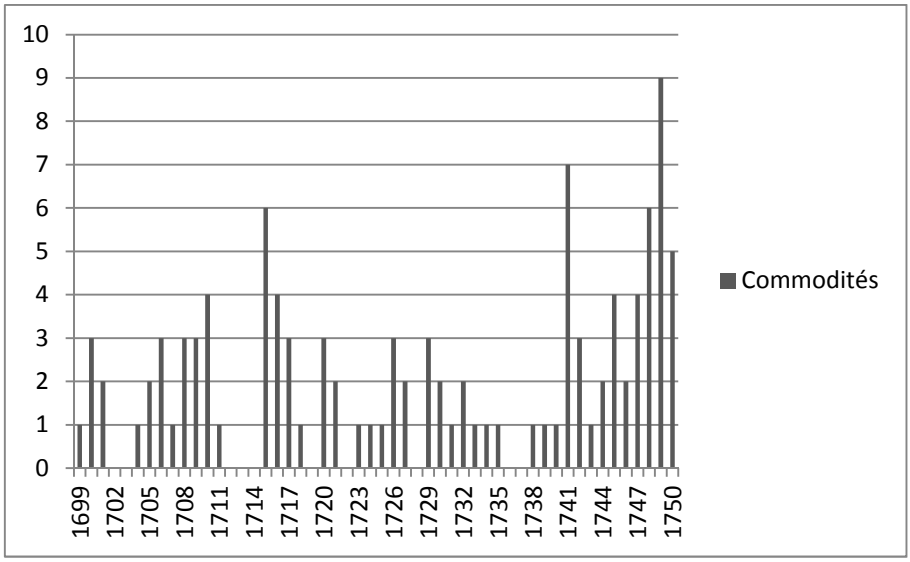


Figure 12 : Evolution dans le temps du nombre d'inventions « commodités » présentées
(Sources : AADS, registres de séances, 1699-1750)

1.2.4.5 Catégorie « Horlogerie »

Cette catégorie concerne évidemment les horloges, montres et pendules indiquant le temps solaire moyen et le temps solaire vrai. Il n'est peut-être pas inutile de rappeler qu'au XVIIIe siècle, la seule façon possible de régler une pendule ou une horloge mécanique est de la régler au moment du passage du soleil au zénith[47], passage qui n'est pas toute l'année rigoureusement à midi d'une journée divisée en 24 heures égales, cette différence est réglée par l'équation du temps[48]. Une horloge donnant le temps vrai intègre, par des mécanismes appropriés, cette équation du temps et permet ainsi de régler le temps moyen sur le passage du soleil corrigé de l'équation du temps. Cela explique la grande importance et donc le grand nombre d'inventions présentées par des horlogers pour permettre cette mise à l'heure. La catégorie représente 9 % du total des demandes. Tous les autres dispositifs destinés à mesurer le temps, sabliers, clepsydres sont placés dans cette catégorie. Compte tenu de la proximité des techniques mises en œuvre (pièces et mécanismes de précision), des appareils de mesure, comme les différents micromètres, sont également placés dans cette catégorie. L'évolution dans le temps montre que l'Académie n'est saisie de demandes concernant l'horlogerie de façon significative qu'à partir des années 1720 :

[47] Chacun voit midi à sa porte. Jusqu'à l'unification des horloges à cause des chemins de fer en fin de XIXe siècle.

[48] De -17 minutes à +14 minutes.

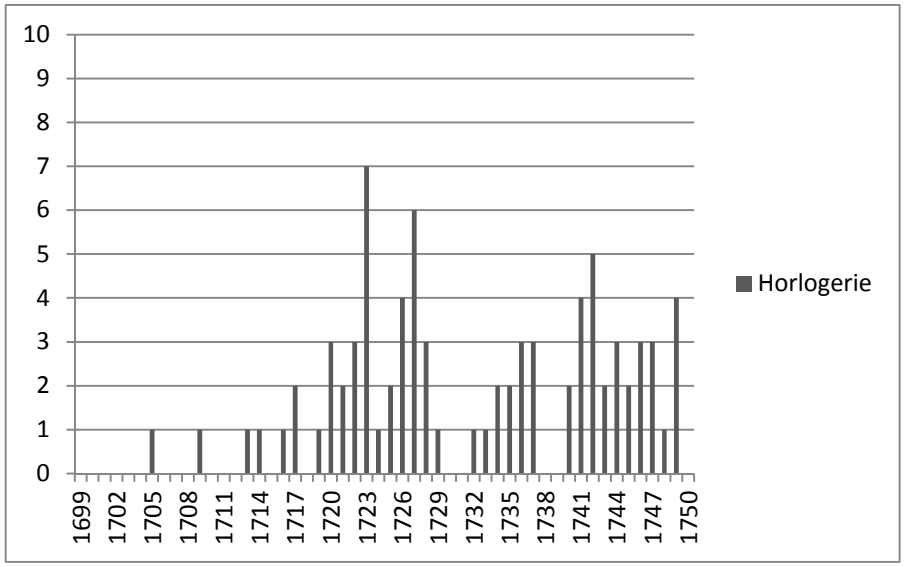


Figure 13: Evolution dans le temps du nombre d'inventions « Horlogerie » présentées
(Sources : AADS, registres de séances, 1699-1750)

Plusieurs facteurs contribuent sans doute à ce décollage des années 1720. La conjoncture économique entrainant une plus grande demande, la recherche continue de chronomètres précis et supportant l'environnement maritime pour la mesure des longitudes, les progrès lents mais existants dans la production d'acier et la taille des engrenages.

1.2.4.6 Catégorie « Militaire »

Toutes les inventions (ou éventuellement études) concernant les techniques militaires sont classées dans cette catégorie : fabrication, utilisation, tant des armes à feu que des armes blanches, production, qualité de la poudre, balistique. La catégorie militaire représente 8% des inventions et son évolution dans le temps est la suivante :

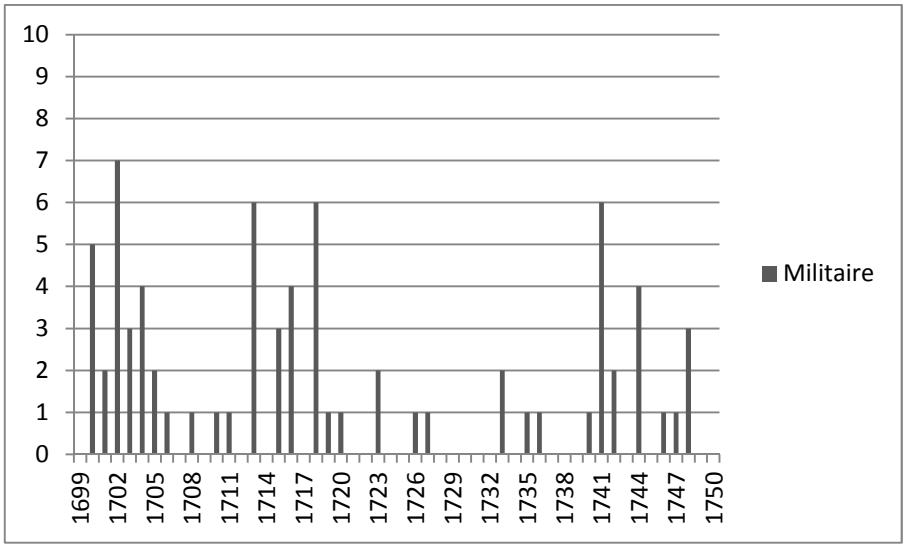


Figure 14 : Evolution dans le temps du nombre d'inventions « Militaires » présentées
(Sources : AADS, registres de séances, 1699-1750)

Nous pouvons observer une corrélation forte avec la guerre de Succession d'Espagne, moins marquée avec celle de Succession d'Autriche. Pour illustrer le type d'inventions de ce domaine nous avons choisi cette invention du Sieur Deschamps dont les commissaires ont tout de suite saisi l'intérêt. La nouveauté qui vaut l'approbation, réside dans un soin particulier de la fabrication et dans l'utilisation de pièces calibrées qui permet l'interchangeabilité des différentes pièces composant une platine de fusil. Cette standardisation des pièces est évidemment capitale pour la remise en état des armes endommagées par échange de pièce et non par ajustage de pièces non interchangeables.

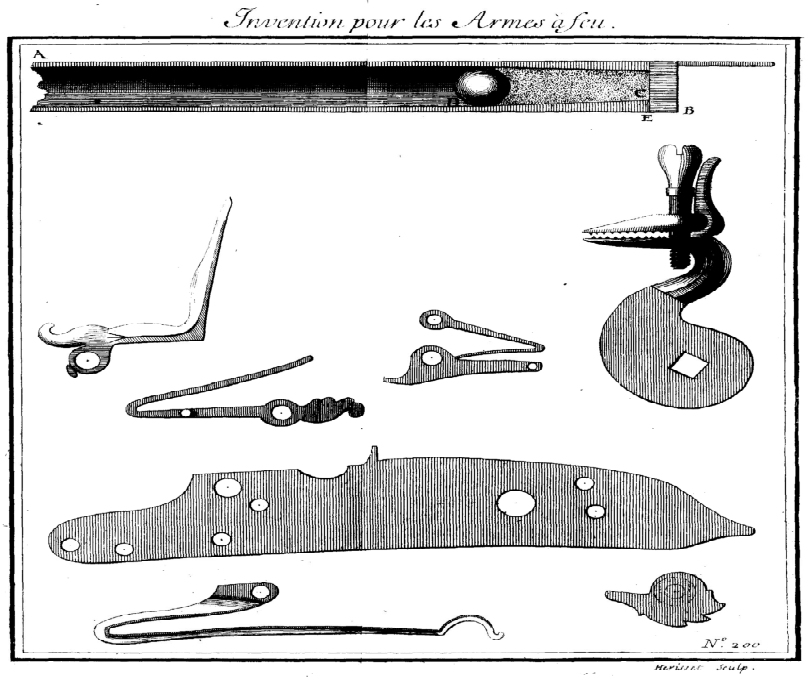


Figure 15 : Pièces de platines de fusil interchangeables (Source : *MINV,* tome 3, p. 176)

1.2.4.7 Catégorie « Transport »

La catégorie « Transport » rassemble à la fois les moyens de transport comme les carrosses ou les chariots et les techniques liées à leur construction, tels certains types d'essieu ou de roulement, les aménagements de routes. Les transports fluviaux sont également concernés : construction d'écluses, aménagements de canaux, nombreuses méthodes imaginées pour faire remonter le courant des rivières aux bateaux. Cette catégorie représente 8 % du total, son évolution dans le temps est la suivante :

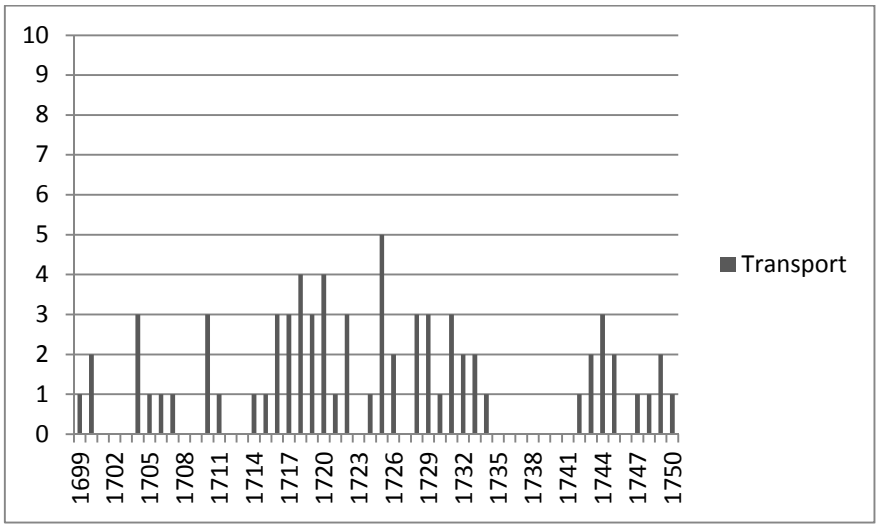


Figure 16 : Evolution dans le temps du nombre d'inventions « transport » présentées
(Sources : AADS, registres de séances, 1699-1750)

La distribution est plus irrégulière, l'absence de demandes entre 1735 et 1741 ne se corrèle pas avec un autre facteur et il nous faut bien admettre qu'il y a des périodes plus favorables pour tel ou tel type d'invention, ce que Réaumur avait remarqué pour d'autres types d'inventions :

> *Car comme s'il y avait des saisons pour les productions de l'Art comme il y en a pour celles de la nature, rien ne nous est plus ordinaire que de recevoir presque à la fois de différents côtés des propositions sur la même matière*[49].

1.2.4.8 Catégorie « Métallurgie »

La métallurgie est entendue ici au sens large, à la fois production primaire de métaux ferreux ou non ferreux mais aussi travail de ces métaux, forges, traitements, plaquages, tout ce qui concerne les techniques de production et de façonnage des métaux. On peut y retrouver à la fois des demandes d'examen pour une méthode de production d'acier, pour une méthode de fabrication du fer blanc ou pour un alliage destiné aux plombs de chasse. La métallurgie tient une place modeste, 4 %, dans la distribution des inventions et son évolution dans le temps montre une assez nette corrélation avec l'activité métallurgique de Réaumur dans les années 1720, exemple de l'interaction entre les entrepreneurs cherchant à développer une production et la capacité, manifestée par l'institution, à comprendre techniquement leurs demandes.

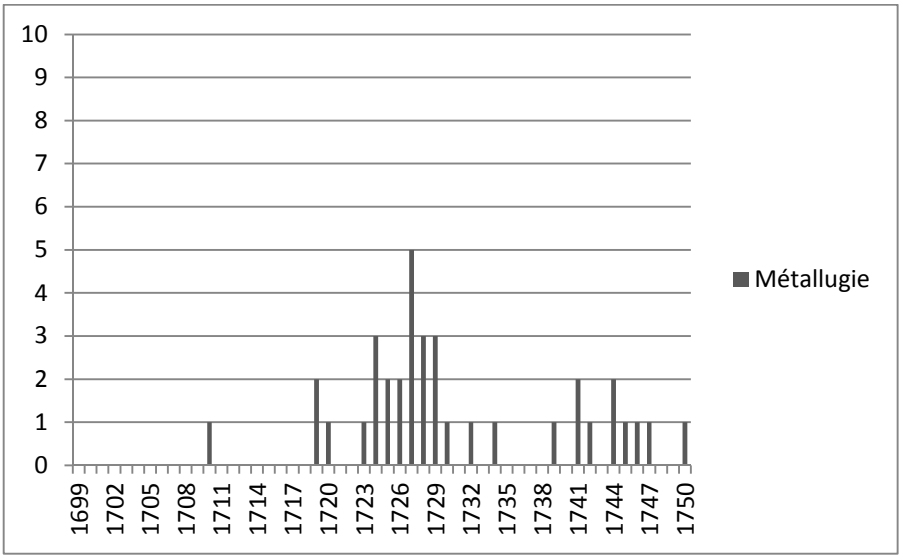


Figure 17 : Evolution dans le temps du nombre d'inventions « Métallurgie » présentées
(Sources : AADS, registres de séances, 1699-1750)

[49] AADS, R 11 avril 1725.

1.2.4.9 Catégorie « Agriculture »

La catégorie « Agriculture » fort peu représentée, moins de 3 %, contient les propositions de nouvelles techniques de culture comme par exemple le riz dans les années 1740, les techniques de greffes. Les machines spécifiquement agricoles comme celles à vanner ou à labourer en font également partie. Son évolution dans le temps n'est pas significative, rien avant 1708 puis des demandes clairsemées, nous la faisons néanmoins figurer ci-dessous :

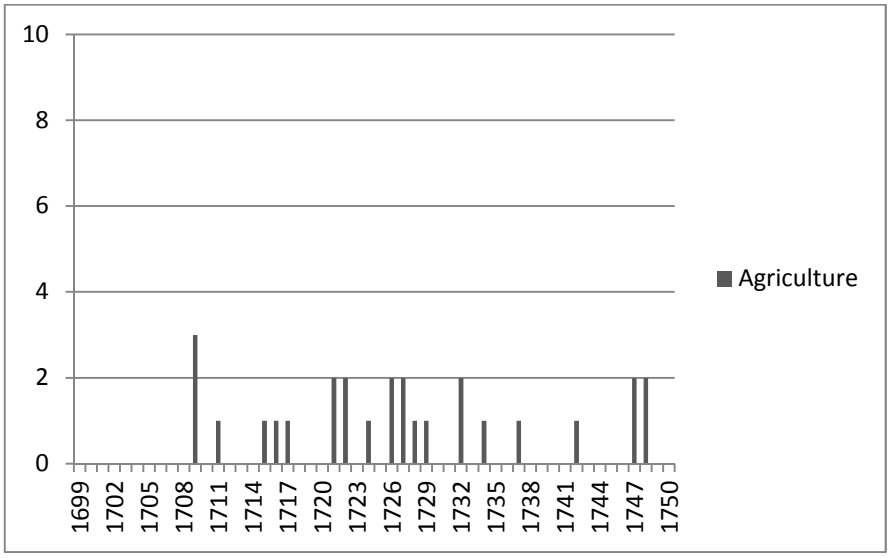


Figure 18 : Evolution dans le temps du nombre d'inventions « Agriculture » présentées (Sources : AADS, registres de séances, 1699-1750)

1.2.4.10 Catégorie « Architecture »

Dans la catégorie « Architecture » nous avons regroupés les techniques relatives à la construction mais aussi plus généralement celles concernant l'urbanisme, par exemple des inventions liées à la distribution de l'eau[50]. Compte tenu de l'importance des opérations de nivellement en architecture, urbanisme, distribution des eaux, les différents niveaux présentés ou étudiés sont placés dans cette catégorie. Comme pour l'agriculture l'évolution dans le temps n'est pas vraiment significative :

[50] Cette catégorie est très faiblement représentée en termes d'inventions, nous l'avons conservée pour des raisons d'homogénéité statistique avec les types d'interventions technique internes qui seront examinées au chapitre 4

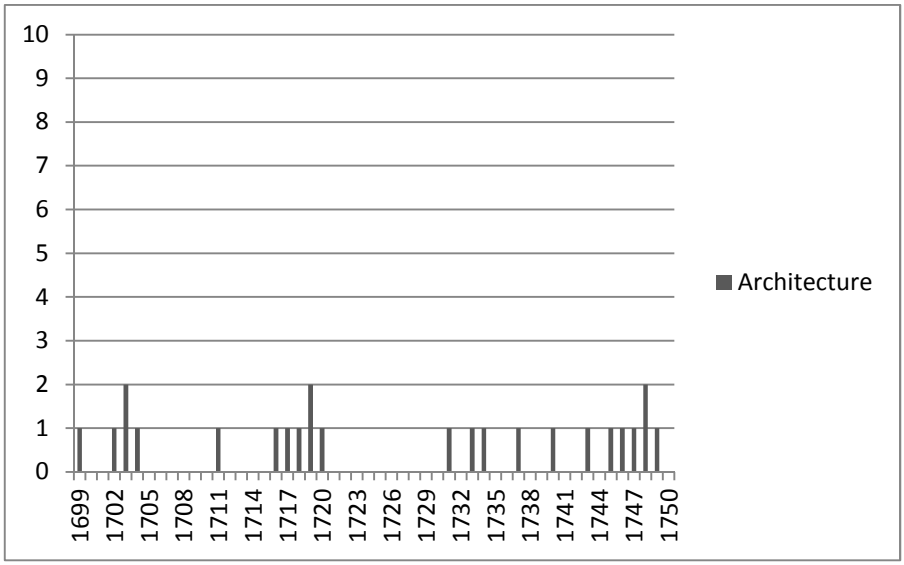


Figure 19 : Evolution dans le temps du nombre d'inventions « Architecture » présentées
(Sources : AADS, registres de séances, 1699-1750)

1.2.4.11 Catégorie « Textile »

Dans la catégorie « Textile » se trouvent à la fois les machines textiles et le traitement des étoffes et tissus[51]. Les procédés de teinture, les produits tinctoriaux couleurs et mordants en font également partie. Nous avons mentionné l'aspect marginal des examens d'invention par l'Académie dans cette catégorie.

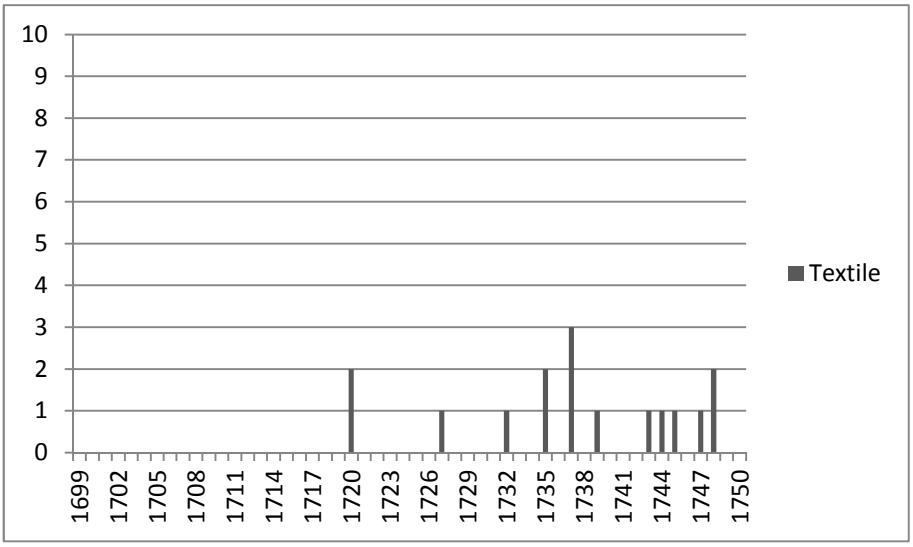


Figure 20 : Evolution dans le temps du nombre d'inventions « Textile » présentées
(Sources : AADS, registres de séances, 1699-1750)

[51] La première invention de cette catégorie n'est présentée qu'en 1720.

Comme nous l'avons signalé précédemment l'Académie n'intervient pas avant 1720. La complexification des procédés de teintures, les recherches, les nouvelles règlementations de celles-ci sont à l'origine des demandes qui se manifestent plus significativement après 1735

1.2.4.12 Catégorie « Divers »

Face à la diversité assez considérable des inventions, vraies ou supposées, perfectionnements divers à des techniques existantes, il était inévitable que des demandes concernent des procédés ou dispositifs techniques que l'on ne peut pas aisément classer dans les dix catégories précédentes. Cette catégorie « Divers » est donc, si l'on peut dire trivialement, une catégorie « fourre-tout » regroupant des demandes aussi diverses que des moyens de tirer les loteries, de faire de l'huile à partir des marrons ou de construire des anémomètres.

1.2.4.13 L'approbation de la littérature technique

Quelques d'années après son Renouvellement, vers les années 1720, l'Académie se trouve sollicitée pour donner son avis sur des écrits techniques produits par des personnes extérieures à l'Académie. Ces personnes n'en sont pas éloignées, Bélidor que son poste de professeur à l'école d'artillerie de La Fère empêche un temps d'être académicien par l'obligation de résidence parisienne, est correspondant de l'Académie depuis 1722. Ses ouvrages sont présentés à l'Académie, font l'objet de commentaires et de critiques et, au même titre qu'une invention sont formellement approuvés, ainsi pour son *Nouveau cours de mathématiques à l'usage du génie et de l'Artillerie* :

> *(...) et qu'il faisait voir l'usage des connaissances qu'il donnait en les appliquant à des exemples considérables tirés du Génie même et de l'Artillerie, il avait bien rempli les vues qu'il s'était proposées et qu'on ne pouvait trop louer son zèle pour le progrès de l'Ecole à laquelle il a voué ses soins et ses travaux*[52].

Des ouvrages techniques déjà imprimés ou bien des mémoires encore manuscrits sont présentés pour avis. Il est évident que pouvoir faire figurer l'approbation de l'Académie est une source de prestige et une garantie de qualité pour les travaux ainsi reconnus. La reconnaissance sera officialisée par la publication de ces ouvrages sous le patronage de l'Académie. A partir de 1741 une place spécifique leur est faite dans la publication annuelle ; en addition à la section *Machines et inventions approuvées*, une nouvelle section apparaît : *Mémoires et ouvrages de mécanique présentés à l'Académie.* L'étape suivante est

[52] AADS, R 27 janvier 1725

franchie en 1744 lorsque l'Académie décide de la publication de ces travaux sous son patronage :

> *L'Académie s'était contentée jusqu'ici de faire mention dans son Histoire, des mémoires qui lui étaient présentés et qu'elle avait jugés dignes de son approbation. Elle a résolu d'adopter dorénavant ces pièces d'une manière plus marquée, en les faisant imprimer sous le titre de Mémoires de Mathématique et de Physique présentés à l'Académie Royale des Sciences, par divers savants et lus dans les assemblées*[53].

Nous avons agrégé ces mémoires aux inventions en les classant dans la catégorie correspondant le mieux à leur sujet.

1.3 COMMENT ET PAR QUI EXAMINER LES INVENTIONS ?

Ces inventions multiples, de natures différentes, sont présentées à l'Académie pour en obtenir une reconnaissance officielle débouchant éventuellement sur un avantage économique. Le règlement ne prévoit pas de procédures détaillées, il est bien évident que c'est un niveau d'exécution qui n'est pas dans son objet. Nous n'avons pas trouvé de trace explicite d'une procédure interne détaillée et formalisée définissant le scénario, si l'on peut dire, d'un examen d'invention. C'est plutôt une pratique qui se construit progressivement mais assez rapidement ; au delà des années 1710, nous observons un formalisme de mieux en mieux assuré et nous pouvons observer une pratique qui se régularise, de la désignation de commissaires au compte-rendu d'examen lu en séance. Deux aspects de la procédure se dégagent, en premier lieu une procédure administrative qui va de la présentation de l'invention à l'enregistrement du résultat de l'examen et en second lieu une procédure technique. L'examen est confié à des académiciens commissaires qui en rendent compte à l'Académie qui fait sienne ce jugement et le résultat peut être soit une approbation, consacrée par une parution officielle dans l'*Histoire* annuelle, soit un refus, explicite ou implicite. Au-delà de la procédure administrative nous observons une pratique technique qui fait une place centrale à l'expérimentation, mot que nous préférons à expérience, car il s'agit de vérifier le bon fonctionnement et les performances (au sens large) de l'invention examinée. C'est par cette expérimentation que la validité d'un dispositif technique est évaluée. Les expériences se font de plus en plus quantitatives, dès que cela est possible. Les commissaires vont de plus développer une procédure d'examen qui fait appel au calcul des performances prévisibles à partir des dimensions des machines présentées. C'est par le calcul seul, qu'une invention peut

[53] *HARS* 1744 p. 63.

être jugée réalisable, donc utile, marquant l'inflexion de la pensée technique qui sous-tend ces examens d'invention. Les acteurs de ces examens, les commissaires, sont désignés en séance mais en fait, seule une partie des académiciens participe réellement à cette activité tournée vers la technique. Nous constatons que près de la moitié des académiciens en exercice de 1699 à 1750 ont reçu au moins une commission mais ceux qui reçoivent un nombre significatif de commissions sont en nombre plus restreint. Ces académiciens « technologues »[54] ont un profil d'activité qui les distingue des autres comme nous le verrons à la fin de ce paragraphe.

1.3.1 Les procédures

La demande d'invention est suivie de la nomination d'un ou plusieurs commissaires, assez rarement un seul, le plus souvent deux ou trois et assez exceptionnellement quatre, voire cinq. Les commissaires rendent compte en séance du résultat de leur examen faisant ainsi partager à l'Académie le résultat de leur travail et revient alors une expression formelle, suivie de l'avis plus ou moins détaillé des commissaires :

> *Mrs de Réaumur, Geoffroy et du Fay ont parlé sur le fer blanc de Mr. Mestrezat.*
> *Nous avons examiné par ordre de l'Académie la manière dont Mr. Mestrezat étame les feuilles de fer noir (...)*[55].

La lecture en séance du compte-rendu d'examen est peut-être suivie de discussions mais il n'y en a pas trace dans les registres, et cet enregistrement transforme alors l'avis des commissaires en avis du corps tout entier.

Dans les premières années l'enregistrement se fait systématiquement dès la présentation de la demande ensuite, très fréquemment, l'enregistrement de l'invention est fait au moment de la lecture du compte-rendu. Cette évolution se faisant avec le changement de secrétaire perpétuel, Fontenelle, secrétaire perpétuel depuis 1697 laissant la place à Dortous de Mairan en 1740, celui-ci étant remplacé par Grandjean de Fouchy en 1743. Si pour la quasi-totalité des inventions proposées, soit par l'administration, soit par des particuliers, une commission d'examen est désignée cela ne signifie pas que ces commissions rendent toujours un rapport. Nombre d'inventions disparaissent des registres après leur présentation initiale et nous interprétons, en partie, ce silence comme une façon de porter un jugement négatif sur

[54] Nous utilisons ici cet adjectif uniquement pour désigner les académiciens qui manifestent un intérêt soutenu pour la technique. Nous reviendrons au chapitre 6 sur le sens du mot.

[55] AADS, R 3 MARS 1728

l'invention. Il se peut même que ce soit une façon polie et discrète de ne pas faire apparaître les détails du jugement négatif. A partir de 1744 les pochettes de séances contiennent la liste des commissions attribuées pour l'année considérée en mentionnant « non rapporté » pour celles pour lesquelles il n'y a pas eu de compte-rendu. Il est possible de trouver le rapport l'année suivante mais ce n'est pas le cas général. Nous retiendrons de cet aspect de la procédure que les commissaires rendent un rapport explicitement positif mais un avis négatif peut être rendu par un rapport explicitement négatif ou implicitement par l'absence de rapport. La dernière étape est alors la parution dans la section « Machines et inventions approuvées » de l'*Histoire* annuelle. Cette parution officialise l'approbation et nous avons retenu cette diffusion officielle comme preuve de l'approbation. En fin de période, du fait de la diversification des procédures de recours à l'Académie, en complément de cette affirmation officielle de l'approbation par la publication, des approbations formelles apparaissent dans les registres essentiellement comme des réponses à des demandes de confirmation du Parlement ou du Bureau du Commerce. Ainsi le 8 février 1747 l'Académie est saisie par le Parlement qui demande confirmation de la validité des lettres patentes d'un privilège :

> *J'ai lu à la Compagnie un arrêt du Parlement qui demande l'avis de l'Académie sur une calendre à la façon d'Angleterre dont le privilège a été obtenu par feu Mr. L'abbé Hubert : on a nommé pour commissaires Mrs. Duhamel, Camus et Hellot*[56].

Suit alors une réponse détaillée le 18 février qui se termine par l'approbation formelle :

> *Par conséquent nous n'avons aucune représentation à faire contre l'enregistrement des lettres patentes poursuivi par le Sr. de la Tour*[57].

En retenant comme critère d'approbation la parution dans l'*Histoire* annuelle, complétée éventuellement par des réponses formelles et non ambigües aux autorités administratives ou judiciaires, comme la précédente. Nous écartons quelques cas où le compte-rendu est positif sans que cela se traduise par l'impression officielle, signe, sans doute, d'une certaine hésitation à qualifier l'invention par rapport aux critères que se sont forgés les académiciens. La parution du volume de l'année se faisant avec un décalage de deux ou trois ans, les

[56] AADS, R 8 février 1747

[57] AADS, R 18 février 1747. Le rapport d'examen est très détaillé, il occupe trois page de registre, d'une écriture serrée, et rappelle que les commissaires se sont rendus sur place pour procéder à un examen approfondi de l'invention.

inventeurs obtiennent une approbation officielle par une copie du registre qu'ils peuvent demander au secrétaire :

> *Mrs de la Hire, Varignon et Saurin qui avaient été nommés pour examiner une chaise de poste qui doit être moins versable, présentée par Mr. Godefroy, ingénieur de la Marine en ayant fait leur rapport à l'Académie elle a jugé (...) que la manière dont cette suspension était faite dans la chaise de Mr. Godefroy était [nouvelle] et la rendait fort douce et fort commode dans l'usage, en foi de quoi j'ai signé le présent certificat, à Paris ce 28 juin 1716, signé Fontenelle, sec. perp. de l'Ac. Roy. des Sc*[58].

Il semble que la pratique initiale de délivrance de certificat, était assez libérale et pas nécessairement liée à l'approbation car, assez rapidement, l'Académie en restreint l'usage aux seules inventions approuvées :

> *Il a été réglé qu'on ne donnerait plus de certificats de l'Académie pour tout ce qu'elle n'aurait pas approuvé*[59].

Il faut enfin citer comme partie intégrante de la procédure, la description détaillée des inventions que fait paraître Jean-Gaffin Gallon de 1735 à 1777, pour la période 1699-1754 mais également, par extension, la période 1666-1698. L'intitulé exact des sept volumes confère un statut intermédiaire à cet ouvrage : *Machines et inventions approuvées par l'Académie Royale des sciences, depuis son établissement jusqu'à présent, avec leur description. Dessinées et publiées avec le consentement de l'Académie par M. Gallon.* Gallon est nommé correspondant de Grandjean de Fouchy en 1735, il fait donc partie du cercle académique proche[60]. Toutefois les inventions reprises par Gallon ne recouvrent pas exactement la liste de celles qui sont approuvées dans l'histoire annuelle officielle, soit qu'elles soient omises dans le volume de Gallon, soit qu'apparaissent des inventions dites approuvées alors qu'elles ne figurent pas dans la liste officielle. Les descriptions des machines doivent être considérées plus comme une source de renseignement technique sur les inventions que comme un enregistrement officiel. Ces descriptions sont également utilisées par les académiciens comme, Duhamel du Monceau dans un mémoire sur la conservation des

[58] AADS, PS 1716.

[59] AADS, R 4 août 1725.

[60] Il écrit à l'Académie en 1743 « *au sujet de la continuation du livre des machines approuvées par l'Académie, sur quoi M. de Fouchy à qui le détail de cette affaire est connu s'est chargé de lui répondre* » (AADS, R 26 janvier 1743).

grains imprimé dans l'Histoire de 1745 y fait référence.[61] Ainsi s'est constituée une pratique, une procédure coutumière en quelque sorte, qui délègue le travail d'examen d'une invention à quelques académiciens qui formulent la décision au nom de l'Académie. Le résultat des jugements pour les 927 inventions recensées fait apparaître un pourcentage moyen d'approbation de près de 30%[62], tant pour les demandes d'origine royale que pour les demandes de particuliers. Ce pourcentage peut sembler assez faible car on pourrait penser que les inventeurs ne se présentent, directement ou indirectement, qu'avec des espoirs raisonnables mais c'est précisément dans l'application de critères techniques et économiques[63] nouveaux et exigeants que bon nombre d'inventions sont rejetées.

1.3.2 L'expérimentation comme partie centrale de la procédure

L'examen, en vue d'une approbation, d'une machine quelconque ou d'un dispositif nouveau pose évidemment un problème méthodologique, la machine n'étant pas présentée en grandeur nature. Le plus souvent un modèle (réduit) est remis, comme c'est exigé par le règlement, ou bien une description détaillée, bien que cela ne soit pas toujours le cas, puisque l'Académie juge bon de le rappeler à plusieurs reprises, en 1703 puis en 1728 :

> *Il a été résolu que les inventeurs de machines qui se présenteraient à l'Académie en donneraient au moins deux desseins avec des explications, le tout signé d'eux et que les certificats signés du secrétaire seraient mis au bas de ces desseins et explications dont il resterait une copie à l'Académie*[64].
> *Il a été réglé que ceux qui présenteraient des machines à l'Académie en donneraient un dessein ou une description signée d'eux et de leurs commissaires après quoi le secrétaire leur en délivrerait un certificat.*[65].

Notons le mot « dessein », dont nous avons conservé l'orthographe, plus riche de sens que le seul mot « dessin », proche de l'anglais « *design* » que nous traduisons aisément[66] par « conception ». Les conditions de l'expertise sont alors délicates, les académiciens ont bien conscience que ce qui marche « sur le papier », nécessite une réalisation en « vraie grandeur »

---

[61] AADS, *MARS 1745*, p. 52.

[62] Le tableau des approbations est en annexe 2, le pourcentage annuel n'a aucune valeur statistique compte tenu de la taille des échantillons et de la forte dispersion autour de la moyenne reflète l'occurrence variable de « bons » inventeurs.

[63] Ces critères sont examinés en détail dans la suite de ce chapitre.

[64] AADS, R 31 *MARS 1703*.

[65] AADS, R 28 février 1728.

[66] Dans l'industrie actuelle.

pour s'assurer du bon fonctionnement de l'invention proposée[67]. Dès 1699, pour un projet de forme de construction et de radoub de navire, reçu sous forme de dessein, ils l'expriment clairement :

> *(...) le dessein était excellent par sa simplicité et la dépense qu'il épargnera et qu'il méritait que le Roi fît les frais de l'épreuve.*[68].

La nécessité de l'expérimentation réelle est de même soulignée pour un dispositif de protection[69] sur les piles du pont sur le Rhône à Pont-Saint-Esprit, invention plusieurs fois présentée et modifiée. Après un avis détaillé sur les inconvénients et difficultés d'exécution, l'Académie conclut en 1718 :

> *...nous a paru ingénieuse et pouvoir être utile en y faisant les changements ou les additions qu'on ne peut apprendre que de l'expérience, laquelle seule peut décider*[70].

Dans d'autres cas, l'Académie assiste à des expériences, plus exactement des démonstrations ou des essais, voire fait exécuter elle-même ces essais afin de juger d'une part de la faisabilité[71] et d'autre part de l'utilité d'une invention. Cette démarche expérimentale ne cesse de s'affirmer tout au long de la période considérée. En 1702, une invention d'un dispositif de rames tournantes, fait l'objet d'essais, à la fois de bon fonctionnement propre au dispositif mais aussi d'essais comparatifs en vraie grandeur, puisque les rames tournantes sont installées sur un navire et que l'on mesure sa performance comparée à celle d'une galère. Les résultats obtenus sont inférieurs à ceux de la galère mais on remarque que la chiourme de la

---

[67] Nous utilisons volontairement le vocabulaire industriel contemporain qui fait bien la distinction entre un projet et des expérimentions de prototype « en vraie grandeur ». Les académiciens utilisent fréquemment l'expression « en grand ».

[68] AADS, R 17 novembre 1700.

[69] Sorte de pare-battage destinés à protéger les bateaux contre les chocs sur les piles, la navigation sur le Rhône était assez périlleuse comme le souligne l'effroi de Madame de Sévigné apprenant les aventures de sa fille lors de son voyage à Grignan.

[70] AADS, R 27 juillet 1718.

[71] Dans les industries contemporaines complexes, tout projet nouveau un tant soit peu risqué est presque toujours précédé d'une étude de faisabilité. En utilisant ce vocabulaire nous ne prétendons nullement que les académiciens ont formalisé le concept de faisabilité, ce qui serait anachronique, mais ils ont déjà intériorisé que toute idée n'est pas réalisable en pratique et que les coûts de construction et d'exploitation peuvent condamner une idée séduisante.

galère est de meilleure qualité que celle qui manœuvre les rames tournantes et que celle-ci n'a pas eu l'entraînement nécessaire :

> *(…) ayant vu les rapports et certificats sur les expériences qui ont été faites…on peut s'en servir plus avantageusement pour faire aller les moyens vaisseaux en calme que par la remorque en chaloupe... Mais qu'enfin si l'on trouve qu'elles puissent servir avec avantage dans des moyens [vaisseaux] on pourra les appliquer aux autres avec plus de (?) et sans craindre de faire une dépense inutile*[72].

L'avis comporte aussi des comparatifs élaborés pour mesurer les forces imprimées, soit aux rames normales, soit aux rames tournantes, en fonction des surfaces et en tenant compte du rythme de la nage. L'examen effectué par les commissaires se fait de plus en plus sur des réalisations et entraîne de ce fait le déplacement sur les lieux pour assister aux essais. Cela peut aller pour les commissaires jusqu'à donner de leur personne en goûtant les liquides utilisés pour décaper le fer avant étamage. Quand de 1726 à 1729 un contentieux oppose le Sieur Boulogne et le Sieur Caron[73] concernant une machine à remonter les bateaux sur la Seine, l'Académie, après avoir approuvé la machine de Boulogne, participe à un essai comparatif proposé par un des protagonistes :

> *Le Sr. Boulogne ayant déclaré par écrit que, quoiqu'il eût précédemment refusé un défi que le Sr. Caron lui avait fait juridiquement de faire aller leurs machines en même lieu et en même jour, en présence de l'Académie afin qu'on en jugeât, il l'acceptait maintenant aux conditions marquées par le même Sr. Caron. La Compagnie a résolu de suspendre son avis ou jugement jusqu'à ce qu'on eût vu ces épreuves*[74].

Après des contestations et des procédures assez longues, les lettres patentes du privilège accordé à Boulogne sont validées par l'Académie seulement en 1745.

Dans le domaine de la métallurgie, pour une façon d'étamer le fer, examinée suite à une demande de privilège transmise en 1728 par le Conseil de Commerce, les commissaires assistent à l'opération :

> *Nous avons examiné par ordre de l'Académie, la manière dont M. Mestrezat étame les feuilles de fer noir. Cet art étant présentement suffisamment connu comme on le voit sur les mémoires de l'Académie de 1725, la réussite des essais en petit n'est plus l'objet de l'examen et, quoi qu'il n'ait pas parfaitement réussi parce que son décapement n'était pas bien fait, il y a lieu de croire que, pouvant se servir d'ouvriers entendus, on réussira toujours dans un établissement en grand de sorte que ce qui reste à examiner au Conseil*

[72] AADS, R 24 MARS 1702.

[73] Horloger, le père de Beaumarchais, notons incidemment le lien entre mécanique et horlogerie.

[74] AADS, R 17 août 1729

est de savoir si la Compagnie qui sollicite le Privilège est en état de fournir aux avances nécessaires et s'il n'y a point déjà d'autre Privilège accordé pour la même étendue de pays[75].

Les expériences sont également quantitatives, l'examen d'un moulin en 1735 conduit à un compte-rendu d'expérimentation détaillé dans le registre de séance. Le résultat quantitatif de l'essai est repris dans l'approbation officielle de l'*Histoire* de l'année :

On en a vu l'effet ; un setier de blé a été très bien moulu en 24 minutes avec 2 chevaux qui n'allaient que leur pas ordinaire, mais qui paraissaient tirer fortement[76].

Nous pourrions citer en entier le compte-rendu d'expérimentation rédigé par Fouchy, qui, quoique secrétaire perpétuel, est commissaire pour une invention de chandelier à huile où le soin méticuleux de la description des conditions de mesure, du déroulement et du résultat de l'expérimentation en devient presque comique à nos yeux contemporains[77]. Le souci de réalisation d'un essai comparatif, avec les difficultés que représentent des mesures de nature photométrique, est remarquable et le soin du bilan économique tout autant, c'est d'ailleurs ce bilan qui fait la décision de non-approbation.

Les expérimentations directes sur les machines ou invention proposées ne sont pas les seules « expériences » que réalisent ou font réaliser les commissaires. En effet, pour une machine dont on ne dispose pas de réalisation en vraie grandeur mais pour laquelle les conditions de fonctionnement reposent sur des hypothèses de valeurs de paramètres, il faut procéder à des expériences pour mesurer ces paramètres et évaluer la faisabilité de la machine. Nous utilisons ce mot avec son sens contemporain dans l'industrie, un calcul de faisabilité permettant de déduire de mesures et d'expérimentations préalables, les caractéristiques accessibles par un dispositif technique, ces paramètres étant liés entre eux par une relation mathématique. Nous reviendrons plus en détail sur l'examen de cette machine au paragraphe suivant mais il faut souligner cette notion qui apparaît fréquemment, de mesure expérimentale des paramètres dimensionnant une invention.

L'expérience, l'expérimentation jouent bien un rôle central dans l'examen à chaque fois que cela est possible. L'expérience n'est pas que la vérification du bon fonctionnement, c'est aussi la mesure des performances que l'on peut attendre d'une machine ou d'une invention.

[75] AADS, R 3 MARS 1728.

[76] AADS, R 3 *MARS 1728*.

[77] AADS, R 25 janvier 1749. On trouvera en annexe 4 le texte complet comme illustration du soin expérimental de Grandjean de Fouchy.

Le calcul, les mathématiques, la mesure s'installent au centre du processus d'expérimentation qui va au-delà de la contemplation de la machine en fonction. Dans la pensée qui s'exprime, il faut conduire des expérimentations mais les compléter et les valider par le calcul.

1.3.3 Expérimenter mais aussi calculer et appliquer les « principes »

A mesure que l'on avance dans le siècle l'expression du jugement technique de l'Académie devient plus détaillée. Alors que dans les années 1700 l'avis présente un caractère relativement qualitatif avec un texte repris quasiment intégralement dans la partie *Machines et Inventions approuvées* du volume annuel de l'Histoire de l'Académie, on constate, au tournant des années 1730, une évolution dans l'expression de ces jugements. Cette évolution se dessine dans deux directions, en premier lieu l'avis des commissaires est presque systématiquement plus long qu'au début du siècle où les avis détaillés étaient plus exceptionnels.[78] Il est justifié par des calculs, des raisonnements mathématiques et des expérimentations ou essais en grandeur réelle, que ce soit pour approuver ou pour émettre des doutes sur la faisabilité. Cet avis plus détaillé n'est pas toujours repris en totalité dans les *Histoires* mais il est très certainement communiqué aux inventeurs. En second lieu, l'avis comporte fréquemment des recommandations pour la réalisation et la mise en œuvre de l'invention envisagée. L'Académie analyse plus en détail la technique proposée et cherche à fonder son jugement sur des raisonnements de plus en plus scientifiques ou, pour le moins, qui se veulent tels. On trouvera en annexe 3 le texte complet du registre de la séance du 6 septembre 1732 au cours de laquelle les commissaires rendent compte de l'examen d'un projet d'une pompe entraînée par une roue hydraulique que l'on envisage d'installer sous le Pont au Change. C'est une demande d'expertise issue de la municipalité, non du pouvoir royal, elle est traitée comme l'examen d'une invention.[79] Dans un compte-rendu exceptionnellement détaillé[80], dont on peut supposer qu'une copie a été transmise aux Echevins, on trouve une analyse du projet, la mention que des mesures, des expérimentations et des calculs ont été faits. Le point technique

[78] L'avis de Chazelles sur les rames tournantes de M. du Guet n'est pas imprimé dans la section Machines et Inventions approuvées mais dans la partie Mémoires (R 3 mars 1702, *MARS* 1702 p.93).

[79] Malgré l'avis favorable, elle n'est pas reprise dans l'*Histoire de 1732* ; néanmoins, dans le recueil des *Machines et inventions approuvées par l'Académie Royale des* (Tome 6, page 15 et sq.) elle est décrite comme approuvée mais attribuée à M. Boulogne (l'identité de la description et des dimensions ne laissent pas de doute sur le fait que c'est bien la machine du Sieur Le Brun)

[80] Voir annexe 3, le texte est suivi du calcul détaillé refait à partir de ce compte-rendu.

critique est l'adéquation de la puissance fournie par le moulin hydraulique, fonction de ses dimensions et de la vitesse du courant, à la puissance requise pour actionner les pompes et élever l'eau avec le débit envisagé. Cet exemple est tout à fait significatif de la place du calcul dans les examens, il convient de le présenter plus en détail.

C'est à la demande du corps de ville de Paris que l'Académie examine l'invention et la formulation exacte de la demande ne nous est pas connue puisque c'est dans la séance où les commissaires rendent compte de leur travail qu'apparaît l'origine de la demande :

> *Mrs Donsenbray, Nicole et Pitot ont parlé ainsi d'une nouvelle pompe de Mr Le Brun.*
> *Mrs les Prévôts des Marchands et Echevins de la ville ayant demandé l'avis de l'Académie au sujet d'une nouvelle pompe présentée par le Sr. Le Brun et qu'on aurait dessein de faire construire sous la dernière arche du Pont au Change du côté du Palais pour donner de l'eau dans plusieurs quartiers de Paris.*
> *Nous avons examiné par ordre de l'Académie les mémoires et le modèle de cette pompe mais avant d'entrer dans les détails de sa construction il est bon de faire observer que le Sr. Le Brun fit construire l'année dernière une pompe au moulin de Sève, de l'examen de laquelle nous fûmes chargés par l'Académie. La construction de cette pompe de Sève nous parut entièrement nouvelle et sur les expériences que nous en fîmes faire et le compte que nous en rendîmes à la Compagnie du résultat des expériences, elle mérita l'approbation de l'Académie*[81].

L'inventeur a d'abord proposé sa pompe directement à la municipalité et celle-ci s'est adressée à l'Académie pour obtenir un avis « éclairé », « technique ». La machine est présentée par un mémoire et un modèle réduit à une échelle qui n'est jamais précisée. Il est possible de se faire une idée de cette échelle en se référant au catalogue des machines exposées à Paris en 1683[82]. Ce catalogue donne les échelles de réduction des modèles présentés, souvent différentes suivant les parties de la machine, ces échelles vont de 1/3 à 1/8, ce qui correspond, pour la machine du Pont au Change, à des dimensions du modèle de l'ordre du mètre pour une échelle 1/8. Avant même de donner un avis détaillé les commissaires expriment un avis favorable sur le concepteur de la machine, le Sieur Le Brun, dont ils ont déjà approuvé une invention l'année précédente. Disons quelques mots de ces commissaires, Donsenbray[83] directeur des Postes à la suite de son père est académicien

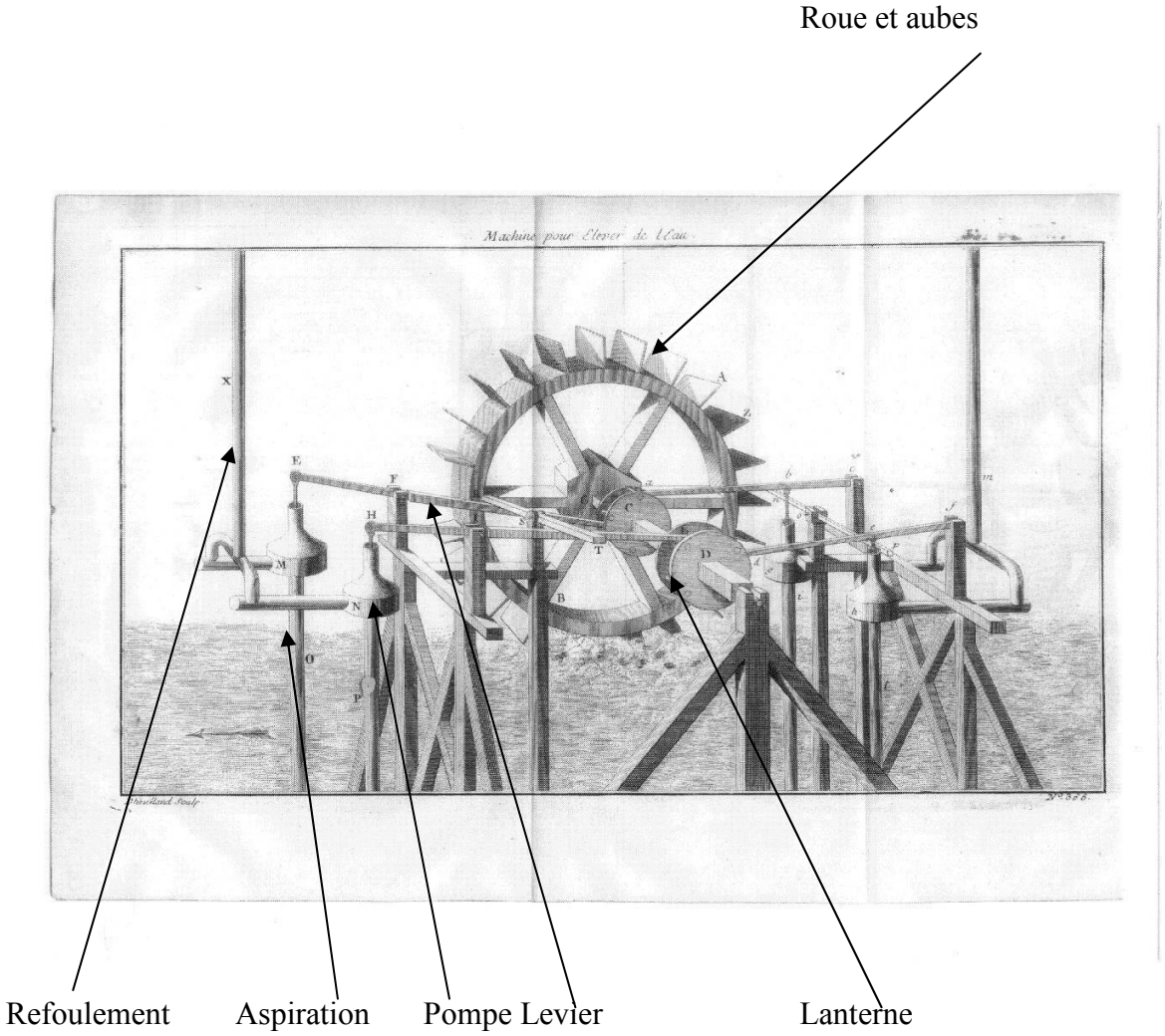
[81] AADS, R 6 septembre 1732

[82] (***), *Explication des modèles des machines et forces mouvantes que l'on expose à Paris dans la rue de la Harpe vis-à-vis Saint Cosme*, Paris, Guillery, 1683. L'exposition et le contenu de ce catalogue ont été analysés par A. Birembaut dans « L'exposition des modèles de machines à Paris, en 1683 », *Rvue d'histoire des sciecnes et de leurs applications*, 1967, Tome 20 n°2, pp. 141-158.

[83] Le compte Pajot d'Ons-en Bray est toujours désigné par cette orthographe dans les registres.

honoraire mais très actif dans le domaine mécanique, souvent chargé d'examens d'invention (en 1732 il totalise 40 commissions) et inventeur lui-même. Nicole est pensionnaire mécanicien et mathématicien reconnu, plusieurs fois directeur ou sous directeur de l'Académie (en 1732 il totalise 23 commissions). Pitot enfin est un académicien de premier plan auteur de nombreux mémoires sur des sujets techniques (les roues hydrauliques et les pompes en particulier, en 1732 il totalise 40 commissions). Ces commissaires expérimentés réunissent donc les compétences nécessaires à cette expertise.

Le compte-rendu de l'expertise débute par une description détaillée et cotée de la machine. La figure suivante représente la machine :



Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

Figure 21 : Projet de pompe à installer sous le Pont au Change
(source : *Machines et inventions approuvées par l'Académie royale des Sciences,* Tome 6, p.15)

En elle-même cette installation n'a rien de « révolutionnaire », sauf à imaginer une combinaison de mouvements assez ingénieuse et une construction qui fait place aux

problèmes d'entretien puisque les équipages mobiles de pompe sont doublés, un seul étant actif, l'autre en attente. Comme on peut le voir une roue à aubes entraîne deux lanternes, qui fonctionnent comme des cames pour actionner quatre leviers, communiquant un mouvement alternatif aux pistons de quatre pompes.

La deuxième étape de l'expertise consiste ensuite à effectuer des mesures sur une installation existante, celle du pont Notre-Dame, vitesse du courant, nombre de tours des roues, diamètre et jeu des pistons et quantité d'eau réellement débitée. Ces mesures sont accompagnées de calculs.

> *Pour nous assurer de l'effet qu'on devait espérer de cette machine nous avons fait toutes les expériences que nous avons cru nécessaires, tant au Pont au Change qu'au Pont Notre-Dame ; nous nous sommes assurés de l'effet de la pompe du Pont Notre-Dame par la vitesse du courant et le nombre des tours de roues, par le diamètre et le jeu des pistons et enfin par la quantité d'eau dégorgée par les tuyaux à la décharge.*
> *Il serait trop long de rapporter ici le détail de ces expériences et de tous les calculs que nous avons faits mais pour asseoir son jugement sur l'effet qu'on doit espérer de cette nouvelle pompe, nous croyons qu'il est absolument nécessaire de rapporter le petit calcul suivant*[84].

La machine étant décrite, il s'agit alors de justifier par le calcul la faisabilité de la machine. L'idée directrice de ce calcul est de vérifier que – en employant un vocabulaire contemporain – la puissance disponible fournie par le courant de la Seine au niveau des piles du Pont au Change est suffisante pour élever l'eau vers un réservoir de dégorgement d'où partira une distribution. Il y a donc des grandeurs d'entrée qui, soit résultent de la configuration physique de l'installation (la hauteur), soit résultent du lieu d'installation choisi. Ainsi en est-il pour la vitesse du courant pour laquelle il faut faire une hypothèse car l'aménagement du coursier ou au moins du quai auprès duquel sera installée la machine n'est pas encore fait. Le deuxième ensemble de données d'entrée du calcul est constitué par les dimensions retenues par le concepteur de la machine. A partir de ces données, en posant – implicitement – comme « équation de la machine » que la puissance motrice est égale à la puissance résistante[85], on peut calculer le débit théorique, abstraction faite des frottements. Nous pouvons alors reprendre les étapes du calcul.

---

[84] Op. cité

[85] Pitot explicitera cette équation fondamentale quelques années plus tard en 1737 dans un mémoire intitulé « *Règles pour connaître l'effet qu'on doit espérer d'une machine* », voir au chapitre 4, § 1.2.2.3

La première étape consiste à calculer la puissance disponible qui est obtenue en multipliant la force exercée sur une aube par la vitesse de la roue, grandeur effectivement « homogène » à une puissance, mesurée aujourd'hui en watt[86]. La force est calculée suivant l'hypothèse retenue à cette époque d'une proportionnalité au carré de la vitesse du fluide[87]. S'appuyant sur les hypothèses de Mariotte, utilisées par Parent[88], ils prennent comme point de départ du calcul la valeur optimale de la force exercée par le courant, correspondant à une vitesse des aubes est de 1/3 de la vitesse du courant, ce qui correspond à une vitesse relative du courant par rapport à la roue des 2/3 de la vitesse absolue de ce courant, toujours conformément au calcul de Parent de 1704. Dans ces conditions ce qu'ils désignent par la « quantité de mouvement de la machine » est le produit de la « force »[89] exercée par le courant d'eau, multipliée par la surface de l'aube frappée par le courant. Grâce aux mesures et aux observations ou expérimentations effectuée sur une pompe en fonctionnement la valeur retenue pour le courant au niveau du Pont au Change est de 7 pieds et demi par seconde. On arrive à une puissance disponible, suivant le calcul des commissaires, qui est un chiffre sans unité, ce qui est compréhensible la définition du travail mécanique n'étant pas encore établie, pas plus que celle de la puissance mécanique.

La seconde étape consiste à calculer le débit d'eau théorique accessible avec la puissance disponible. Dans le calcul d'une machine la règle de base est d'égaler ce que nous appelons le travail moteur (ici le travail fourni par la roue à aube) au travail résistant (ici la montée de l'eau pompée) additionné du travail des forces de frottement. Dans un premier temps les commissaires négligent les frottements, ils ne les oublient pas, mais comme leur calcul est impossible, ils seront réintroduits plus tard. Il est normal de remplacer l'égalité « travail moteur égale travail résistant » par l'égalité « puissance motrice égale puissance résistante » si la grandeur recherchée est la vitesse de la charge résistante. La puissance fournie par la roue doit alors être égale à la puissance consommée pour monter la colonne d'eau haute de 84 pieds d'une hauteur additionnelle correspondant au volume d'eau dégorgée par seconde. Les commissaires effectuent ensuite un « court-circuit » dans le calcul (justifiable) en calculant la

[86] Produit (force x longueur) donne un travail, en divisant par le temps cela exprime une puissance (vocabulaire contemporain).

[87] Cette hypothèse n'est pas exacte (Borda le démontre 70 ans plus tard).

[88] Le mémoire de Parent sur les roues hydrauliques est analysé au chapitre 4.

[89] Dans le calcul il s'agit en fait d'une grandeur homogène à une pression exprimée en livres par pied-carré.

valeur de la vitesse de montée de la colonne d'eau de 84 pieds et en en tirant le volume d'eau débitée par seconde.

Soit alors : ρ le « poids »[90] volumique de l'eau en livres par pied cubique (ρ = 55 livres/pied cubique), H la hauteur en pieds de la colonne d'eau jusqu'à l'ouverture de dégorgement (H = 84 pieds), D le diamètre en pieds des pistons (D = 3 pieds)[91], p le poids d'un cylindre d'eau de 84 pieds sur un diamètre de 3 pieds, on a : $p = H \times \rho \times D^2$ soit 41 580 livres[92].

La vitesse de montée est alors le quotient de la puissance motrice par la force (le poids) résistante. Puis en multipliant cette vitesse par la surface du piston et par le « poids » volumique de l'eau on a enfin le débit de 3090 livres et 1 once d'eau par minute. L'unité de débit qui est coutumière au XVIIIe siècle est le pouce des fontainiers, unité dont l'appréhension physique nous échappe aujourd'hui, correspondant à environ 13 litres par minute, et la dernière opération est donc de calculer de débit en « pouces d'eau » soit 110. La dernière étape correspond alors à la prise en compte forfaitaire des frottements (pistons, engrenages, etc.) et les commissaires concluent que la machine ainsi dimensionnée fournira 70 à 80 « pouces d'eau »[93].

---

[90] Il faudrait dire « masse » volumique mais cette distinction devra attendre les systèmes d'unités contemporains et elle n'apporte rien au calcul. La différence masse/poids, même si elle ressort fondamentalement de la mécanique newtonienne est loin d'être acquise en 1732.

[91] Peu importe que le diamètre réel des tuyaux de montée soit plus petit, le raisonnement sur les pressions de l'eau montre que cette façon de calculer est justifiée, la pression sera bien celle d'une colonne de 84 pieds sur un cercle de 3 pied de diamètre. Cette façon de raisonner est bien attestée par Bélidor (*Architecture Hydraulique,* Volume 1 p. 138) En fait la vitesse de montée sera plus forte mais sur une section plus petite ce qui revient au même pour le débit.

[92] Les académiciens trouvent 40540, ce que je ne m'explique pas.

[93] Remarque sur les unités et méthode de calcul : nous l'avons signalé, les académiciens n'ont pas des idées parfaitement claires sur les grandeurs physiques de la mécanique rationnelle mais, si l'on admet la valeur de la force exercée par le courant sans justification, les autres calculs sont cohérents. On voudra bien ne pas s'attacher à la confusion force/poids qui pourrait heurter un physicien puriste mais qui dans ce cas est sans importance. Enfin le "court circuit" évoqué dans le calcul permettant de raisonner "en poids" et non comme il eût fallu, "en pression" peut être pardonné aux académiciens. Comme cela a été noté ils ont pris soin de valider leur calcul sur une installation existante au pont Notre-Dame.

Ces calculs étant fait les commissaires procèdent à la discussion des résultats[94]. Il ne leur a pas échappé, en effet, que la donnée d'entrée non maîtrisable du calcul est la vitesse du courant et que leur supposition de 7 pieds 6 pouces par seconde est peut-être optimiste puisqu'ils n'ont en fait mesuré que 6 pieds par seconde précisément au Pont au Change. Ils en déduisent alors un débit moindre de 40 pouces avec frottements et constatent que, si la vitesse du courant baisse encore, la machine sera incapable d'élever l'eau et se bloquera. Il est donc impératif de mesurer la vitesse du courant après l'aménagement du quai, cependant, comme ils ont confiance en l'inventeur ils soulignent qu'il sera alors possible de diminuer le diamètre des pistons des pompes avant de poursuivre la construction. Cette adaptation nécessaire est d'ailleurs clairement spécifiée dans la description donnée par Gallon :

Les diamètres des pistons seront proportionnés à la force du moteur[95].

Une dernière remarque sur cette invention, le 16 mars 1735, l'Académie est de nouveau consultée par le Contrôleur général pour répondre à Lebrun, qui demande une ampliation de son privilège afin qu'il y soit explicitement fait mention de ses pistons et les commissaires qui avaient fait le rapport de 1732 donnent un avis favorable. Ils ont effectivement remarqué que la pièce essentielle de la machine, qui en elle-même n'était pas révolutionnaire, est le piston, dont le diamètre est, de fait, peu commun. Nous dirions aujourd'hui que c'est le « composant-clé » de l'installation, cela n'échappe pas au regard des commissaires qui comprennent que ce piston doit être spécialement mentionné pour protéger la véritable invention nouvelle de Lebrun :

> *Nous estimons en conséquence que la demande du Sr. Lebrun est très juste et que ce piston doit être particulièrement désigné dans le privilège puisque c'est la partie essentielle de cette pompe et c'est celle qui peut être de l'usage le plus général*[96].

Ainsi, à travers la mise en place de procédures d'examen de plus en plus respectées sans être nécessairement formalisées, l'Académie exerce son expertise technique dans l'examen des inventions en y déployant un mode de pensée technique structuré par les mathématiques et par le raisonnement. La nouveauté est initialement perçue à travers une mémoire technique issue des ouvrages antérieurs, de la catégorie des Théâtres de machines, puis progressivement la référence à ces Théâtres se fait plus rare et fait place à une mémoire collective d'une part et

[94] Vocabulaire contemporain

[95] *MINV*, Tome 6, p. 15.

[96] AADS, R 16 mars 1735.

à des méthodes rigoureuses d'expertise technique d'autre part. Ces méthodes se fondent sur une observation raisonnée, une analyse détaillée de l'invention accompagnée d'expérimentations raisonnées et quantitatives et sur des calculs permettant de s'assurer de la qualité technique des inventions. De façon récurrente les commissaires font porter leur appréciation sur les qualités techniques de la personne présentant une invention, sur ses connaissances des « principes », des mathématiques. Ce qui ressort de ces jugements sur les inventeurs est une certitude affirmée que nouveauté et utilité ne peuvent se développer qu'en fondant la pensée technique sur des bases rationnelles, nous osons dire « scientifiques », avec toutes les précautions nécessaires, la scientificité résidant plus dans les méthodes de la science moderne que dans l'utilisation d'un corpus de résultats scientifiques appliqués à une technique.

1.3.4 Les commissaires chargés d'examiner les inventions, une population tournée vers la technique ?

En examinant la répartition des commissions entre les académiciens nous constatons que cette pensée technique est essentiellement déployée par une partie significative mais non majoritaire, du corps académique.

Entre 1699 et 1750, 195 académiciens ont occupé les différentes places[97] dans les quatre classes d'adjoint, d'associé, de pensionnaire ou d'honoraire dans les différentes spécialités[98] qui ont été fixées par le règlement, à savoir : géomètres, astronomes, mécaniciens, anatomistes, chimistes, botanistes. Les honoraires ne sont pas rattachés à une « science particulière » et une classe « d'associés libres », non rattachés à une « science particulière » est crée par la modification du règlement décidée par le Régent en 1716[99]. Pour chaque invention enregistrée de 1699 à 1750 on dénombre 1931 commissions attribuées à 92 académiciens. Presque une moitié des académiciens en exercice ont donc reçu une commission, au moins une doit-on dire, car derrière ce chiffre se cache des disparités très fortes qui permettent de définir une population nettement plus réduite d'académiciens plus proches de la technique, population qui se manifeste à travers les inventions qu'ils ont la charge d'examiner. Nous l'avons dit, la désignation des commissaires n'est pas explicitement

[97] Article 2 du règlement de 1699.

[98] Articles 4, 5 et 6 du Règlement de 1699. La répartition des associés en classe a évolué en 1716 avec des associés libres, non rattachés à une spécialité.

[99] *HARS* 1716, p. 1-5

documentée mais la répartition des commissions nous permet de penser, qu'au-delà d'une désignation administrative ou uniforme, un volontariat doit se manifester. Comment expliquer sinon, que du Fay soit désigné 14 fois en 1725 ou Camus 24 fois en 1741 ou bien encore que Grandjean de Fouchy, secrétaire perpétuel en titre accepte, malgré cette charge, 7 commissions en 1748.

Le nombre total de commissions exercées par un académicien pendant sa présence à l'Académie, entre 1699 et 1750 doit évidemment être pondéré par le nombre d'années de présence pour obtenir une indication de son activité dans ce domaine et c'est dans cet indicateur que nous constatons l'inégale distribution de l'activité d'examen des inventions parmi les académiciens, toutes classes confondues. La figure suivante donne une représentation statistique de cette distribution[100] :

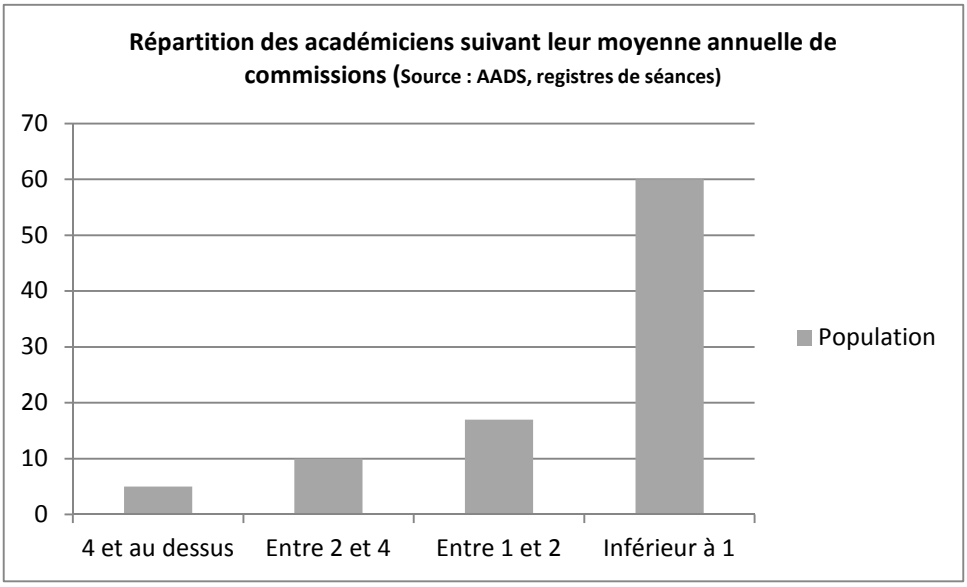


Figure 22 : Répartition des académiciens suivant leur moyenne annuelle de commissions d'examen. (Source : AADS, registres de séances)

Cinq académiciens se détachent, ils sont chargés d'un examen d'invention plus de quatre fois par an alors que soixante académiciens ne le sont que moins d'une fois par an. En tête de

[100] Les tableaux détaillés sont en annexe 6, ainsi que celui des rédacteurs de mémoires techniques qui seront analysés au chapitre 4.

la distribution se trouvent Pitot, Camus, de la Hire, du Fay et de Parcieux. Réaumur,[101] titulaire du plus grand nombre de commissions, 157 mais réparties en 43 années de présence dans la période, arrive sixième. A l'exception de La Hire qui est directement nommé pensionnaire en 1699, tous les autres exercent des commissions dès leur admission à l'Académie, comme élève ou adjoint, ensuite comme associé puis comme pensionnaire, Réaumur passant directement d'élève à pensionnaire. Camus examine 151 inventions entre 1727 et 1750, ce qui représente une sorte de record. A l'autre extrémité de la distribution on trouve 97 académiciens qui ne reçoivent jamais de commissions d'examen, il faut retirer de ce chiffre 10 académiciens qui manifestent autrement leur intérêt pour la technique en produisant des mémoires sur des sujets techniques[102]. Nous constatons donc que 87 académiciens n'ont aucune activité dans le domaine technique. Naturellement la classe des académiciens honoraires, recrutée parmi des personnes d'un rang social élevé, hormis le cas des religieux réguliers et qui n'a pas d'obligations statutaires, se retrouve très majoritairement dans cette population, 27 sur 87. Cependant quelques honoraires sont très actifs, soit parce qu'ils sont honoraires par l'interdiction faite aux religieux réguliers d'être pensionnaire, comme les pères Goüye (jésuite) et Truchet (religieux des Carmes), soit parce qu'ils sont honoraires du fait de leur rang social élevé mais qu'ils manifestent un intérêt certain pour la science et la technique comme le comte Pajot d'Ons-en-Bray. Citons aussi Malebranche, l'Hôpital et Malézieu qui reçoivent une commission bien qu'ils soient honoraires, mais cela est très occasionnel. Les académiciens qui ne reçoivent pas de commissions appartiennent essentiellement aux groupes des botanistes et des anatomistes, ce qui n'est guère surprenant, mais aussi quelques géomètres ou astronomes[103] et enfin des académiciens au passage « fugitif », exclus pour négligence. Le cas des académiciens vétérans doit être considéré avec prudence, « normalement » ils ne participent pas aux examens puisqu'ils n'ont plus d'obligations mais dans certains cas c'est le contraire, Dalesme, vétéran de 1707 à 1727, reçoit quatre commissions pendant cette période. Toutes ces réserves faites sur les académiciens qui se tiennent à l'écart des examens d'invention, nous pouvons dire qu'une fraction très importante

[101] Nous n'entrerons pas dans les détails biographiques des académiciens que nous citons, pour cela on peut se reporter à l'ouvrage de D.J. Sturdy *Science and social status : the members of the Académie des Sciences 1666-1750.*

[102] Nous retrouverons ces académiciens au chapitre 4.

[103] Louis Nicollic adjoint astronome en 1746 part en 1749 pour être professeur à l'école de Reims (voir chapitre 5)

du corps académique participe, même très exceptionnellement, à la mission déterminée par le Roi aux articles 31 et 34 mais qu'une fraction nettement plus resserrée manifeste un intérêt évident pour la technique. Comme nous l'avons dit, il est impossible de retrouver les motivations de ces nominations mais les chiffres montrent qu'une part notable de la motivation, peut-être la plus grande, réside dans un volontariat porté par un intérêt pour la technique.

Cet intérêt n'est pas constant dans le temps pour tous ces académiciens que nous qualifions de « technologues », il apparaît, par exemple pour Réaumur qui totalise 157 commissions, qu'elles ne sont pas réparties uniformément comme le montre le profil d'activité qui le concerne :

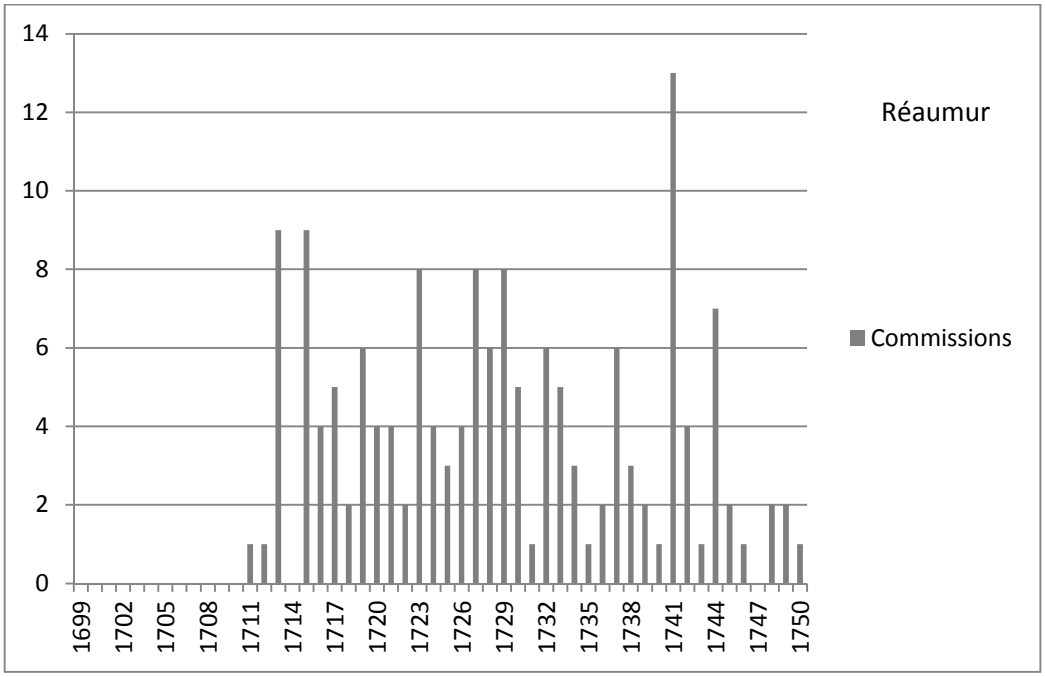


Figure 23 : Evolution dans le temps des commissions attribuées à Réaumur
(Source : AADS, Registres de séances 1699-1750)

Les creux relatifs qui apparaissent sur ce graphique ne sont pas signe d'un désintérêt mais, comme nous le verrons au chapitre 4, cela s'explique par d'autres aspects de l'activité technique de Réaumur, ses recherches sur la métallurgie en particulier et ses recherches sur les insectes. Les profils de Camus ou de Pitot sur les graphiques ci-dessous montrent une montée en puissance puis une décroissance, la aussi en partie corrigée par des recherches techniques. Notons que Pitot parti à Montpellier reste vétéran mais ne reçoit évidemment plus

de commissions à partir de 1742. Son implication dans le travail d'examen des inventions est remarquée par Grandjean de Fouchy dans son éloge :

> *Jusqu'ici nous n'avons considéré M. Pitot que comme un savant et laborieux académicien ; nous devons même ajouter que personne n'était plu souvent que lui chargé de l'examen des Mémoires, des Machines, des projets qu'on présente journellement à l'Académie ou qui y sont journellement renvoyés*[104]

Pitot et Camus sont très proches l'un de l'autre académicien, savants, ingénieur ou rédacteur de l'ouvrage de référence des écoles des armes savantes.

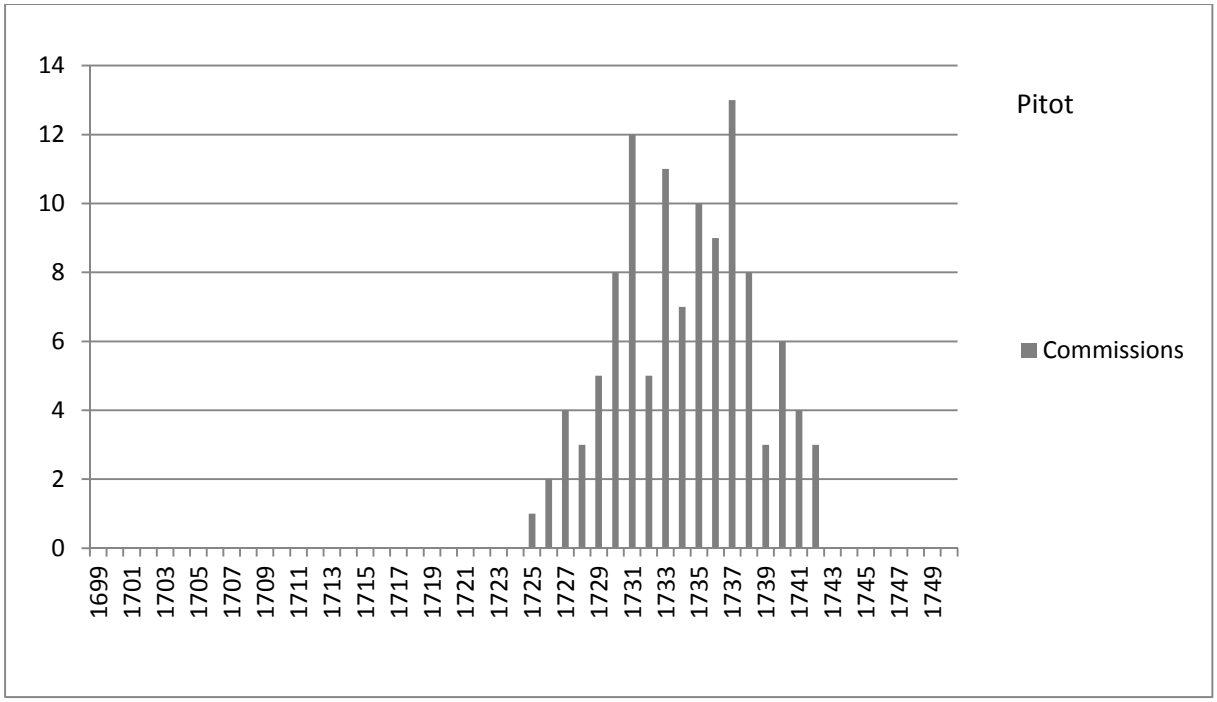


Figure 24 : Evolution dans le temps des commissions attribuées à Pitot
(Source : AADS, Registres de séances 1699-1750)

[104] *HARS 1771*, p. 154.

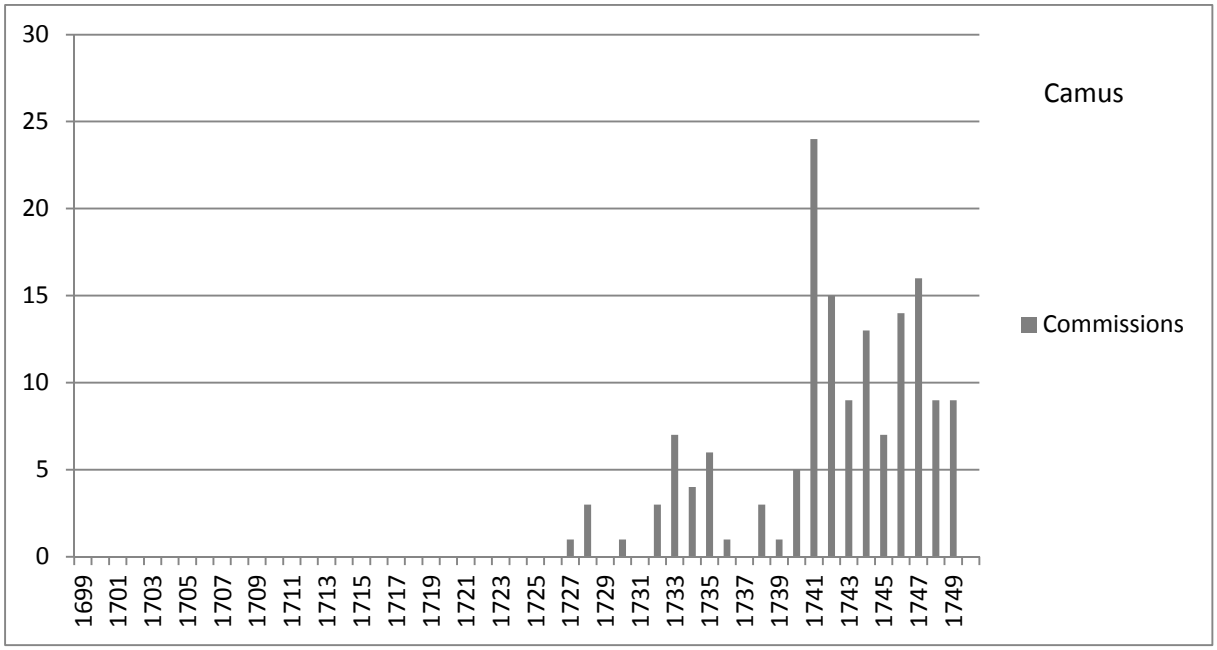


Figure 25 : Evolution dans le temps des commissions attribuées à Camus
(Source : AADS, Registres de séances 1699-1750)

L'expertise technique, le « métier » de commissaire ne sont donc pas l'apanage d'un petit nombre d'académiciens mais le fait d'une population proche de 20% du total des académiciens de la période, incluant les honoraires. C'est une proportion significative, la technique n'est pas le fait de quelques académiciens, elle concerne toute la Compagnie, comme ils se nomment eux-mêmes.

1.4 NOUVEAUTE, UTILITE ? QUELS CRITERES POUR EN JUGER ?

Dans le règlement de 1699 il est demandé à l'Académie de juger de la nouveauté et de l'utilité de l'invention présentée. Nous avons vu au paragraphe précédent comment s'exerçait l'examen, le fonctionnement par commissions, la place centrale de l'expérimentation et la place qui est faite au calcul, aux mathématiques et aux connaissances scientifiques disponibles. Le règlement est rédigé d'une façon trop générale pour définir des critères précis d'acceptation ou de refus. Deux mots seulement fixent le cadre de l'examen et l'Académie développe par sa pratique des critères techniques nécessairement plus précis. A ces critères techniques de nouveauté et d'utilité, l'Académie va en ajouter, quasi spontanément, deux autres : la faisabilité technique et la qualité technique. De plus progressivement l'Académie utilise des critères de nature économique comme la faisabilité financière. Pour juger de la nouveauté l'Académie se réfère à l'existant, aux machines déjà connues et à celles qui sont déjà décrites dans les ouvrages techniques disponibles, essentiellement les « Théâtres de

Machines ». La nouveauté se déduit également de l'expérience accumulée collectivement par tous les examens déjà pratiqués. Nous avons vu que certains académiciens sont nettement plus impliqués que le reste de l'Académie et cette expérience se concentre naturellement chez eux. Mais la nouveauté est également appréciée par l'ingéniosité de l'invention, par les améliorations qu'elle apporte à des machines ou produits techniques existants. L'utilité d'une invention est vue par les académiciens comme l'adéquation à un résultat attendu tout autant que par l'utilité qui résulte de la nouveauté en offrant de nouveaux produits ou de nouveaux services. L'utilité recouvre dans les examens la « qualité technique » de l'invention qui doit résulter d'une démarche rationnelle effectuée avec rigueur et fondée sur la prise en compte des « principes ». Par continuité avec cette notion de qualité technique, apparaît alors dans les examens des considérations sur la faisabilité, comme nous l'avons vu dans l'exemple de la pompe du Pont au Change où l'examen fondé sur le calcul permet d'en décider. Progressivement intervient un aspect complémentaire à ces critères de nouveauté, d'utilité, de qualité technique et de faisabilité, à savoir la prise en compte des difficultés de réalisation et de la difficulté d'entretien d'une machine. Dans l'ensemble de ces critères on repère une pensée technique qui se structure autour d'une rationalité de type scientifique et de l'utilisation des mathématiques.

Rien dans le règlement ne demandait à l'Académie de se préoccuper des conséquences et de l'environnement économiques des inventions qui lui sont présentées. Tout au plus précise-t-il qu'il s'agit :

... des machines ou inventions pour lesquelles on sollicitera un privilège.

Une spécificité du rôle d'expertise de l'Académie réside dans l'association de critères économiques aux critères techniques utilisés dans les jugements. Ces critères se construisent progressivement autour des coûts de fabrication, d'utilisation, d'entretien. Enfin, l'Académie prend en compte l'intérêt général du Royaume en favorisant autant que possible l'importation des techniques étrangères, sans souci de leur protection, mercantilisme et compétition économique obligent.

1.4.1 Les critères techniques de jugement, d'abord la nouveauté

Dès sa première année de fonctionnement, l'Académie a reconnu la nécessité de clarifier ces critères inscrits dans le règlement. Dans l'*Histoire de 1699*, Fontenelle introduit la partie consacrée aux inventions approuvées par un exposé de la compréhension des critères qui s'est faite initialement. Le décalage entre la publication de l'*Histoire* et l'année considérée, trois

ans, permet de penser que ce texte repose sur la pratique des trois années écoulées. Citons d'abord la définition qu'il donne de la nouveauté, dans le premier point qu'il expose :

> *L'examen que fait l'Académie roule toujours sur deux points principaux.*
> *1. On prend garde d'abord si la machine proposée est effectivement nouvelle, ce qui demande une grande connaissance historique de toutes les machines. Souvent tel se donne pour inventeur qui n'a fait que prendre dans un livre une machine oubliée et même quelques unes qui ont brillé par leur nouveauté se sont trouvées dans la Cabinet où l'Académie rassemble différents modèles. Ce n'est pas que, par rapport à l'effort d'esprit et au travail, on ne puisse être l'inventeur d'une chose déjà inventée mais enfin ce qui a été publié appartient au public et ce serait lui faire acheter son propre bien que d'en accorder un Privilège*[105].

Le critère de nouveauté ne va pas de soi. De quelle nouveauté parle-t-on, celle du procédé de fabrication, celle du produit réalisé ou du service proposé ? Trancher de la nouveauté suppose que les académiciens aient une connaissance très complète de ce que l'on désigne encore aujourd'hui par l'expression « l'état de l'art ». Naturellement avec le temps, l'accumulation des propositions et des modèles déposés ou des dessins soumis, l'expérience collective croît mais on constate que l'Académie connaît et utilise comme référence des ouvrages techniques antérieurs et ces ouvrages sont parmi ceux qui ont marqué la période de la réduction en art du XVIe siècle et des théâtres de machines du XVIIe siècle. Dans les exemples qui suivent, les références à ces auteurs antérieurs sont constantes. Les académiciens ont une culture technique et connaissent les pratiques antérieures des discours raisonnés sur la technique. Si les *Descriptions* n'ont pas été publiées, les travaux préparatoires ont, à la fois, produit des matériaux intermédiaires et formé le regard des académiciens qui s'y sont consacrés. Les commissaires désignés pour examiner des inventions sont aussi ceux que nous retrouvons comme auteurs de textes techniques ; l'approche générale face à l'invention se veut rationnelle. Une invention peut se voir refuser l'approbation au prétexte qu'elle n'est pas nouvelle car elle est décrite dans un ouvrage antérieur mais elle peut aussi être approuvée dans la mesure où elle apporte une amélioration significative à un procédé connu. Pour une machine à élever les fardeaux proposée en 1706 :

> *La machine que le Sr. Thomas a proposée pour élever des fardeaux d'une grande pesanteur. Cette machine est propre pour cet usage et est presque semblable à plusieurs*

[105] *HARS* 1699 p.119-120.

qui ont été déjà inventées et principalement celle qui est décrite par Salomon de Caux dans son livre des forces mouvantes, Théorème 16[106].

La machine n'est pas entièrement nouvelle elle est « presque semblable » à d'autres mais son rattachement à un ouvrage respecté lui donne aussi une crédibilité. Elle comporte une part de nouveauté. Elle est approuvée et le commentaire de *L'Histoire pour 1706* précise :

On l'a trouvée utile mais presque semblable à plusieurs autres qui ont déjà été inventées[107].

Dans un autre cas, où la similitude doit être plus forte, l'invention n'est pas jugée nouvelle :

Nous commissaires soussignés avons examiné par ordre de l'Académie une machine proposée par M. Martenot pour élever de l'eau et nous n'avons pas trouvé que la machine fut nouvelle, étant dans le Ramelli[108].

En 1702 une autre machine présentée, reconnue semblable à une machine décrite par Ramelli, est néanmoins approuvée, avec des réserves sur les calculs proposés, mais ce qui est pris en compte est la qualité de son exécution et non sa nouveauté puisque la similitude à une machine déjà décrite est soulignée :

(...) ont dit sur la machine du sieur Claude Gay que la pensée n'en est pas nouvelle car elle se trouve dans le livre des machines de Ramelli mais qu'elle est très bien exécutée et que cette machine peut utilement servir à l'élévation des eaux. Quant à la quantité d'eau qu'elle peut donner il n'est pas possible qu'avec la force de deux chevaux elle fournisse à la hauteur de 40 pieds jusqu'à 80 pouces d'eau (les pouces d'eau courantes étant évalués à 3 muids d'eau par heure) quand même il n'y aurait ni frottement ni écoulement dans la machine[109].

Le *Théâtre des machines* de Ramelli est davantage apprécié comme une source d'idées de machines plutôt que comme des descriptions de réalisations effectives puisque la référence à Ramelli a servi à refuser la nouveauté de l'invention dans un cas et dans l'autre c'est la qualité de l'exécution de l'idée de Ramelli qui constitue la nouveauté de l'invention. Ramelli est bien considéré comme une référence car à la séance du 28 février 1699, donc dans le mois même de la promulgation du règlement, parmi les annonces des projets de travaux des académiciens, on enregistre le projet de Couplet, trésorier pensionnaire, de traduction de Ramelli :

---

[106] AADS, R 4 septembre 1706.

[107] *HARS* 1706, p. 142.

[108] AADS, R 28 août 1717.

[109] AADS, R 17 mai 1702.

Il promet la traduction de Ramelli, auteur italien qui a recueilli un grand nombre de descriptions de machines, il y aura dans cet ouvrage plus de 200 planches. Mr. Couplet y ajoutera les explications et les remarques nécessaires. Il donnera aussi la description de quelques machines nouvelles. Il s'engage à donner 50 descriptions par an[110].

A côté de Ramelli et de Salomon de Caux, d'autres auteurs sont cités, comme Jacques Besson, dont on repère la paternité pour une invention en 1730 sans pour autant refuser l'approbation :

Cette machine n'est point nouvelle, le principe est le même et la construction peu différente d'une machine pour le même usage qui se trouve dans le Théâtre des instruments mathématiques et mécaniques de Jacques Bessons, Mathématicien dauphinois, imprimé à Lyon en 1569, p. 12, in fol. [111].

Agricola est également cité, un inventeur retrouve en 1723 une de ses machines, un porte-vent pour ventiler les mines, en l'améliorant. Les commissaires soulignent que l'inventeur ne connait pas Agricola, alors qu'eux le connaissent et peuvent juger de l'amélioration :

Il n'y a nul lieu de douter de cette proposition, Agricola dans son 6ème livre De Re Metallica, a donné différentes manières pour faire passer continuellement du nouvel air aux mineurs, une de celles qu'il indique est de se servir de soufflets. Il leur donne (...) porte-vent de bois. Mr de Barrières qui apparemment n'a jamais lu Agricola, propose un porte-vent de cuir, préférable en bien des circonstances au porte-vent de bois [112].

Le renvoi à des auteurs de référence ne disqualifie pas nécessairement une invention, car à l'exception de la machine de M. Martenot qui apparemment est une copie de celle de Ramelli, les autres sont approuvées. Progressivement les références aux théâtres de machines se font rares, elles disparaissent pratiquement après le milieu des années 1720. En effet l'Académie s'est construit une mémoire collective, les inventions proposées peuvent être comparées à des inventions déjà examinées et de ce fait déclarées comme n'étant pas nouvelles. Cette mémoire permet en 1722 d'écarter une invention présentée dix ans auparavant et expérimentée vingt ans avant :

Nous avons trouvé qu'elle retombe en celle de Monsieur du Guet présentée à l'Académie le 17 juin 1711 et dont des expériences avaient été faites le 14 septembre 1702[113].

---

[110] AADS, R 28 février 1699

[111] AADS, R 15 MARS 1730.

[112] *HARS* 1723 p. 121.

[113] AADS, R 10 juin 1722.

Nous pouvons remarquer dans cet exemple que l'un des commissaires, Saurin, pensionnaire depuis 1707, n'a reçu qu'une commission entre 1707 et 1716 mais pas moins de 29 entre 1716 et 1721. Il possède donc une expérience notable dans le domaine, comme Salmon le second commissaire, ils n'ont pas connu les expérimentations de 1702 puisqu'ils ne sont académiciens que depuis 1707 mais la mémoire des expérimentations a été conservée et transmise. La nouveauté de l'invention n'est pas systématiquement explicitée, une autre expression de cette nouveauté se retrouve dans la qualification d'ingéniosité. Ingénieux, ingéniosité, voilà qui nous renvoie à l'*ingenium*[114] et le qualificatif « astucieux » qui vient spontanément à l'esprit dans le monde industriel contemporain conserve cette connotation de ruse vis-à-vis de la nature. On voit bien que des inventions qui ne sont pas strictement nouvelles, voire même sont reprises plus ou moins d'ouvrages connus, peuvent être formellement approuvées et ainsi l'ingéniosité des inventeurs est constamment encouragée.

Etre ingénieux en 1721 c'est plus qu'être simplement adroit :

> *La manière dont on attache cette serrure par le canon nous a paru ingénieuse et l'Académie a cru que le tout méritait beaucoup mieux le droit de maîtrise que tout autre chef d'œuvre qui n'aurait eu qu'une certaine adresse d'exécution*[115].

Ce texte est tout à fait significatif de l'évolution du regard sur la technique, l'habileté, l'adresse, le savoir-faire, ne suffisent plus dans le domaine des arts. Il faut en plus une réflexion, une pensée ingénieuse qui va guider le savoir faire et les exécutants. Dans leur analyse des inventions les académiciens opèrent une distinction entre une pensée créatrice et conductrice de l'action et la simple exécution qui continue de requérir de l'adresse et des savoir-faire. Ces savoir-faire ne sont ni méprisés ni rejetés, ils prennent une autre place et deviennent les auxiliaires d'une autre forme de pensée technique, auxiliaires indispensables au moment de la réalisation concrète. Une réflexion significative faite sur une étude technique interne d'un académicien qui propose une machine à élever les eaux, termine la description par des considérations sur les difficultés d'exécution :

> *Pour ce qui est de l'assemblage, si celui-ci ne suffit pas pour donner la solidité requise à cette roue quand elle portera des aubes ou palettes, on aura recours à l'habileté de nos charpentiers qui sont très versés dans ce fait et on verra avec eux ce qu'il est convenable de faire*[116].

---

[114] Voir H. Vérin, op.cit.

[115] AADS, R 16 août 1721.

[116] *MARS* 1717 p.72.

Cette citation est extraite du volume officiel, le texte du registre de séance exprime la considération que portent les académiciens aux exécutants en rendant hommage à leur expérience pratique, le mot *routinés* ayant dans ce cas un caractère positif :

> *on le laisse à l'habileté de nos charpentiers qui sont très habiles et routinés dans ce fait*[117].

Pour une autre invention, jugée favorablement en 1744, d'une machine à dévider les soies, le registre de séance contient un commentaire long et détaillé qui se termine par une recommandation montrant que l'Académie est capable de prendre en considération l'avis de simples exécutants de la technique. Au terme de cet avis ils suggèrent de faire essayer la machine par les ouvrières du Languedoc :

> *(...) afin de savoir si elles n'y trouvent point quelques défauts que la longue habitude à tirer les soies pourrait peut être leur faire reconnaître et que nous n'aurions pas aperçus*[118].

L'ingéniosité va également de pair avec des connaissances scientifiques :

> *(...) enfin il semble qu'on ait pourvu à tous les inconvénients qui pouvaient se présenter dans un modèle mais il n'y a que l'expérience faite en grand qui puisse déterminer au juste sa force et la vitesse qu'elle peut avoir relativement aux fardeaux auxquels elle sera appliquée. Ce que nous pouvons seulement dire sur l'inspection du modèle c'est que la machine est très ingénieusement imaginée et qu'elle montre que l'auteur a beaucoup de connaissance des forces mouvantes*[119].

Ou bien c'est l'application de la mécanique à une machine qui est ingénieuse :

> *La mécanique y était ingénieusement appliquée et que cela pouvait être utile*[120].

Enfin l'ingéniosité ne se voit pas uniquement dans des réalisations, la pensée peut être qualifiée d'ingénieuse, prémices d'une pensée d'ingénieur :

> *Il résulte de cet examen que quoique les réflexions de M. de Gensanne soient très ingénieuses il serait à désirer qu'on en fit des expériences exactes*[121].

La qualification d'une invention comme nouvelle se fait donc de façon complexe, à la fois dans la reconnaissance de la nouveauté et à la fois dans la reconnaissance d'une qualité de

[117] AADS, R 8 mai 1717

[118] AADS, R 9 mai 1744.

[119] AADS, R 23 février 1728.

[120] AADS, R 28 juin 1707.

[121] AADS, R 4 septembre 1737.

pensée et d'exécution d'idées ou de descriptions déjà connues. L'invention n'est pas nécessairement l'innovation radicale, inventer c'est retrouver et exécuter avec du génie, de l'ingéniosité, une idée existante, cachée ou accessible chez les auteurs anciens. Cette démarche de reconnaissance de la nouveauté à travers l'ingéniosité a tout de même des limites :

> *(...) invention ingénieuse mais ancienne, commune et peu utile dans la pratique*[122].

On peut aller jusqu'au refus très net :

> *A l'égard de la construction de ce moulin elle ne nous paraît différer en rien de celle des moulins ordinaires (...) et ne nous paraît produire aucun avantage* [123].

Un jugement négatif sur une invention n'est pas sans conséquences économiques pour l'inventeur et on en voit certains qui luttent opiniâtrement pour faire reconnaître la nouveauté de leur invention. Le 30 mars 1743 Duhamel et Camus rendent compte de leur examen d'une machine à nettoyer les ports de mer et les lits de rivière que propose le Sieur Macary. Leur appréciation, sans être totalement négative, est pour le moins réservée, tant sur la nouveauté que sur l'utilité, un certificat de cet examen est remis à Macary le 3 avril. Celui-ci revient à la charge le 27 avril puis le 15 mai en faisant des représentations et en demandant de changer le rapport sous prétexte d'introduction de « nouveautés ». Ce à quoi se refusent les commissaires qui rendent un nouveau rapport détaillé qui se termine par une condamnation non seulement de l'invention mais de l'inventeur :

> *Il parait que le Sr Macary connaît assez bien les travaux qui se font sur le bord des rivières et qu'il a un goût naturel qui le porte à imaginer des machines pour exécuter ces sortes d'ouvrages mais il ne connaît pas assez les machines qui sont déjà en usage, ce qui fait que celles qu'il propose comme de son invention sont employées en différents endroits et n'ont pas le mérite de la nouveauté*[124].

Le cas de la copie d'une machine ou d'une invention d'origine étrangère est particulier, dans la mesure où elle est, au contraire, fortement encouragée, nous y reviendrons en traitant des critères économiques de jugement des inventions. Le critère de la nouveauté de l'invention, objectif fixé par le règlement, est finalement interprété et construit par l'Académie. Encourager les inventeurs, copier l'étranger pour améliorer les techniques existantes, est plus important que reconnaître une nouveauté absolue. Tout au plus l'absence

[122] AADS, R 14 juin 1702.

[123] AADS, R 6 août 1735.

[124] AADS, R, 22 juin 1743

de nouveauté permet une certaine régulation des inventions en évitant de reconnaître celles qui n'apportent pas de nouveauté, ni par leur conception, ni par leur exécution.

Ainsi, à partir d'une formulation très générale des critères de jugement des inventions qui leurs sont présentées, les académiciens se sont forgés des critères plus précis, fondés initialement sur des références techniques anciennes puis enrichis par l'expérience et le raisonnement technique structuré. Progressivement ils affirment l'importance d'une pensée technique rationalisée par les mathématiques, par les connaissances scientifiques lorsqu'elles sont disponibles, les « principes » comme ils les nomment. Au travers des comptes-rendus d'examen cette pensée se dévoile et permet de séparer les inventeurs en deux populations, ceux qui sont dignes de considérations car ils connaissent les « principes » et les autres, objet d'un mépris à peine dissimulé, qui ne les connaissent pas.

1.4.2 Les critères techniques de jugement, l'utilité

Fontenelle expose le deuxième critère, celui de l'utilité, de la façon suivante :

> *2. Il faut qu'une machine soit utile et d'un usage assez commode et sur la discussion de ce point on met en usage toute la science de la Mécanique. On ne sait que par un trop grand nombre d'expériences combien il est facile d'être trompé à l'effet qu'on attend d'une machine, même quand l'amour de l'invention s'en mêle. Quelquefois en désabusant les inventeurs d'une pensée qui les flattait, on leur épargne un Privilège qu'ils auraient pu obtenir et qui les aurait ruinés*[125].

Pour que l'octroi du privilège soit justifié l'administration royale demande non seulement que l'invention ou la machine présente une nouveauté, critère pour lequel l'Académie a développé une interprétation, une doctrine en quelque sorte, mais elle demande également d'en reconnaître l'utilité. La définition de l'utilité n'est pas plus précisée que celle de la nouveauté et les contours vagues du concept, tel qu'il se présente aux académiciens, nécessitent un approfondissement de cette notion car on peut considérer que la réponse à la question « est-elle utile ? » ne va pas de soi. Les décisions d'approbation ou de refus d'approbation utilisent indifféremment les mots « utile, inutile, utilement, inutilement, utilité ». Le dictionnaire de l'Académie française de 1694 donne comme définition du mot :

> *Qui sert ou qui peut servir à quelque chose, qui est profitable, avantageux*[126].

[125] *HARS* 1699 p.119-120.

[126] *Dictionnaire de l'Académie,* Tome 2. P.664.

A partir de cette définition, analogue au sens contemporain, le mot échappe à une appréhension aisée de son application comme critère de jugement. Dans le cas d'une invention, d'une machine, la signification repérable est celle de la qualification du résultat par rapport à l'expression d'un désir ou à la satisfaction d'un besoin, et par extension la possibilité d'un résultat nouveau, que ce résultat soit un produit ou un procédé. Dans le texte de Fontenelle le mot utilité est essentiellement vu comme une qualité technique, le fait pour une machine de bien fonctionner est indispensable à la qualifier d'utile, l'inutilité qualifiant une machine qui ne fonctionne pas, comme le négatif photographique de l'utilité. Ce sens ne recouvre pas exactement le sens premier tout en le complétant. Comme ce sens est rattaché par Fontenelle à l'obtention d'un privilège, tout en mettant en évidence le bon fonctionnement, nous pouvons constater dans les comptes-rendus des commissaires l'importance de cette qualité technique. Il s'agit de qualifier la conformité de la machine ou de l'invention par rapport au résultat attendu, ce qui nous rapproche de la définition contemporaine de la « qualité ». Nous pouvons comprendre alors la position critique de l'Académie qui agit pour protéger le public en écartant les inventions de « mauvaise qualité ». Ce jugement sur l'utilité, dans la perspective de l'attribution d'un privilège simple ou exclusif, rejoint le souci de l'administration royale d'interdire une invention qui ne serait pas d'utilité publique. Loin de la démarche du brevet contemporain qui se met en place à partir de 1791 ou l'on prendra bien soin de préciser « sans garantie du gouvernement »[127], administration et Académie se réservent le droit de juger de l'utilité, empêchant en quelque sorte, le public de se faire sa propre opinion et au « marché » d'arbitrer entre inventions utiles et inventions inutiles. Dans les comptes-rendus d'examen nous constatons que cette « qualité technique » est appréciée par les commissaires à la fois objectivement par l'examen, le calcul[128], le raisonnement mais subjectivement par un jugement sur les capacités techniques voire intellectuelles, des inventeurs, un inventeur sans connaissance des principes ne pouvant que produire une invention de mauvaise qualité.

Nous pouvons alors examiner des exemples significatifs de cette démarche de prise en compte de l'utilité. Nous commencerons par le cas d'un pont de bateaux proposé en 1748 par un officier de maréchaussée, en citant la conclusion d'un long rapport de dix pages et demi du registre de séance :

[127] « Breveté S.G.D.G » mentionné sur bon nombre d'appareils encore récemment.

[128] Comme nous l'avons vu au paragraphe précédent dans le cas de la pompe du Pont au Change.

> *Nous croyons donc pouvoir conclure, qu'indépendamment du mérite de l'invention que nous avons fait observer dans la mécanique du pont proposé, ce pont peut être plus utile et d'un transport plus facile que les ponts de pontons ordinaires si celui qui le propose observe de faire les changements que nous avons indiqués, tant par rapport à quelques unes des parties de la matière que par rapport à la matière qui y est employée ; l'auteur a diminué le poids en diminuant la dimension de ses bateaux qui nous paraissent encore suffisamment grands*[129].

Le pont est présenté dans un mémoire détaillé, accompagné de calculs justificatifs. Ces calculs sont repris par les commissaires qui observent, et c'est évidemment en sa faveur, que l'inventeur s'est appuyé sur des mémoires de l'Académie concernant la résistance des bois. L'invention figure dans la rubrique « Machines et inventions approuvées » de 1748 mais malheureusement ne figure pas dans l'ouvrage éponyme de Gallon. Cet examen choisi en fin de période, faisant l'objet d'un très long rapport, d'une expertise pouvons-nous dire, marque bien l'aboutissement d'une pratique qui se complexifie, depuis les premiers examens jusqu'à ceux de la fin des années 1740. Par contraste, si nous considérons les comptes-rendus du début de la période, nous pouvons constater l'écart entre des pratiques encore en formation et des pratiques arrivées à maturité. En 1701 Le père Goüye et de la Hire formulent ainsi leur jugement :

> *Le P. Goüye et Mr de la Hire ont fait leur rapport sur la machine loxodromique de Mr. De Hautefeuille. Ils ont dit qu'ils y on trouvé beaucoup de difficultés dans l'exécution, outre celles qu'il remarque lui-même, et il n'y a nulle apparence qu'on puisse en retirer quelque utilité sur mer. Car la première invention de cette machine étant fort ancienne elle aurait sans doute été perfectionnée comme toutes celles qui sont de quelque usage. Cependant comme Mr. De Hautefeuille s'est toujours appliqué à la Physique (...) et d'ailleurs ayant travaillé jusqu'ici à plusieurs inventions curieuses et utiles, son génie et son application méritent quelque considération*[130].

La citation ci-dessus reprend la quasi-totalité du compte-rendu. Il n'y a nulle description détaillée ni justification détaillée des commentaires négatifs qui sont formulés, comme « beaucoup de difficultés dans l'exécution » et le couperet tombe : « nulle apparence qu'on puisse en retirer quelque utilité sur mer ». Cependant la tonalité négative est corrigée par des considérations élogieuses sur l'inventeur, un encouragement à poursuivre ses recherches techniques, manière de ne pas couper les ponts avec un inventeur jugé compétent. Le fait qu'une machine soit ingénieuse ne suffit pas à déterminer son utilité, un fonctionnement improbable la rend inutile :

[129] AADS, R 9 août 1748.

[130] AADS, R 18 juin 1701.

...idée pas nouvelle (...) les frottements (...) devraient empêcher que cette machine ne fût de quelque utilité. Cela n'empêche pas qu'elle ne soit fort ingénieuse[131].

Mais dans ce cas l'inventeur est un serrurier, il n'a pas le droit à la mention « Monsieur », l'idée est tout de même jugée ingénieuse. Lorsqu'un horloger propose une horloge munie d'un dispositif de régulation du pendule de l'horloge pour assurer une plus grande régularité, l'utilité pour le public est un critère mis en lumière :

(...) et doit aller avec une plus grande exactitude, comme nous l'avons éprouvé pendant plusieurs jours qu'elle est restée à l'Observatoire (...) et nous avons jugé que ces inventions seraient utiles et agréables au Public[132].

Sans que le mot soit utilisé, des inventions sont approuvées sur des critères qui ressortent de l'utilité dans la mesure où l'invention procure une amélioration de la vie quotidienne, du confort, mot anachronique mais qui fait sentir l'amélioration contenue dans l'expression « plus de commodité » :

Il nous a paru que ce parasol aura plus de commodité que le parasol ordinaire, tant par sa légèreté, ne pesant que deux onces environ, que par son petit volume (...)[133].

L'utilité peut être partielle mais réelle, ce qui montre que l'examen de l'invention est assez approfondi pour saisir l'efficacité, le coût et le domaine d'emploi d'une machine, signe d'une réflexion de nature plus distanciée sur l'invention :

Utile seulement pour les fardeaux d'une pesanteur fort extraordinaire (...) quant aux fardeaux ordinaires il sera plus aisé de se servir des autres qui ne demandent pas tant de dépense. [134]

Progressivement la notion de qualité technique associée à des compétences techniques attribuées (ou non) à l'inventeur s'installe, devient prégnante et sert fréquemment de justification à un rejet, parfois très méprisant, d'inventions jugées inutiles parce que leur réalisation est jugée impossible ou parce que leur fonctionnement est jugé incertain voire impossible. Dans ces cas de rejet le compte-rendu peut contenir des commentaires très durs sur l'inventeur lui-même. Nous avons vu que la machine de Mr de Hautefeuille était rejetée mais que sa personne même méritait considération, ce n'est plus le cas dans des jugements

[131] AADS, R 14 février 1711.

[132] AADS, R 10 février 1714.

[133] AADS, R 5 décembre 1705, il s'agit d'un parapluie ou parasol pliant, le dessin est dans *MINV* tome 2 après la page 87.

[134] AADS, R 10 mai 1702.

formulés dans les années 1730. M. de Lasserre, contrôleur général des fermes à Tarbes qui propose un moulin fait l'objet d'un commentaire négatif qui explique le refus de ce moulin qui ne fonctionnera pas du fait de l'absence de ces principes :

> *M. de Lasserre avoue lui-même qu'il n'a aucune teinture des principes de géométrie et de mécanique, aussi est il tombé dans deux défauts considérables, l'un de ne pas donner assez de force, l'autre de prétendre multiplier cette force par une composition inutile ou nuisible de leviers, de cabestans et de roues de volants*[135].

M. Lasserre a eu le mérite de reconnaître son manque de connaissances scientifiques mais pour le Sieur Maillard, le commentaire est poliment méprisant :

> *Comme le génie du Sr Maillard n'est pas éclairé par aucun principe mathématique ses idées l'on conduit, comme il arrive aux machinistes de même genre, à croire qu'on peut dans certain cas gagner force et vitesse*[136]*; avec un tel principe il est naturel de se permettre le mouvement perpétuel et une infinité d'inventions qu'on croit très utiles si elles étaient possibles*[137].

Cette qualité technique est suffisamment importante pour donner un avis positif, sans toutefois aller jusqu'à l'approbation officielle, par absence évidente de nouveauté, sur le moulin proposé par M. de Lisle qui n'est pas nouveau. La juste proportion des pièces, qui ne peut que résulter d'un calcul, est remarquée et cela justifie son utilité :

> *Comme il y a un grand nombre de moulins à chevaux exécutés et décrits dans des recueils de machines, le mérite de celui-ci ne consiste pas tant dans la nouveauté que dans les justes proportions des parties qui le composent et nous croyons qu'il peut servir utilement*[138].

Au fil de ces expertises et des observations des inventions proposées, bien consciente que la mise en application d'une machine nouvelle comporte pour l'inventeur qui deviendrait entrepreneur un risque financier certain, l'Académie complète ses jugements par des considérations sur la faisabilité de l'invention. En premier lieu, devant un projet de machine nouvelle ou d'une invention, l'analyse de la possibilité pratique de la réalisation est fréquemment signalée. Cela n'interdit pas l'approbation de la machine mais attire l'attention de l'inventeur sur les risques qu'il prend et cela peut le conduire à proposer des améliorations.

---

[135] AADS, R 25 mai 1738.

[136] Notons ici, encore une fois, que les académiciens ont compris le lien force-vitesse (ou force-déplacement), ce lien étant à la source de la notion de travail mécanique.

[137] AADS, R 22 mai 1733.

[138] AADS, R 9 août 1738.

Dans quelques cas, on peut observer une esquisse de dialogue technique entre l'inventeur et l'Académie pour améliorer, rendre possible la mise en application d'une idée pour laquelle la faisabilité n'est pas assurée. Ce dialogue peut parfois se poursuivre sur plusieurs années. L'Académie ne se prêtait pas au début du siècle à ce genre d'échange en considérant que son rôle n'est pas d'améliorer toutes les inventions qui lui sont proposées, en particulier en 1708, une dont on est assuré qu'elle ne peut pas aboutir :

> *Il a avoué lui même qu'elle n'a pas l'effet qu'il en avait attendu d'un mouvement perpétuel (...) puisqu'il demande quelques réformations, additions ou corrections, ce qu'on ne doit pas attendre de la fonction de l'Académie.* [139]

Mais un tel refus n'est pas toujours formulé aussi fermement. Au cours de la présentation en séance, cas fréquent de beaucoup d'inventions, les commentaires, les observations, tout l'échange technique qui a pu avoir lieu et qui a pu se prolonger avec les examens et expérimentations faites avec les commissaires, conduisent à des suggestions d'améliorations et à des remarques. Cela permet à l'inventeur, surtout s'il est docile aux recommandations de l'Académie, de se voir suggérer une nouvelle manière d'assembler les pièces de bois d'une digue approuvée :

> *On y a trouvé beaucoup de nouveauté, d'esprit et de solidité et l'Académie n'a cru y pouvoir ajouter que quelque avis dont il a paru que l'inventeur voulait bien profiter*[140].

1.4.3 La place de l'économie dans les critères de jugement

Rien dans le règlement ne demandait à l'Académie de se préoccuper des conséquences et de l'environnement économiques des inventions qui lui sont présentées. Tout au plus précise-t-il qu'il s'agit :

> *(...) des machines ou inventions pour lesquelles on sollicitera un privilège.*

Mais faire référence au privilège[141] c'est entrer directement dans le monde économique de l'Ancien Régime où l'activité est structurée par des privilèges, que ce soit pour les corps de métiers, les particuliers ou les groupes sociaux. Ce qui est spécifique dans le rôle d'expertise de l'Académie est l'association de critères économiques aux critères techniques utilisés dans les jugements. Il s'agit d'abord de tenir compte des contraintes qui pèsent sur une invention, les coûts de toute nature : réalisation de la machine, entretien, fonctionnement et, pour

[139] AADS, R 23 mai 1708.

[140] *HARS* 1704 p. 124.

[141] Cf. l'article de D. Margairaz *Du privilège au service public*.

l'invention d'un produit nouveau, du prix de ce produit. Ensuite l'Académie se trouve entrainée, presque à corps défendant, dans le mécanisme administratif d'attribution d'un privilège, simple ou exclusif, dépassant le jugement sur la nouveauté et l'utilité les commissaires prennent en compte des considérations économiques pour prendre position sur l'attribution du privilège. L'Académie est progressivement impliquée dans les inévitables contentieux juridiques, techniques qui naissent entre les différents acteurs que sont les inventeurs et les institutions. Enfin, l'Académie prend en compte l'intérêt général du Royaume en favorisant autant que possible l'importation des techniques étrangères, cette fois, comme nous l'avons remarqué, sans souci de protection des inventions étrangères, mercantilisme et compétition économique obligent.

Dans l'examen d'une invention les académiciens se préoccupent des différents coûts d'une invention, d'abord le coût de construction de la machine, c'est le cas le plus fréquent pour ces remarques, en soulignant qu'une machine trop « composée », c'est-à-dire trop compliquée, de montage et de fonctionnement, sera nécessairement plus onéreuse à construire et ensuite que cette complexité induira un coût d'entretien plus élevé. Une machine à vanner le blé, approuvée en 1716 fait l'objet d'un commentaire qui précise bien ces paramètres économiques :

> *... utile, étant fort simple dans son exécution par conséquent de peu de dépense et de peu d'entretien*[142].

Dans le cas contraire, en 1702, sans pour autant refuser l'approbation, l'Académie souligne qu'une machine peut-être ingénieuse mais difficile à mettre en œuvre et conduira à des dépenses peut-être rédhibitoires :

> *et quand bien même on remédierait à ces difficultés, la méthode proposée est d'une très grande dépense et d'un grand entretien. Cependant l'inventeur de cette machine paraît avoir beaucoup de génie pour les Machines et être capable d'y réussir*[143].

Une autre façon de prendre en compte la contrainte économique se présente en 1744 lorsque des particuliers, finançant un inventeur qui tarde à réaliser ses promesses, s'adressent à l'Académie pour apprécier le bien-fondé de leur investissement :

> *Les intéressés à la machine hydraulique du Sr. Bazin ont présenté un mémoire par lequel ils demandent le jugement de l'Académie sur cette machine*[144].

---

[142] AADS, R 24 juillet 1716.

[143] AADS, R 22 MARS 1702

Les commissaires se rendent sur place pour expertiser la machine, notent que les demandeurs ont dépensé 17 000 livres, somme assez considérable, pour la faire construire, et constatent que l'échec est inéluctable :

> *[Une machine] se mouvant par elle-même, fournissant assez d'eau pour entretenir son propre mouvement et pour faire tourner en même temps un ou plusieurs moulins… Comme on n'a point encore pu donner de mouvement à cette machine, les associés demandent que l'on décide si elle est capable de remplir l'objet pour laquelle elle a été faite (...) on voit à la simple description de cette machine qu'elle suppose la possibilité d'un mouvement perpétuel*[145].

La diminution du coût de fabrication d'un produit est notée comme un avantage pour l'invention d'une machine permettant de mouler simultanément un grand nombre de chandelles faites de plus avec un suif épuré très satisfaisant. L'invention est approuvée et le commentaire suivant figure dans les registres (sans être repris dans *L'Histoire pour 1710)* :

> *Il y aura donc le prix qui étant modique pourra la faire recevoir favorablement du public*[146].

Lorsqu'un maître tailleur propose une nouvelle manière de tailler un habit en diminuant le nombre de pièces (6 au lieu de 21), le procédé est approuvé en soulignant que l'approbation ne prend en compte que l'aspect technique, industriel avant la lettre, puisque l'avantage qui est remarqué en 1720 est celui de la diminution de la main d'œuvre nécessaire à la confection de l'habit :

> *Nous avons examiné par ordre de l'Académie un justaucorps fait de six pièces par le Sr Decay, Maître tailleur de cette ville (...) Nous avons trouvé cette coupe bien imaginée et le petit nombre de pièces qui la composent ne nous a pas paru nuire à la bonne grâce de l'habit. Nous ne prétendons pas cependant porter notre jugement sur ce qui regarde la mode dans cette matière et nous ne faisons attention qu'à l'industrie de l'ouvrier*[147].

L'analyse technico-économique se complexifie lorsque les commissaires prennent en compte non seulement le coût de fabrication, mais la durée de vie, la fragilité et la valeur résiduelle du nouveau produit qui leur est présenté. Le 22 juin 1740, dans une analyse comparative très détaillée des avantages comparatifs des batteries de cuisine en cuivre, cuivre étamé et fer étamé Lémery et Hellot notent que :

---

[144] AADS, R 18 MARS 1744

[145] AADS, R 16 mai 1744.

[146] AADS, R 10 mai 1710.

[147] AADS, R 2 MARS 1720.

- l'étamage tient mieux sur le cuivre mais que celui-ci est plus facile à polir et qu'un meilleur polissage permettrait d'obtenir un étamage plus résistant sur le fer,
- un défaut d'étamage sur du fer est moins grave que sur du cuivre car la rouille n'est pas mortelle contrairement au vert-de-gris,
- les ustensiles en cuivre sont plus fragiles que ceux en fer (une chute de la casserole produit facilement une bosse qui fait partir l'étamage sur le cuivre),
- leur utilisation est aussi pratique que celle des ustensiles en cuivre étamé et sous réserve d'un bon récurage ne laissent aucun goût aux aliments,
- les ustensiles en fer, même imparfaitement étamés ne donnent pas plus de goût que les poêlons en cuivre non étamés avec lesquels on fait les confitures.

La conclusion incorpore alors un raisonnement économique à deux dimensions : d'abord les ustensiles en fer ne font pas sortir d'argent du Royaume, à la différence du cuivre qu'il faut importer, ensuite ils recommandent de tenir compte dans le prix de vente des instruments en fer, de la valeur résiduelle nulle des ustensiles usés, comparée à la valeur résiduelle des ustensiles usés en cuivre, celui-ci étant récupérable :

> *Par toutes les observations ci-dessus rapportées, les ustensiles en fer étamé nous paraissent d'autan plus préférables à ceux de cuivre que la santé des particuliers qui s'en serviront en sera bien moins exposée et qu'elle ne le sera point si ces vaisseaux sont blanchis avec un étain pur et sans mélange de plomb, de régule*[148] *et de bismuth, que l'Etat y trouvera un avantage réel, tant par ce qu'il passera moins d'argent chez l'étranger pour la traite du cuivre que parce que l'on augmentera la consommation du fer qui se trouve en abondance dans le Royaume. Nous supposons que les deux fabricants (...) savent que de ces ustensiles usés on ne peut rien retirer ; que ceux de cuivre ont encore une valeur après qu'ils ont servi longtemps, qu'ils résistent au feu plus longtemps que le fer, qu'il faut par conséquent qu'ils mettent leurs vaisseaux de fer étamé à un prix proportionné au temps de leur service et à la perte qu'on fera de tout ce qu'ils auront coûté*[149].

Nous pouvons ajouter que, dans le compte-rendu détaillé, Lémery s'exprime en son nom propre puisqu'un des fabricants lui a remis une de ses casseroles en fer étamé, il cite également des amis qui les utilisent depuis plus d'un an pour étayer dans la durée les examens

[148] Alliage étain/antimoine ou plomb/antimoine.

[149] AADS, R 22 juin 1740. Texte complet en annexe 5

faits en commun avec Hellot. La mention explicite de ce fait particulier, contresignée par Hellot est destinée à nous rassurer sur l'impartialité de Lémery[150].

Tous ces exemples nous montrent bien l'importance du critère de coût dans l'examen d'une invention, ce n'est pas le seul. En effet nous allons voir que, de plus en plus, l'Académie s'implique dans le processus d'attribution d'un privilège exclusif.

Avant 1724, il n'y a pas trace d'une prise de position ferme de l'Académie sur l'octroi ou le refus d'un privilège, elle se borne à approuver la machine ou l'invention proposée, éventuellement comme nous l'avons vu en ajoutant un avis sur la dimension économique mais ne se prononce pas sur le privilège. A partir de cette année 1724, l'Académie ne se limite plus à cet avis purement technique, elle le complète par des considérations sur l'intérêt ou la justification du privilège demandé, simple ou exclusif. C'est à propos d'une demande concernant encore le fer blanc[151] que l'Académie développe une argumentation très significative de la prise en compte de l'intérêt général à travers la décision d'octroyer ou non un privilège. Les commissaires ont d'abord examiné l'invention effectivement réalisée et en fonctionnement. Ils ont assisté à la production de feuilles de fer étamé, ont jugé de la qualité de la réalisation, sans se prononcer sur la réalisation préalable des feuilles de fer noir[152], égratignant au passage l'administration qui leur demandait de juger les feuilles de fer noir et proclamant (selon l'idéologie du temps) que le Royaume peut en produire de parfaites. L'expérimentation complète l'observation et elle est confiée à d'autres techniciens. Néanmoins un dernier commentaire montre le souci de l'Académie de ne pas entraver les initiatives par des privilèges trop restrictifs :

> *A l'égard des Privilèges qui ont été accordés ci-devant pour des manufactures de fer blanc et dont nous en avons trouvé imprimés joints aux autres mémoires, nous ajoutons que nous y aurions pu trouver encore la copie de deux autres privilèges, l'un accordé il y a quelques années à M. de Boisguiche lorsqu'il est devenu propriétaire de la terre de Beaumont-la Ferrière en Nivernais où l'on faisait ci-devant du fer blanc et l'autre accordé au Sr. Anthes qui a fait son établissement en Alsace. Mais l'article des privilèges n'est point de notre ressort. Ce sont les Lumières du Conseil qui doivent décider de ce qu'il convient d'accorder à ceux qui veulent entreprendre des établissements utiles au Royaume, comment on peut les favoriser sans mettre des obstacles au zèle et à l'industrie*

[150] Nous n'avons pas trouvé d'autre cas de « conflit d'intérêt » potentiel explicité dans un compte-rendu. Même si une casserole est un objet plus onéreux que de nos jours, il n'y a p as lieu, selon nous, de mettre en cause l'impartialité de l'expertise.

[151] Fer étamé pour les ustensiles de cuisine.

[152] Non étamé.

de ceux qui pourraient par la suite multiplier de pareils établissements et les perfectionner[153].

A la fin de l'année 1724, l'Académie, qui a examiné plusieurs demandes analogues, conclut sur le problème des privilèges et se fait plus affirmative. L'exclusivité est à manier avec précaution pour ne pas bloquer les autres entrepreneurs et la solidité économique de l'inventeur doit nécessairement être prise en compte :

Toutes ces compagnies voudraient un privilège exclusif. Le Conseil sait de quelles conséquences il est pour le Public d'accorder de pareils privilèges et combien sont rares les circonstances où cela peut convenir. Ceux qui se présentent pour faire actuellement du fer blanc seraient tous arrêtés si quelqu'un jouissait à présent d'un pareil privilège.
Une observation aussi importante à faire est de n'accorder autant qu'il est possible un privilège même limité qu'à une Compagnie en état de le faire valoir à son avantage. Faute de fonds comme faute de connaissance d'un nombre d'ouvriers capables d'exécuter, des entreprises bonnes en elles-mêmes tombent. Le contr- coup en est fâcheux pour le Royaume quoique des entreprises de même genre eussent mieux réussi si elles eussent été mieux conduites elles restent décréditées, dans la suite on les regarde comme impossibles. Du reste nous ne savons point quels sont les fonds des compagnies qui se présentent. Nous ignorons aussi si elles ont calculé suffisamment le prix de toutes les façons qu'il faut donner au fer avant d'avoir des feuilles parfaites pour être sûr de les pouvoir donner à aussi bon ou meilleur marché que celles d'Allemagne. C'est sur quoi le Conseil ne manquera pas apparemment de les examiner[154].

Les années suivantes les avis de l'Académie portent de plus en plus directement sur la justification de l'octroi du privilège. Par exemple en 1730 les académiciens déconseillent le privilège pour une nouvelle cheminée car une invention semblable a déjà été examinée sans faire l'objet d'une demande de privilège :

Nous avons examiné par ordre de l'Académie un dessein de cheminée proposé par le Sr. Bayle qui ne nous a pas paru avoir rien de différent de celles de M. Gaugher et comme M. Gaugher n'a point demandé de privilège sur ces sortes de cheminées nous ne croyons pas qu'il y ait de justice d'en accorder à d'autres[155].

L'avis se fait même explicitement de nature économique. Après avoir examiné plusieurs demandes concernant l'affinage du cuivre, l'Académie préconise, en 1730, une exigence sur le prix de vente du produit résultant de l'invention :

(...) on pourrait accorder un privilège pour l'affiner à chacun des prétendants pour une étendue de pays et de temps limitée, une condition semblerait essentielle à ce privilège

[153] AADS, R 15 juillet 1724.

[154] AADS, R, 23 décembre 1724.

[155] R 29 MARS 1730.

> *c'est de les obliger à donner leur cuivre affiné à un prix au dessous de celui du cuivre de Suède, par là le Public retirerait un avantage certain à leur établissement*[156].

Les avis de l'Académie intègrent donc la dimension économique et la dimension juridique qui lui est inévitablement associée, la prise en compte de l'intérêt du Public (ou du moins de l'idée que s'en font les académiciens) est également invoquée. Ils intègrent à leur jugement des contraintes économiques portant sur la technique qui ne se développe pas dans un mode idéal hors de toute contrainte. Ces contraintes sont constitutives du monde de la technique, illustrant le souci de penser au préalable la technique dans le contexte économique avant d'entreprendre sa mise en œuvre. Nous pouvons citer B. Gille qui montre bien qu'une invention sans intérêt économique n'est jamais pertinente dans un système technique donné :

> *Une technique doit s'insérer dans un système de prix, dans une organisation de production, faute de quoi elle n'a plus d'intérêt économique, ce qui est sa finalité propre. On sait même qu'à la limite, les techniques artisanales ont pu subsister grâce à une demande particulière. C'est sur le marché et dans le calcul des marges bénéficiaires que la technique s'impose ou se voit refusée*[157].

Dans cette première moitié du siècle, les académiciens expriment une pensée « économique » dans le contexte intellectuel du mercantilisme. Il s'agit de produire des biens à l'intérieur du Royaume dont on est assuré qu'il dispose de toutes les ressources naturelles nécessaires[158] en réduisant, autant que faire se peut, la dépendance à l'égard des pays étrangers, en faisant aussi bien et moins cher. Mais il ne s'agit pas d'ignorer ce qui se fait dans les pays étrangers, au contraire les imiter, importer leurs techniques, doit être encouragé par le pouvoir. Recopier en France une technique venue d'Angleterre ou de Hollande constitue une nouveauté qui doit être reconnue par le privilège adéquat. L'Académie s'implique directement dans cette démarche en approuvant des « inventions » qui ne sont que des importations de techniques étrangères. Elle collabore plus étroitement avec l'administration dans la politique d'octroi des privilèges, y compris en participant à la gestion des contentieux qui ne manquent pas de surgir du fait de la concurrence des procédés nouveaux subie par les corps de métiers en place. Ces cas ne sont pas majoritaires mais dans un flux d'inventions dont la nouveauté n'est pas toujours significative, ils constituent des nouveautés techniques plus en rupture, au moins relative, qu'en continuité avec les techniques

---

[156] R 19 juillet 1730

[157] B. Gille, *Histoire des techniques*, p. 24.

[158] L'enquête du Régent, inventaire idéal des richesses nationales, illustre bien cette idée.

existantes. C'est dans cette période que s'installent en France les premières machines à vapeur du type Newcomen, les premières machines à laminer le plomb ou les moulins à papier à rouleaux et dents métalliques. Le cas des machines à laminer le plomb illustre bien cette implication de l'Académie. En 1728 M. Fayolle, qualifié d'ingénieur, propose une série de machines dont une est une machine à laminer le plomb, avec un mécanisme alternatif, fournissant des plaques de plomb d'épaisseur uniforme, à la différence des plaques de plomb moulées en tables pour lesquelles il est plus difficile de maîtriser l'épaisseur et qui sont donc susceptibles d'entraîner une surconsommation de métal et des prix plus dispersés. La machine à laminer le plomb est approuvée sans réserve avec des considérations économiques évidentes. L'origine de la machine, venue d'Angleterre est rapprochée de machines analogues utilisées à Hambourg, illustration de la circulation de l'information technique. Les améliorations sont remarquées à la suite de l'examen par les commissaires, en particulier la capacité de laminage alternatif à partir d'un entraînement circulaire régulier et la présence :

> *d'un régulateur simple et ingénieusement imaginé pour connaître aisément l'épaisseur précise que la table doit avoir*[159].

Le contexte économique de l'approbation est détaillé, il est imprimé dans le volume de l'*Histoire pour 1728*. Il mérite d'être repris dans son intégralité :

> *On a cru que l'établissement de ces deux machines dans le Royaume ne pouvait être que très avantageux, puisqu'on ne sera plus obligé de tirer tant de l'étranger, que les tables viendront égales et toute écrouies et qu'elles seront très commodes pour couvrir des églises et des terrasses et pour construire des réservoirs et des bassins, que les plombiers y trouveront leur même intérêt, quoiqu'on puisse donner à meilleur marché le plomb qui coûtera moins par l'abrégé de temps et des façons et qu'enfin ces machines exécutées en Angleterre ne peuvent que réussir*[160].

L'Académie souligne que le produit (les tables de plomb) sera de meilleure qualité, moins cher par la diminution des coûts de fabrication sans pour autant que les plombiers y perdent. Mais ces derniers réagissent l'année suivante à cette innovation en faisant une réclamation auprès du Lieutenant Général de Police qui la transmet à l'Académie dont l'avis favorable est réaffirmé :

> *Leurs raisons contre la première de ces deux machines ne nous ont pas paru suffisantes pour la faire rejeter, puis qu'indépendamment du jugement que nous en avons déjà porté,*

[159] *HARS* 1728 p. 108.

[160] *HARS* 1728 p. 109

nous savons que l'usage journalier qu'on en fait en Angleterre y est d'une grande utilité.[161]

Le contentieux est relancé en 1735 par les entrepreneurs qui ont acheté la machine de Fayolle et qui demandent au Conseil l'exclusivité de la production des tables de plomb par laminage en interdisant le coulage ce qui reviendrait à exclure les maîtres plombiers de la fabrication des tables de plomb. De nouveau, l'Académie est consultée et donne un avis fondé sur des considérations économiques en observant qu'interdire le coulage en table est prématuré mais ils complètent l'avis d'une recommandation technique, pour rappeler que les plombiers doivent observer des normes et ne pas fournir des tables d'épaisseur non contrôlée, comme cela est prévu dans les statuts, afin d'éviter aux acheteurs de payer un surpoids de plomb :

(...) les raisons des intéressés (...) ne nous ont pas paru suffisantes (...) cette demande est prématurée et il paraîtrait dur d'ôter aux acheteurs la liberté de choisir. Il est à souhaiter cependant que le Roi veuille donner de nouveaux ordres pour faire exécuter à la rigueur l'article 35 des statuts de la communauté des Maîtres Plombiers qui concerne l'égalité d'épaisseur du plomb coulé[162].

L'année suivante, le raisonnement est le même à l'égard des moulins à papier venus de Hollande, l'Académie recommande le privilège simple et non exclusif pour la copie de moulins à papier fonctionnant en Hollande, faisant référence à ce qui a déjà été accordé pour les machines à laminer le plomb :

A l'égard du privilège que demande le Sr. Gastumeau il nous paraît dans un cas pareil à celui dans lequel on l'a accordé pour la fabrique du plomb laminé et il nous paraît qu'il serait à souhaiter qu'on établisse en France une espèce de moulin dont on se sert utilement en Hollande sans préjudice néanmoins des moulins ordinaires établis dans les différentes provinces du Royaume.[163]

Les premières machines à vapeur, machines de Newcomen, apparaissent en 1725. Le secrétaire d'Etat aux affaires étrangères renvoie la demande de privilège de deux Anglais qui se proposent d'installer cette machine à Passy. L'avis rendu en 1726 est très favorable, la description de la machine est détaillée, le principe est exposé dans l'*Histoire pour 1726.* A l'occasion de l'établissement de ce privilège une correspondance détaillée[164] entre

[161] AADS, R 12 février 1729

[162] AADS, R 8 juin 1735.

[163] AADS, R 5 mai 1736.

[164] Textes des correspondances échangées et des commentaires des commissaires en annexe 7.

l'administration et l'Académie montre les considérations économiques prises en compte par l'Académie. Le projet de privilège est analysé et commenté en détail. Une copie du brevet anglais (*patent)* de Savery traduite des registres anglais de 1690 est même conservée par l'Académie. Dès le début, l'importance de l'invention est comprise, techniquement d'abord par le commentaire imprimé (et communiqué à l'administration), économiquement ensuite. L'inventeur a présenté un projet de privilège, probablement en le faisant rédiger par un juriste, extrêmement restrictif et protecteur de l'exclusivité. Le projet est associé à une annexe[165] définissant les obligations techniques réciproques des parties, et à un projet de tarification de la fourniture de l'eau par ces machines, dont l'administration cherche à juger du bien fondé. L'Académie est consultée sur les aspects protecteurs du privilège pour démêler les vraies contraintes techniques exposées par l'inventeur et les protections économiques et juridiques excessives[166] qu'il réclame. La réponse de l'Académie en forme de commentaire du projet est un texte tout à la fois technique (les difficultés de fixer *a priori* un tarif) et économique (les problèmes d'importation des pièces des machines et des matériaux). Le privilège exclusif est finalement accordé le 3 octobre.[167] Jusqu'à la fin de la période considérée se présentent un certain nombre de demandes pour des machines analogues avec des prétentions à l'antériorité difficile à prouver car les Anglais et leurs associés ont réalisé la première machine à leur frais et les commissaires de l'Académie ont jugé la machine en fonctionnement. L'administration fait preuve d'un protectionnisme avéré en demandant, en 1726, de comparer une proposition de machine avec la machine de Passy dans l'idée de donner la préférence à un Français :

> *étant juste que si vous trouvez celle de M. de Boffrand aussi bonne que celle de l'anglais il eût quelques préférence, étant né français et ayant travaillé avec succès dans celle qu'il avait entreprise à Cachan*[168].

Le commentaire des registres est positif, cependant la machine n'est pas répertoriée dans l'*Histoire,* tout en apparaissant dans le recueil des *Machines et Inventions approuvées*, mais ce recueil, nous l'avons signalé, n'est pas une publication tout à fait officielle de l'Académie.

---

[165] On dirait aujourd'hui une annexe technique.

[166] Il va jusqu'à réclamer la juridiction exclusive du Roi et de son Conseil à l'exclusion de tous les Parlements.

[167] P. Bonnassieux, o.p. cité p. 146. Dans l'inventaire ne se trouve que la mention de l'attribution du privilège. Nous n'avons pas recherché le texte exact qui rendrait compte de la décision finale du Conseil, ce qui faisait sens pour notre propos se trouvant dans les correspondances de l'Académie qui ne sont pas mentionnées dans l'inventaire analytique.

[168] AADS, PS juin 1726

Nous avons trouvé des demandes portant sur des améliorations, des demandes rejetées concernant ce premier type de machine à vapeur, l'Académie et l'administration, ont saisi l'importance de cette invention. L'Académie s'implique fortement dans une analyse économique et administrative, exemple de l'intrication de la technique avec l'économie.

1.5 CONCLUSIONS DU CHAPITRE 1

Examiner les inventions n'était pas une pratique tout à fait étrangère à la première Académie. Celle-ci l'exerçait de façon irrégulière et informelle et était amenée à répondre à des demandes de particuliers ou plus occasionnellement de l'administration. Ces examens n'étaient pas structurés par des critères, mêmes généraux, et l'approbation ne donnait pas lieu à une publication officielle, éventuellement un certificat pouvait être remis à l'inventeur. La place occupée par ces examens entre 1680 et 1698 est faible, sans être marginale, mais très inférieure à ce qu'elle devient à partir de 1699 : 49 inventions mentionnées sur 19 années, de 1680 à 1699, 252 inventions mentionnées sur les 19 années suivantes.

Le Renouvellement de 1699 rend obligatoire pour l'Académie l'examen des inventions, sur demande de l'administration ou sur demande directe des particuliers. Le nombre des demandes croît globalement de 1699 à 1750, avec des variations notables qui peuvent être rapprochées d'événements extérieurs comme la fin de la guerre de succession d'Espagne, la croissance et la chute du Système de Law et enfin de la stabilisation du Contrôleur général Orry. Le déclin de la fin des années 1730, suivi d'une reprise spectaculaire en 1741 puis d'une stabilisation à un niveau moyen plus élevé dans les années suivantes, doit être, selon nous, rapproché du remplacement de Fontenelle par Dortous de Mairan de 1740 à 1743 puis ensuite par Grandjean de Fouchy. Les demandes ne proviennent pas majoritairement de l'administration, 81 % proviennent de demandes directes. Une population variée d'inventeurs frappe à la porte de l'Académie et nous avons observé qu'une partie de ces inventeurs est très proche du cercle académique, certains deviennent académiciens ou correspondants, ils entrent ainsi dans le *cursus honorum* qui peut les mener jusqu'à l'office de secrétaire perpétuel comme Grandjean de Fouchy.

Les inventions sont diverses mais nous avons montré que les catégories très majoritaires concernent des domaines techniques qui échappent aux métiers réglés et jurés. Ainsi les inventions concernant le textile, l'architecture, l'agriculture sont faiblement présentes alors que leur place économique est beaucoup plus importante. Les inventions dont s'occupent les

académiciens, dont très vraisemblablement ils préfèrent s'occuper, sont tournées vers les techniques en développement, les machines occupant tout naturellement la première place.

C'est dans la pratique de ces examens que se manifestent les caractéristiques d'une nouvelle manière de penser la technique, fondée sur des pratiques de scientificité. Au-delà d'une procédure qui s'établit et se régularise dès le début de notre période, nous avons observé la place centrale et déterminante que prend l'expérimentation. Dans celle-ci la mesure, le calcul, le souci de bien maîtriser les conditions d'expérimentation pour ne pas glisser vers des conclusions douteuses, ressortent à l'évidence d'une pensée caractéristique de la science moderne en construction. Plus qu'une pratique rhétorique, le discours sur la nécessité de l'expérimentation est révélateur du changement de regard sur les techniques qui sont présentées aux académiciens. L'admiration, l'étonnement devant les cabinets de curiosité et les théâtres de machine font place à un autre regard qui se veut d'abord rationnel car fondé en raison par les mathématiques et la méthode expérimentale. Sans pour autant mépriser et rejeter la littérature technique antérieure, prise comme recueil d'inventions « déjà inventées » une autre mémoire technique se constitue à travers les plans, desseins et modèles qui sont conservés par l'Académie et tout autant par des comptes-rendus d'examens de plus en plus détaillés, faisant appel au calcul, aux mathématiques, aux « principes » que possèdent les « bons inventeurs » et dont sont dépourvus les « mauvais ».

Examiner les inventions fait partie des obligations de l'Académie et concerne un grand nombre de ses membres mais seule une forte minorité des académiciens est plus activement engagée dans cette activité, avec des « champions » comme Réaumur, Camus, Pitot, La Hire, du Fay ou de Parcieux. Pour bien d'autres la pratique de l'examen d'inventions est rare ou inexistante sans que cela indique un dédain puisque la spécialité des uns ou la position sociale des autres ne leur permet pas d'être concernés.

Partant de critères vagues et très généraux, les critères techniques et économiques qui ont été développés sont devenus plus détaillés, plus raffinés et primordiaux en quelque sorte. La nouveauté est estimée par rapport à l'existant mais aussi par rapport au type de solution, bien calculer et monter une machine dessinée dans un théâtre de machine mérite ainsi d'être considéré comme nouveau. L'utilité d'une invention suppose d'abord qu'elle soit de bonne qualité, que son résultat soit conforme à ce que l'on attend, en un mot qu'elle « marche bien ». Et pour juger de cela les commissaires ne ménagent pas leurs efforts d'observations, d'expérimentations directes et indirectes et surtout de calculs où nous pouvons retrouver les

prémisses des calculs d'ingénieur. Un dialogue technique se noue avec les inventeurs pour les encourager, critiquer positivement (ou négativement) les solutions techniques, proposer des améliorations, pour peu que les inventeurs aient la bonne grâce de s'y conformer. En revanche les cas de confrontation avec des inventeurs mécontents du jugement porté ne sont pas rares, protestations diverses, tentatives de remise en cause des jugements par des modifications mineures, demandes insistantes d'arbitrages entre inventeurs en compétition engagés dans de longs procès, toutes ces diverses formes de conflits se développent.

Très conscient de son rôle dans l'articulation de l'économie d'Ancien Régime où l'attribution d'un privilège tient compte de « l'intérêt public » et des enjeux économiques, l'Académie intègre des critères financiers dans les jugements qu'elle porte. Le coût de réalisation d'une invention, le coût d'entretien font partie des éléments qui entrent en jeu dans le jugement porté. Progressivement l'Académie se trouve prise dans le processus de décision conduisant à l'attribution d'un privilège exclusif ou non. Dès les années 1720, après s'en être défendue auparavant, l'Académie donne son avis sur la pertinence de l'attribution du privilège non seulement sur les critères réglementaires de la nouveauté et de l'utilité mais sur des aspects économiques, voire sociaux, comme de préconiser un prix en fonction de la valeur résiduelle d'un produit en fin d'utilisation. Le Parlement intervient en tiers dans le dialogue entre l'Académie et l'administration et va même jusqu'à exiger une remise en cause des commissaires, ce à quoi, naturellement, elle s'y refuse en rappelant qu'un avis enregistré n'est pas le seul avis des commissaires mais celui de toute l'Académie. Le processus de décision se complexifie jusqu'à l'examen de projet de privilège et des prises de position sur des sujets purement économiques en les éclairants par des analyses techniques comme dans le cas de la machine de Newcomen.

Enfin, dans les conflits qui apparaissent entre les métiers réglés et les nouvelles inventions, nous pouvons discerner les prémisses d'une bifurcation technique, entre les techniques des métiers réglés que nous désignerions volontiers aujourd'hui comme « artisanales » et les techniques plus nouvelles en lien avec le machinisme. L'Académie est nettement plus sollicitée par les inventeurs du second domaine mais probablement ne s'intéresse-t-elle qu'à celui-ci.

2 EXPERTISER

L'examen des inventions, que ce soit sur demande de l'administration royale ou sur demande d'un particulier, est, pour l'Académie, une forme d'expertise technique. Ce besoin d'expertise formulé par le règlement prend acte de l'impossibilité pour l'administration de prendre des décisions dans des domaines techniques pour lesquels elle ne dispose pas de compétences. Nous avons vu en effet que les inventions portant sur les industries textiles ne sont quasiment jamais transmises à l'Académie. Les inspecteurs des manufactures possèdent connaissance et expérience et n'ont pas besoin d'expertise académique dans leur domaine. Au-delà de l'examen des inventions, se font jour d'autres difficultés pour une administration qui se veut de plus en plus rationnelle et qui naturellement cherche à mettre de l'ordre dans des domaines techniques qui constituent pour elle des enjeux importants. L'efficacité militaire, l'efficacité fiscale, la fiabilité de la navigation maritime, la modernisation des règlements des métiers, le recensement des richesses du Royaume, ces domaines ont tous en commun de dépendre de différentes techniques. Ces techniques peuvent être existantes et il s'agit alors de les rationaliser, de les normaliser pour une meilleure efficacité ; elles peuvent ne pas être encore disponibles et il s'agit dans ce cas de les définir, de les développer et là aussi de produire des normes techniques. Il n'est pas question d'imaginer dans ce domaine des ruptures, des discontinuités soudaines qui feraient que la production de normes techniques apparaîtrait comme un *deus ex machina*. Les règlements de métiers, de nombreuses pratiques de mesures, des instructions existent et sont appliqués. L'intervention dans ce domaine d'une institution extérieure au monde des techniques, constitue, en revanche, une nouveauté. En effet cette institution, dont la vocation est la science, va déployer, dans cette normalisation administrative de la technique, une approche structurée par une pensée technique dont les caractères sont tout à fait analogues à ceux que nous avons vus mis en œuvre dans l'examen des inventions.

Juger les inventions place l'Académie dans une extériorité par rapport à la technique, celle-ci est comme déjà là, elle est objet de jugement ou de description *a posteriori*. Dans le cas des expertises, la situation change, l'Académie doit élaborer une solution technique à un problème qui intéresse l'administration royale et, au-delà, d'autres instances de décisions

administratives. Le règlement de 1699 ne spécifiait pas en détail que l'Académie pourrait être saisie d'une demande particulière d'expertise sur un point technique. Mais elle est instituée par le Roi, ses membres sont pensionnés ; ce sont en fait, tout anachronisme accepté, des fonctionnaires[1], ils se doivent donc de satisfaire les besoins de la puissance publique.

Dans la période 1680-1698 nous n'avons trouvé qu'une seule demande assimilable à une demande d'expertise, sur laquelle on ne dispose pas dans les registres de détails concernant le déroulement, il s'agit de celle de Louvois d'examiner un document concernant la construction d'un canal destiné à alimenter en eau Versailles à partir de l'Eure. La Hire en avait effectué le nivellement et Vauban[2] était chargé d'en diriger la réalisation.

> *Monsieur de la Hire a lu à la Compagnie un mémoire que Monseigneur de Louvois lui a donné pour être examiné par l'Académie touchant le dessein de Sa Majesté pour la conduite de la rivière d'Eure à Versailles. On en a fait plusieurs copies afin que chacun l'examine en son particulier et en fasse son rapport samedi prochain*[3].

Après 1699, les expertises n'occupent pas une place considérable dans le travail académique, si nous la comparons aux examens d'inventions ou aux études techniques produites par des académiciens. Il pourrait donc sembler anecdotique de consacrer une attention particulière à ces expertises, sauf à remarquer que l'intervention dans le champ de la technique s'exerce comme à mi-chemin entre le jugement d'une technique qui a été développée en dehors de l'Académie et une réflexion *a priori* sur la technique, en vue de résoudre un problème. Nous avons observé que dans l'examen des inventions, l'Académie peut formuler une approbation sans, pour autant, avoir de certitude technique complète sur la faisabilité et le bon fonctionnement de telle ou telle invention. Cette stratégie d'approbation est cohérente avec le souci d'encourager le progrès technique. Par la prudence exprimée dans certaines approbations, l'Académie se garde de prendre une responsabilité dans ce qui va advenir de l'invention, tant en terme de succès technique que de succès économique. Dans le

---

[1] Citons P.Minard parlant des inspecteurs des manufactures qui seront plus tard dans le siècle souvent des académiciens : *On peut convenir d'appeler « fonctionnaires d'Ancien Régime » les agents public détenteurs d'une commission royale, dont le recrutement dépend de compétences techniques vérifiées, rétribués directement par l'Etat, et qui bénéficient d'un statut coutumier définissant les obligations, avantages et profils de carrière inhérents à la fonction* .(Chapitre 2 dans *La fortune du Colbertisme, Etat et industrie dans la France des Lumières).*

[2] Cf M. Virol, *Vauban, de la gloire du Roi au service de l'Etat.*

[3] AADS, R 28 février 1685.

cas d'une demande d'expertise formulée par l'administration, comme sur la méthode de mesure de la qualité des poudres à canon de l'armée ou de la marine, il est évident que l'Académie doit prendre une responsabilité en préconisant des pratiques et des règles dont l'efficacité aura un résultat pratique et ce résultat sera, en quelque sorte, la mesure de la qualité du travail de l'Académie. Si l'application des préconisations de l'Académie n'entraîne pas une amélioration de la qualité de la poudre fournie par les manufactures, en renforçant le contrôle de façon efficace, la mission de l'Académie n'est pas remplie de façon satisfaisante. Il s'ensuit que la réflexion et le travail sur le problème technique posé sont nécessairement plus approfondis, plus motivés. On le constate en premier lieu par le temps que prend l'Académie avant de répondre formellement et en second lieu par le détail de la réponse qui peut être publiée ou non (une expertise militaire relève évidemment de la protection du secret militaire). La crédibilité de l'institution est engagée dans ces expertises, donc l'Académie prend son temps, consulte et éventuellement met en œuvre une pratique collective – baconienne – de la recherche technique.

Après avoir examiné la place prise par ces expertises et en les répartissant dans les catégories définies au chapitre 1, nous pouvons constater une place relativement faible et une distribution dans le temps assez irrégulière. La répartition en catégories présente une distribution plus également répartie que celle des inventions examinées, seule la catégorie navale semblant se détacher. C'est dans l'examen d'expertises plus significatives que nous pouvons constater la construction de règles générales applicables aux techniques, règles qui s'apparente à des procédures d'essai, des instructions de fabrication, des normes de construction.[4] Ces expertises sont diverses dans leurs objets mais semblables dans les méthodes déployées par les commissaires qui en sont chargés, qu'elles concernent la mesure de la qualité des poudres (1701-1703), le jaugeage des vaisseaux (1720-1724), la mesure des longitudes (1716 et 1722), le règlement des teintures (1737-1743), la métrologie (1745), des expertises judiciaires diverses. L'enquête du Régent (1716-1718) occupe une place particulière, recueil considérable d'informations sur le Royaume, plus appuyée sur une personne que sur l'Académie comme institution.

[4] Nous utilisons volontairement un vocabulaire contemporain, donc *a priori* anachronique pour faire percevoir ce que représentent les mémoires rédigés par les académiciens à l'issu de ces expertises.

2.1 QUELLE PLACE POUR LES EXPERTISES

Nous avons choisi pour mesurer l'importance des expertises dans le travail académique de rapporter le nombre de séances où une expertise est exposée, présentée tant en demande qu'en réponse, au nombre total de séances de la période 1699-1750. A la différence des inventions qui apparaissent, en général, une fois à la présentation et une fois à la réponse, sauf cas particuliers de nouvelle présentation, les expertises peuvent faire partie du travail de plusieurs séances, pendant lesquelles le, ou les commissaires présentent des propositions de solutions. Ainsi pondérée, la part des expertises est d'environ 2 % du total des séances entre 1699 et 1750. L'évolution dans le temps du nombre de ces séances, où les académiciens traitent d'une expertise, est représentée par le graphique suivant :

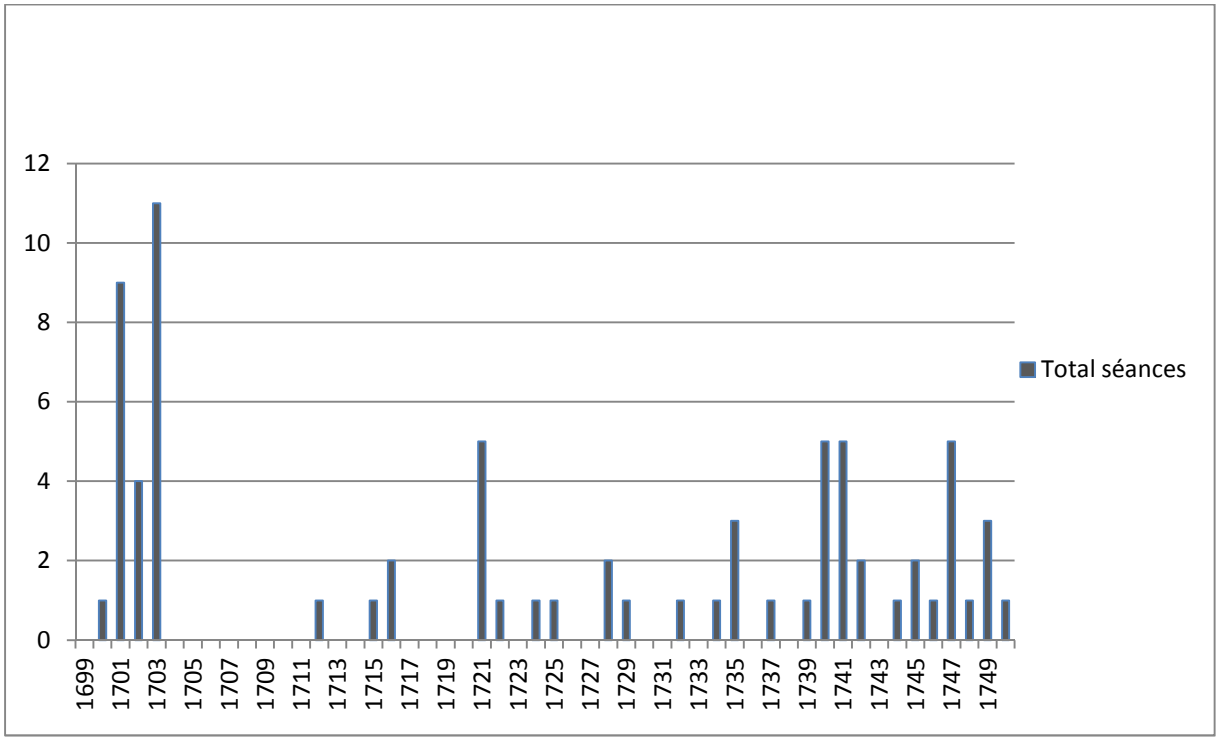


Figure 26 : Evolution dans le temps des expertises
(Source : AADS, Registres de séances 1699-1750)

Le « pic » observé entre 1701 et 1703 s'explique essentiellement par la longue expertise de la mesure de la force des poudres. Le reste de la distribution n'indique qu'une relative augmentation de l'activité liée aux expertises dans la dernière décennie, ce qui est en accord avec l'implication croissante de l'Académie dans la technique, que ce soit pour examiner les inventions ou, comme nous le verrons au chapitre 4 dans les études techniques produites en interne, sans demande extérieure. La répartition des expertises en catégories, identiques à

celle retenues pour les inventions, sans tenir compte du nombre de séances mais seulement de la demande montre une distribution un peu plus régulière. Cela est tout à fait cohérent avec la nature même de la demande d'expertise technique, en effet l'administration se tourne vers l'Académie lorsqu'elle ne trouve pas de compétences en son sein, soit par l'absence de personnel, soit par la nouveauté du problème, comme nous le verrons à propos des règlements sur les teintures. Le graphique suivant donne cette répartition :

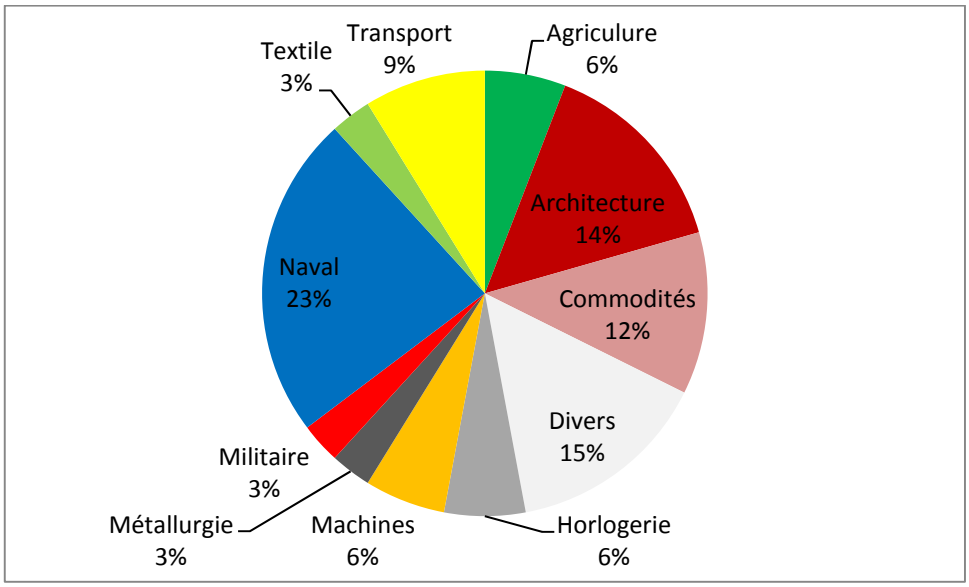


Figure 27 : Répartition des expertises par catégories
(Sources AADS, registres de séances (1699-1750)

Les catégories « machines » et « militaire » qui occupent une place importante dans les inventions régressent de façon très significative, ce qui signifie sans doute que les officiers de l'armée n'accordent qu'une place assez faible à l'expertise technique. Une seule a été demandée, la qualité des poudres en 1702. Nous verrons dans l'étude de ce cas que, quelques années après, un militaire entré à l'Académie, de Ressons, lieutenant général d'Artillerie, proposera de revenir à des procédés moins rigoureux. La diminution spectaculaire de la part des machines dans les expertises peut se comprendre, si l'on veut bien considérer que l'administration renvoie des machines particulières pour examen et ne demande pas à l'Académie de résoudre des problèmes généraux ou même particulier concernant les machines en général. Avoir regroupé les travaux d'urbanisme avec l'architecture explique l'accroissement de cette catégorie, ce sont des expertises concernant des travaux d'intérêt général, comme des problèmes de distribution des eaux, d'égouts ou de force des bois, qui la renforcent. La catégorie « Naval » occupe une place à peu près identique mais on y trouve des

demandes différentes, comme d'examiner un projet de renflouage d'un vaisseau coulé dans la Charente[5]. La catégorie « Divers » où, comme nous l'avons mentionné au chapitre 1, regroupe ce qui n'entrait pas à l'évidence dans les autres catégories, se trouve en quelque sort gonflée par des demandes d'expertises concernant la métrologie et, surtout, des expertises judiciaires où l'Académie est saisie par le Parlement pour l'aider à juger dans des procès où le conflit est de nature technique[6]. Nous avons voulu conserver la classification des inventions et celles des études techniques mais, à la fois le relatif petit nombre de cas et la diversité des sujets ne permettent pas des conclusions bien fermes. L'étude des cas significatifs devient alors prépondérante pour apprécier la démarche des commissaires chargés de l'expertise et y retrouver la pensée technique qui les guide dans ces travaux.

2.2 EXPERTISER POUR LE ROI

2.2.1 La mesure de la qualité des poudres

Cette expertise est à la fois exemplaire et singulière. Singulière, puisque c'est la seule à concerner le domaine militaire, et exemplaire par l'importance qu'elle prend, en nombre de mémoires ou de séances où elle est examinée. C'est également la première et dans la répartition temporelle que nous avons présentée, on peut constater qu'il faut attendre la fin de la période pour observer une plus grande fréquence des demandes. En 1701-1703, donc au tout début de son existence officielle, l'Académie est saisie d'une demande qui la mobilise dans un travail de formalisation de directives de fabrication et d'essai. Cette demande concerne la mesure de la qualité des poudres fournies à la Marine Royale. L'affaire commence le 9 avril 1701, le président de l'Académie rend compte en séance de la demande royale :

> *Mgr le Comte de Pontchartrain ayant écrit à M. le Président que le Roy charge l'Académie de trouver une manière d'éprouver la force et la qualité des poudres parce que jusqu'à présent toutes les éprouvettes avaient été fort incertaines et fort défectueuses, le président qui a jugé la chose de très grandes conséquences a nommé pour y penser particulièrement M. Sauveur, le P.Goüye, MM. Gallois, de la Hire et Homberg qui s'assembleront et confèreront sur cette matière et examineront les pensées qui leur pourraient être fournies par les autres Académiciens*[7].

[5] L'important (au XVIIIe siècle) port militaire de Rochefort avec son arsenal est à l'embouchure de la Charente.

[6] Voir au §1.2.6 des exemples d'expertises que nous qualifions de « judiciaires ».

[7] Toutes les citations qui suivent dans ce paragraphe, sauf mention contraires, sont extraites des registres de séances des années 1701 (9, 16, 23 et 27 avril, 4 mai, 8, 15 et 21 juin, 6, 13 et 20 décembre), 1702 (11 *MARS*, 2 et 6 décembre), 1703 (24 janvier, 3, 7 et 21 février, 22 et 29 août, 1er septembre).

Ce texte mérite que l'on s'y attarde : dès le début, le président de l'Académie considère la chose comme très importante, et pour cause, il s'agit de l'efficacité de l'artillerie royale. Des commissaires sont immédiatement nommés pour prendre en charge la demande, ils « *s'assembleront* » pour travailler. La commission comprend cinq commissaires, cas très rare, et le président demande à tous les académiciens de réfléchir au sujet, encore un signe de l'importance attribuée à cette expertise. Le mot éprouvette doit être compris comme dispositif d'essai, le problème technique étant de caractériser l'énergie libérée par la déflagration[8] d'une quantité connue de poudre, on conçoit donc que seul un essai permet de faire cette mesure, une épreuve dans le vocabulaire du XVIIIe siècle.

Pendant toute la suite de l'année 1701, les académiciens proposent différentes méthodes dont les détails ne nous sont pas connus. Sans que cela soit explicitement énoncé, l'Académie a identifié que le problème ne se limitait pas au dispositif d'essai mais s'étendait à la fabrication de la poudre. Elle travaille donc dans deux directions, la fabrication de la poudre d'une part, les essais techniques de la qualité de cette poudre d'autre part. En 1702 le travail se poursuit et un particulier propose même une invention d'éprouvette, signe que la question sort du cercle académique immédiat. Au début de l'année 1703, soit tout de même près de deux ans après le début de l'analyse du problème et alors que la guerre de Succession d'Espagne a commencé depuis un an, une certaine impatience se devine :

> *On a délibéré sur ce qu'on ferait des différentes éprouvettes qui ont été proposées par plusieurs académiciens et il a été résolu que les R.P. Goüye et Sébastien, Mrs. Gallois, de la Hire, Homberg et Lémery en choisiraient incessamment une ou deux pour les porter à M. de Pontchartrain avec les réflexions qui ont été faites sur la composition de la poudre et sur les différentes circonstances qui en peuvent rendre les épreuves équivoques.*

Après une première année relativement foisonnante, 11 comptes-rendus de séance mentionnent le problème en 1701, l'intérêt pour le sujet était quelque peu retombé en 1702, il est relancé début 1703. Il faut que l'Académie se décide, choisisse une ou deux éprouvettes et communique son jugement technique sur la composition des poudres et les essais. La commission est remaniée, Sauveur, associé mécanicien vétéran, est remplacé par le Père Sebastien et Lémery y est nommé, seul cas d'une commission de six membres. Les choses n'avancent pas si vite que l'on espérait mais l'Académie continue, en particulier, d'examiner les procédés de fabrication. Différents académiciens communiquent des observations.

[8] La déflagration est une explosion par combustion violente et rapide de l'explosif. L'énergie totale libérée n'est pas considérable mais elle est libérée dans un temps extrêmement bref.

L'analyse de ce qui se fait à l'étranger est également entreprise (y compris en Angleterre avec laquelle la France est en guerre). Le 22 août 1703, la nécessité de conclure est encore reformulée, avec cette fois un délai et des responsables désignés personnellement pour faire la synthèse des travaux :

> *On a résolu pour terminer l'affaire des poudres que le père Goüye examinera toutes les éprouvettes qui ont été proposées, M. Homberg toutes les remarques ou réflexions sur la fabrique, qu'ils en feraient chacun leur rapport mercredi prochain à la Compagnie qui en enverrait le résultat à M. de Pontchartrain.*

Le délai est respecté puisque le 29 août Homberg présente son rapport sur la fabrication des poudres et le 1er septembre, le P.Goüye présente le sien sur la manière de les éprouver. Ces deux rapports sont significatifs du point de vue de la méthode employée.

L'Académie s'est intéressée, concurremment au problème des essais, à la fabrication de la poudre et le rapport de Homberg se présente comme un document de synthèse sur celle-ci. Ce n'est pas ce que nous appellerions aujourd'hui une norme dans le sens de référence de niveau de qualité ou de performance, il s'agit plutôt d'une directive technique de fabrication, comme il en existe dans toute entreprise, afin de s'assurer de la reproductibilité de la qualité des poudres. Le mémoire commence par l'identification des défauts constatés sur les poudres en service, essentiellement l'insuffisance du pouvoir déflagrant et les difficultés de conservation : la poudre produit « *peu d'effort* » et à tendances à se *« gâter dans les magasins ».* Suivent alors les préconisations sur ce qu'il faut faire :

> *Employer de bons matériaux, (...) Que ces matériaux soient dans la juste dose, (...) Qu'ils soient mêlés très exactement avant de grener la poudre, (...) Conserver la poudre dans un lieu sec,*

Pour comprendre ces préconisations, rappelons que la poudre noire[9], seul explosif connu jusqu'au XIXe siècle est un mélange de salpêtre (nitrate de potassium), de charbon de bois et de soufre dont les proportions sont « *quinze livres de salpêtre, deux livres et quatre onces de fleur de soufre, deux livres et demi de charbon ».* Les composants sont mélangés 2 à 2 (charbon/soufre, charbon/salpêtre), pressés en galettes puis mis en grains. La qualité de l'explosif va donc dépendre de la combustion la plus rapide possible du charbon mêlé au soufre grâce à l'apport d'oxygène du salpêtre. Les recommandations des académiciens peuvent sembler évidentes mais elles résultent des observations qu'ils ont faites en assistant à des

[9] Entrée Poudre noire de l'Encyclopaedia Universalis (Version numérique, V 12 2006).

fabrications. Il ne s'agit pas de donner des règles sans lien avec la pratique et les recommandations se poursuivent à partir de ces observations. Les différentes étapes de la fabrication sont évaluées et des règles pratiques sont énoncées, allant de la préparation des matières premières (salpêtre, soufre, charbon) à l'emballage, en passant par toutes les étapes de la fabrication. Ainsi, il s'agit de mélanger les composants plus longtemps, de veiller à mettre la poudre en tonneaux quand elle est refroidie après séchage, pour éviter la condensation. Enfin la dimension économique n'est pas oubliée, de même qu'aujourd'hui on répète souvent dans l'industrie, que le coût de la non-qualité est supérieur au coût de la qualité :

> *...on épargnera par là les frais du radoubage*[10] *et du resseichement des poudres gâtées qui vont fort loin et qui égaleront au moins le surplus des frais que l'on ferait en faisant la poudre de la manière que l'on vient de proposer.*
> *Cette poudre fera un effet beaucoup plus considérable... elle se conservera mieux dans les magasins et elle ne coûtera pas plus au Roi.*

Cette directive pour la fabrication est associée à des conditions de vérification qui se retrouvent dans le mémoire du P. Goüye :

> *Il sera bon d'avoir égard à aussi bien à l'un et à l'autre (de ces défauts) en l'essayant avant de la recevoir dans les magasins du Roi*[11].

Les essais concernant la qualité explosive sont traités par l'éprouvette, pour l'humidité un protocole d'essai est défini, comparatif, un peu vague, mais assorti de recommandations pour assurer une certaine reproductibilité et une mesure comparative fiable. Cet essai permettra :

> *De rejeter une poudre comme non recevable qui sera fondue à la cave pendant que l'autre se soutiendra encore en grains, car la meilleure poudre du monde s'humectera à la cave comme la mauvaise mais elle s'humecte plus lentement que la mauvaise.*

Dans son mémoire[12] du 1er septembre, le P. Goüye fait la synthèse des deux années de réflexion sur la manière de faire les essais de force des poudres. Le premier constat est un peu désabusé, finalement il vaut mieux en rester à la méthode en usage, malgré l'intérêt évident d'utiliser des dispositifs de faibles dimensions qui utiliseraient de petites quantités de poudre

[10] Remise en condition opérationnelle d'un bâtiment de guerre après une campagne ce qui nécessite en particulier d'assécher les poudres qui se sont humidifiées dans l'atmosphère marine.

[11] Le terme de réception (recevoir dans les magasins) reste celui utilisé de nos jours pour l'acceptation par la puissance publique d'une fourniture d'un industriel.

[12] Le mémoire est en son intégralité en annexe 8.

permettant des essais facile à bord des navires ou sur le terrain. Ce qui compte, c'est ce qui « marche » et ce qui est maîtrisé par la raison. Toutes les inventions d'éprouvettes diverses ne donnent que des résultats irréguliers, non reproductibles :

> *Les éprouvettes composées de ressorts et de roues sont sujettes à beaucoup d'irrégularités et l'on ne peut compter sur les épreuves faites avec une fort petite quantité de poudre.*
> *Le petit mortier dont il est parlé dans l'ordonnance du Roi du 8 septembre 1686 doit être préféré à toutes les éprouvettes qui ont été en usage jusqu'à présent et même à celles qui ont été inventées en grand nombre à l'Académie, parce que la machine est fort simple ; qu'il est aisé d'en avoir en différents lieux de parfaitement semblables, que l'on y emploie une quantité raisonnable de poudre et que l'on peut aisément remédier aux inconvénients inévitables des autres éprouvettes*[13].

Le mortier est représenté par la figure ci-dessous[14] :

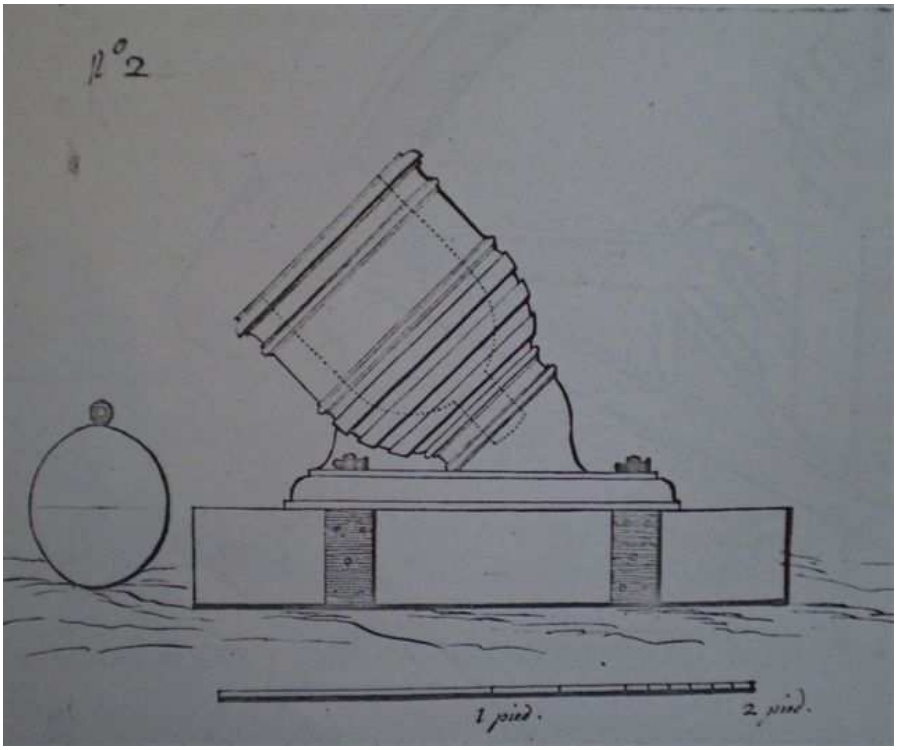


Figure 28: Mortier pour l'épreuve de poudres de l'instruction de 1686
(Source : AADS, Registre de la séance du 9 mars 1720

[13] AADS, R 1er septembre 1703.

[14] Ce dessin apparaît dans une séance très postérieure, il est inséré par de Ressons qui propose une autre méthode (voir plus loin, à la fin de ce paragraphe).

Mais les règles d'emploi du mortier doivent être complétées. Apparaît ici l'acquit de la méthode expérimentale scientifique qui vise à éviter de faire varier plus d'un paramètre à la fois. Pour que la mesure de la force de la poudre soit fiable il faut que les conditions de mesure soient toutes bien maîtrisées. Maîtriser les conditions d'essais c'est s'assurer que la poudre est tassée de façon uniforme, voire non tassée, qu'elle a une sécheresse constante :

> *Car une poudre médiocre parfaitement sèche chassera souvent le boulet beaucoup plus loin qu'une poudre excellente en même quantité mais humide. Il est plus aisé de donner aux poudres le même degré de sécheresse que d'humidité.*

Les conditions d'essai doivent être rigoureusement vérifiées et les commissaires ont pris en compte les paramètres essentiels qui vont déterminer la portée obtenue au cours de l'essai, l'horizontalité du support du mortier, sa fixation, sa température bien contrôlée, l'exactitude du poids de poudre. Enfin, à la suite de ces instructions, l'académicien constate que le critère de réception de la poudre, tel qu'il est utilisé n'est pas assez strict. Il recommande même de faire plusieurs séries d'essai, une au sortir de la fabrication, une après un temps donné de stockage en magasin, avec obligation pour les fournisseurs de résultat corrects aux deux séries d'essai.

Pendant toute la durée de son expertise, la démarche de l'Académie s'inscrit dans une démarche de rationalité. Nous avons vu se concrétiser le recours systématique à l'expérience, à la mesure et à l'observation. Il est évident que les commissaires, non seulement ont examiné les éprouvettes et délibéré, mais se sont rendus dans les manufactures pour observer les fabrications, comprendre et apprécier ce que font les ouvriers, juger ce qui se passe au terrain d'essai et en tirer des conclusions transposables dans une norme d'essai. La durée de l'expertise est assez longue – d'avril 1701 à août 1703 – mais l'Académie « renouvelée » a manifesté sa capacité de répondre à ce qu'en attendait le pouvoir royal. L'Académie n'a révolutionné ni les fabrications ni les méthodes d'essai mais elle a enrichi des pratiques qui n'étaient pas nécessairement formalisées en énonçant des règles normatives de fabrication et d'essai.

En 1720 Jean Baptiste Deschiens de Ressons, académicien associé mais aussi officier général d'artillerie, revient sur la mesure de la force des poudres en proposant d'autres méthodes. Le profil de cet académicien explique son intervention, officier de marine il a participé à plusieurs bombardement depuis la mer à partir de mortiers embarqués, il a concrètement éprouvé les difficultés du pointage et les difficultés de faire des mesures sur la

qualité de la poudre à bord d'un vaisseau. Il a été promu au grade de lieutenant général de l'Artillerie en 1704 et peut-être eut-il pu être nommé académicien honoraire[15] compte tenu de sa position sociale élevée. Son approche est presque à l'opposé de celles des commissaires de 1703 mais il est écouté et les deux mémoires qu'ils présentent en séances sont imprimés mais partiellement. Dans un premier mémoire présenté en 1716[16] il commence son exposé par une mise en cause virulente de la « théorie » qu'il oppose à la « pratique », gageons que cette approche a du pour le moins surprendre et choquer les académiciens :

> *Quoiqu'il soit constant que la théorie jointe à la pratique forment le plus haut point pour atteindre à la perfection des Arts, néanmoins l'expérience m'a fait connaitre que la théorie était d'une très petite utilité dans l'usage des mortiers*[17].

Cette introduction est suivie d'un exposé très détaillé sur les 25 causes d'erreurs qu'il recense dans l'emploi des mortiers et des règles pratiques qu'il préconise pour y remédier. Sans entrer dans le détail de l'analyse nous pouvons dire que ce sont des règles essentiellement destinées à pallier aux grandes inégalités des paramètres du tir, comme forme et poids des bombes, méthodes de chargement et de pointage de l'arme, qualité et force de la poudre. Elles résultent d'une longue pratique et d'une qualité d'observation rationnelle évidente. Il revient en 1720 plus spécifiquement sur le sujet de la mesure de la force des poudres en proposant une autre méthode sans utiliser le mortier calibré et une méthode d'évaluation, on n'ose dire de mesure, de la qualité de la poudre, fondée sur une manipulation expérimentale assez rudimentaire consistant à apprécier la combustion de la poudre sur une feuille de papier[18]. La méthode est effectivement applicable pour un officier en situation de combat qui a à juger très rapidement de la qualité de la poudre avec laquelle il tire mais le niveau de qualité est apprécié en « bonne », « mauvaise », « médiocre », ce qui reste assez grossier. Néanmoins il propose de l'utiliser en cours de fabrication et de faire des expérimentations qualitatives en faisant des essais de tir au canon ou au fusil, appréciés par des officiers en fin de fabrication. Par rapport à une méthode qui se voulait scientifique en 1703 il propose de revenir à une méthode subjective et qualitative :

---

[15] Son éloge, rédigé par Fontenelle, est particulièrement savoureux par les sous-entendus et les petites piques que lui glisse le secrétaire perpétuel (AADS, *HARS* 1735, p.105-108).

[16] *MARS 1716*, p.79-86

[17] Op cité, p. 79

[18] AADS, R 9 MARS *1720*, résumé dans *HARS 1720*, p. 112-114

> *A l'égard des officiers qui ont à recevoir des poudres neuves et qui ne savent à quoi s'en tenir avec les éprouvettes, il serait à désirer qu'on leur permit d'éprouver avec le canon la poudre destiné pour servir le canon et celle pour le fusil avec le fusil en faisant tirer à une distance connue, ils jugeraient bien de la qualité de la force de la poudre par là. De cette manière on ne se tromperait jamais. Il est vrai que cette méthode ne donne pas précisément le degré où la poudre peut aller. Mais qu'a-t-on besoin d'essais, lesquels sont dérangés à chaque coup par le différent arrangement de la poudre*[19].

Par rapport aux prescriptions détaillées, normatives, de l'instruction du père Goüye, une régression en termes de pensée technique apparaît. Le mémoire n'est pas reproduit dans la partie *Mémoires* de l'histoire annuelle mais « résumé », voire tronqué dans la section *Histoire.* Seule subsiste la description de l'essai rapide et surtout la seule application acceptée de ce type d'essai consiste en un contrôle rapide en cours de fabrication. Cette censure, car il n'y a pas d'autre nom selon nous, montre à quel point les académiciens par la voix de leur secrétaire perpétuel ne veulent pas se laisser entraîner sur des voies non fondées sur les pratiques scientifiques associées à des expérimentations quantitatives, reposant sur des procédures et des mesures. Il faut supposer que des discussions en séances ont pu confronter les approches et que cette parution tronquée résulte d'un compromis. Nous pourrions dire enfin que cette opposition entre « pratique » et « théorie » qui se manifeste en 1720 a de beaux jours devant elle. Cette opposition s'est donc rencontrée au sein même de l'Académie, entre un académicien atypique de rang élevé, mais qui n'a pas dépassé le stade d'associé, et un corps académique très étranger à ses arguments. Le personnage se perçoit tout autant dans un passage de son mémoire:

> *(...) et réserver ces sortes de bombes défectueuses pour quand on tire sur des villes parce que si l'on manque un quartier on attrape l'autre et elles ne sont bonnes que pour employer à cet usage*[20].

que dans la conclusion de l'éloge de Fontenelle :

> *Son caractère était assez bien peint dans son extérieur, cet air de guerre si hautain et hardi, qui se prend si aisément et qu'on trouve qui sied si bien était surmonté par la douceur de son âme, elle se marquait dans ses manières, dans ses discours et jusque dans son ton*[21].

[19] AADS, R 9 mars 1720.

[20] AADS, *HARS 1716*, p.84

[21] AADS, *HARS 1735*, p. 108

Première expertise pour l'Académie renouvelée, le travail sur les essais des poudres, dès le tout début du siècle met en lumière une pensée qui cherche clairement à dépasser le régime de la technique[22] pour aller vers un nouveau régime de la pensée opératoire. Ressons par sa démarche en opposition à cette pensée, ses raisons, ses méthodes nous fait mieux comprendre la nouveauté qui apparaît dans les instructions techniques que produisent Goüye et Homberg. Ils répondent strictement à la question posée, mesurer la force des poudres, mais en précisant les contours de la mesure, après fabrication, avant réception, en définissant des conditions d'essais normalisées. Ils ont vu par leurs observations et leurs expérimentations, les différentes difficultés avancées par Ressons et ils ont prévu des procédures pour y remédier. L'Académie dans sa publication de 1720 ne retient rien d'autre dans les propositions du praticien expérimenté et avisé, son mémoire de 1716 le prouve, qu'une disposition pratique permettant d'effectuer un contrôle qualitatif sur les fabrications en cours. En ne reprenant aucunes des autres propositions du praticien, ils en restent à leur démarche initiale plus fondée sur des caractères de scientificité.

2.2.2 Le jaugeage des vaisseaux

Cette expertise qui se déroule entre 1720 et 1724 présente des caractéristiques légèrement différentes de celle de la mesure des poudres. Son résultat est publié, à la différence du précédent et elle part d'une situation technique nettement moins structurée. Pour les poudres l'Académie pouvait s'appuyer sur une instruction antérieure, celle de 1686, dans le cas de la jauge des vaisseaux, le problème n'est pas tant de définir des conditions d'essais techniquement appropriées, que de définir une méthode de mesure d'une grandeur, le déplacement d'un navire, nettement plus complexe à mesurer. Comme pour les poudres les commissaires vont s'appuyer sur des méthodes existantes. La démarche cette fois n'est pas uniquement de les améliorer mais, par l'utilisation des mathématiques, de valider une méthode expérimentale et utilisable, en analysant aussi rigoureusement que possible les méthodes existantes puis, après en avoir sélectionné une, de la valider par l'expérimentation sur des cas connus.

Rappelons tout d'abord rapidement ce qui justifie la demande d'expertise, à savoir l'extrême difficulté de la mesure de ce que nous appelons le déplacement[23] d'un navire pour

[22] Suivant la distinction d'A-F. Garçon dans son ouvrage *L'imaginaire et la pensée technique,* p.26-27.

[23] Le volume d'eau correspondant au volume de la partie immergée (théorème d'Archimède : la force exercée par l'eau est égale au poids du volume d'eau déplacé, d'où le mot déplacement).

en déduire sa masse[24] et plus particulièrement la masse de la cargaison par comparaison entre le navire chargé et le navire sans cargaison. L'enjeu est économique, le poids de la cargaison détermine, par exemple, les droits et taxes applicables. Il suffit de considérer la forme des navires du XVIIIe siècle pour comprendre que calculer le volume d'eau déplacé à partir des formes est compliqué, voire impossible. Comme dans le cas de la mesure de la force de la poudre, l'Académie est saisie par l'administration et dans le mémoire final de Dortous de Mairan l'origine de cette demande est rappelée :

> *L'Académie ayant été chargée en 1720, par ordre de S.A.R. M. le Régent et sur demande de S.A.S. M. le comte de Toulouse Amiral de France, Chef du Conseil de la Marine, de déterminer une méthode pour le jaugeage des navires ou d'examiner, entre celles qui sont le plus connues, quelle était la plus sure et la plus utile pour la pratique et ayant reçu à cette occasion plusieurs mémoires et pièces instructives, avec les méthodes pratiquées jusqu'ici dans les différents ports du Royaume et chez les Etrangers, elle nomma pour cet examen deux commissaires qui furent M. Varignon et moi*[25].

Le recours à l'Académie pour résoudre le problème technique posé est en soi le signe de la prise de conscience, au niveau le plus élevé du Pouvoir, de la place de plus en plus importante prise dans la société par les techniques, non seulement militaires mais aussi civiles, et de la nécessité pour le pouvoir de « maîtriser » ces techniques. On sait que le Régent montre un grand intérêt pour les sciences, quant au Comte de Toulouse, fils illégitime de Louis XIV, sa place à la direction de la Marine n'est pas seulement honorifique. Comme pour les poudres, l'Académie prend un temps assez long, presque cinq ans, et Mairan, dans l'introduction du mémoire de 1724 qui conclut l'expertise, justifie ce délai en expliquant la démarche employée :

> *J'ai cru ce petit préliminaire historique nécessaire, pour faire voir que la lenteur de l'Académie dans l'affaire du jaugeage ne vient d'aucune négligence de sa part et ne doit être attribuée qu'à la circonspection et aux soins avec lesquels cette Compagnie, et ceux qu'elle commet à quelque examen important, tâchent de répondre à la confiance que l'on a en leurs lumières.*[26]

Nous n'avons pas trouvé trace, ni dans le registre ni dans la pochette de séance de l'année 1720, de la demande du comte de Toulouse mais en 1721, cas exceptionnel, les deux commissaires désignés ne sont pas parvenus à un accord puisque leurs deux mémoires sont

[24] Nous utiliserons ensuite le mot poids, la confusion masse et poids est peut-être choquante pour un physicien puriste mais les distinguer ici n'apporte rien, les académiciens parlent évidemment toujours de poids.

[25] AADS, R, 9 août 1724 et *MARS* 1724, p. 227-240.

[26] *op. cit.*, p.229.

lus en séance et imprimé dans l'Histoire de 1721[27]. Mairan assure en 1724 que la sienne fut préférée, la controverse disparait en 1722 par la mort de Varignon et son remplacement par Lagny, que Mairan présente comme son adjoint. Nous pouvons remarquer dans cette affaire un fort investissement personnel de Mairan qui fait de longs déplacements de mi-1723 à début 1724 pour conduire des expérimentations dans les ports de Bordeaux ou d'Agde.

La méthode de Varignon se présente plus comme une méthode *a priori* qui cherche à résoudre le problème par le calcul mathématique en faisant nécessairement des hypothèses simplificatrices sur la forme des carènes de navires. Sans entrer dans le détail du calcul préconisé, assez obscur d'ailleurs, celui-ci se présente comme une succession d'hypothèses sur les courbes représentatives des formes de carènes avec des ajustements pour tenir compte de la réalité de ces formes et, sans que cela soit nécessairement péjoratif, la méthode donne l'impression d'un « bricolage » mathématique. Elle est écartée car trop dépendante d'hypothèses initiales sur la forme des carènes que l'on suppose pouvoir être réduite à des courbes géométriques *quarrables*[28].

La démarche de Mairan est différente, renonçant à trouver une méthode purement mathématique, il part de l'analyse des méthodes existantes dans les différents ports et à l'étranger, en particulier en Hollande :

> *Je ne saurais imaginer que les Hollandais, par exemple, chez qui le commerce maritime fait pour ainsi dire la base de gouvernement (...) pratiquent là-dessus, à tout prendre, une méthode défectueuse*[29].

Son mémoire contient, cas rare[30], des références à la littérature technique qu'il a pu consulter et il considère ensuite les formes de carènes telles qu'elles sont en réalité et il consulte les praticiens :

> *J'ai rappelé dans mon mémoire tous les principes de géométrie qui y étaient applicables, j'ai parcouru les livres de Marine et examiné soigneusement les desseins de vaisseaux que j'ai cru les plus propres à me mettre au fait de la jauge, j'ai lu et relu les mémoires envoyés de tous les ports de France au Conseil de Marine, lesquels S.A.S. M. le comte de Toulouse a bien voulu nous communiquer et, ce que je crois encore plus essentiel dans*

[27] *MARS 1721*, p. 44 pour Varignon et p. 76 pour Mairan.

[28] Courbe délimitant une surface calculable géométriquement ou par intégration de l'équation de la courbe

[29] *MARS 1721*, p. 97.

[30] Voir en particulier les notes marginales page 95 du mémoire de 1721.

une question de pratique, j'ai consulté les gens de métier et surtout un habile ingénieur pour la construction des vaisseaux que je connais personnellement[31].

Une réflexion rationnelle sur les méthodes le conduit à retenir comme la plus utilisable celle proposée par un ingénieur du port de Toulon, M. Hocquart, envoyée au Conseil le 25 juillet 1717 qui lui avait été remis comme pièce jointe à la demande d'expertise de 1720. Dans le mémoire de 1721, mêlant considérations géométriques et considérations pratiques sur la faisabilité réelle de telle ou telle mesure et de tel ou tel calcul, il préconise une méthode qu'il déduit de celle de Toulon mais en la critiquant[32] et en la complétant. Il justifie également le recours à la généralisation d'une méthode déduite plus de la pratique que du calcul en rendant hommage aux praticiens qui, par approximations successives et par intérêt, parviennent à des méthodes efficaces :

Sans entrer dans un plus grand détail là-dessus, j'avouerai franchement que je suis persuadé que dans les choses d'une longue pratique et fort générale et où la raison d'intérêt se trouve, il n'arrive presque jamais qu'à tout considérer le commun des mortels prenne un mauvais parti ; cela s'étend même quelquefois sur des sujets très composés et où le calcul est insuffisant[33].

Mairan établit un programme d'essai de vérification, afin de comparer le résultat des diverses méthodes de jaugeage avec un navire et un chargement dont le poids est connu. Ces expériences sont réalisées par Bouguer, hydrographe au Croisic, qui transmet des résultats satisfaisants à l'Académie[34] et qui sont imprimées en addition au mémoire de Mairan dans l'*Histoire pour 1721*. Ces résultats expérimentaux conduisent ensuite Mairan à proposer des ajustements de coefficients dans sa méthode. Le comte de Toulouse demande en 1723 le résultat de l'examen, mais avant de rendre les conclusions de l'expertise, Mairan décide, avec l'appui officiel du comte de Toulouse, de procéder lui-même à des essais en vraie grandeur, non seulement de la méthode retenue mais de plusieurs autres qui étaient contenues dans les dossiers qui avaient été transmis avec la demande d'expertise. La conclusion de l'expertise intervient donc en août 1724 quand Mairan présente en séance son « *INSTRUCTION ABREGEE ET METHODE POUR LE JAUGEAGE DES NAVIRES, avec un exemple figuré et*

[31] *MARS 1721*, p.76.

[32] Il détecte, par exemple, une erreur mineure de raisonnement de Hocquart qui veut déduire du déplacement le poids de la partie de coque immergée en charge alors que ce poids était déjà porté par le déplacement à vide.

[33] *MARS 1721*, p.76.

[34] Séance du 11 février 1722, Bouguer sera académicien en 1731, et directeur de l'Académie en 1748 et 1755.

des remarques pour la pratique ». Le travail en quelque sorte « théorique » du mémoire de 1721 était, en fait inutilisable, par les jaugeurs et à la suite des expérimentations de 1723 le comte de Toulouse, informés par les officiers de l'amirauté de Bordeaux, lui avait fait savoir :

> *Qu'il souhaitait que je misse sous une forme plus courte, plus décisive et plus à la portée des jaugeurs ordinaires, la méthode préférée et décrite dans les mémoires de 1721*[35].

Le titre illustre parfaitement les caractères essentiels de la pensée technique exercée à l'Académie. Partant des techniques existantes, réfléchissant à leur validité, conduisant une expérimentation, comparant les méthodes et effectuant des calculs et y compris une évaluation des erreurs commises, l'Académie publie une norme au sens contemporain, sans oublier les exemples et les conseils aux praticiens qui auront à la mettre en œuvre. En juillet 1742 Maupertuis revient sur le sujet mais s'attire une remarque du comité de librairie l'invitant à citer convenablement tous les travaux antérieurs approuvés par l'Académie :

> *Le comité [de librairie] a décidé que le mémoire de M. de Maupertuis sur la jauge ne serait imprimé qu'après qu'il aurait changé son préambule pour y faire une mention convenable des mémoires faits sur le même sujet, par ordre de l'Académie et approuvés par elle*[36].

Les sujets sont différents, chaque expertise a son rythme propre mais l'issue est toujours un document à caractère normatif. Ce peut être une instruction de conduite d'essai normalisée, comme pour les poudres ou pour cet exemple du jaugeage une procédure pratique de mesure d'une quantité difficilement accessible à la détermination par le calcul[37].

2.2.3 La mesure des longitudes

Dans les deux exemples précédents l'Académie a travaillé pour normaliser des méthodes déjà partiellement élaborées et rationalisées et les transformer en normes, à la fois plus rigoureuses et aisément applicables dans la pratique. Dans le cas de la mesure des longitudes le problème est nettement plus difficile. Face à des propositions incessantes, à des besoins militaires et économiques évidents, l'expertise de l'Académie va se déployer sous un autre angle. Tout en continuant à juger les propositions de solution au problème, elle va clarifier le

---

[35] *MARS* 1724, p. 219.

[36] AADS, R 4 juillet 1742.

[37] On retrouve dans les recommandations détaillées de Mairan des règles pratiques en usage, les navires de commerce contemporain portent des marques d'enfoncement qui sont reliées au déplacement dans le dossier du navire mais nos moyens de calculs sont évidemment différents.

problème, le poser en termes clairs. Des experts permanents seront alors chargés de tous les examens de solutions à ce difficile problème technique.

La position d'un point sur le globe terrestre est définie par deux angles, la latitude mesurée depuis le l'équateur, la longitude mesurée depuis un méridien de référence. Autant la mesure de la latitude ne présente pas de difficultés insurmontables (il « suffit » de mesurer la hauteur du soleil lorsqu'il passe au méridien, à sa plus grande hauteur au dessus de l'horizon), autant la mesure de la longitude est, au XVIIIe siècle, un problème qui n'est convenablement résolu qu'à terre, en utilisant des mesures astronomiques sur les satellites de Jupiter. Cette méthode est évidemment impraticable en mer, les mouvements du navire interdisant de faire des visées précises. A une période où les voyages d'exploration, les voyages commerciaux se développent, l'impossibilité de connaître sa longitude autrement que par l'estime de la route parcourue (à partir du cap suivi et de la vitesse) devient un handicap considérable pour la navigation. Une méthode qui serait utilisable supposerait que l'on puisse comparer l'heure du passage au méridien du soleil à l'heure où il passe au méridien de référence. Il n'est donc pas surprenant que des inventeurs se présentent en nombre pour proposer des solutions de mesure de temps ou d'autres méthodes plus ou moins réalistes. Entre 1700 et 1716 par exemple, plus d'une dizaine de propositions sont faites. Le Régent, en 1716, transmettant encore des placets concernant diverses méthodes, fait savoir qu'un prix de 100.000 livres sera attribué pour la découverte d'une méthode précise. L'Académie reçoit continuellement des propositions qui, la plupart du temps, n'ont aucune chance de donner un résultat acceptable ou bien qui ne sont que des reprises de solutions imparfaites déjà utilisées. En complément au prix offert par le Régent, l'Académie a proposé comme sujet de prix la mesure des longitudes. Pour mieux, si l'on peut dire, cadrer les réponses, Cassini (fils) lit un mémoire en séance publique du 15 avril 1722[38] qui fait le point complet sur la position du problème à résoudre, les méthodes employées sur terre, les difficultés d'application en mer et sur des pistes de recherche de solution :

> *Maintenant il s'agit des longitudes sur mer. Leur extrême importance a déterminé des Princes et des Etats et en dernier lieu M. le Duc d'Orléans à promettre de grandes récompenses à qui les trouverait. Feu M. Rouillé de Meslay, ancien conseiller au parlement de Paris, a fondé un prix annuel dont il a laissé le jugement à l'Académie, pour qui ferait en cette matière quelque découverte utile. On a été que trop encouragé à cette recherche, plusieurs personnes très incapables d'y réussir l'ont entreprise et l'entreprennent encore tous les jours ; quelques uns même ne savent pas ce qu'il faut*

[38] Il y a deux séances publiques, l'une après Pâques et l'autre à la rentrée, après la Saint Martin (11 novembre).

chercher ni quel est l'état de la question. C'est pour en instruire le Public, pour bien fixer les idées, et pour en donner même aux mathématiciens, que M. Cassini a fait sur les longitudes en mer un écrit dont nous rapporterons ici le précis[39].

En particulier il montre que la méthode utilisée à terre depuis les travaux de Cassini (père) en 1700, fondée sur l'observation des éclipses des satellites de Jupiter, méthode qui a permis à partir de ce moment une cartographie terrestre beaucoup plus précise, ne peut être utilisée en mer, sauf à disposer de lunettes maniables, de petite taille et pour ainsi dire stabilisées en fonction des mouvements de roulis et de tangage. Les autres méthodes astronomiques sont examinées et leur utilisation en mer est jugée impossible. Après avoir démontré que des horloges à eau ou des sabliers ne peuvent fournir une quelconque précision, il mentionne l'utilisation de chronomètres précis, montés sur des suspensions à cardan et stabilisés en température, sans toutefois trop espérer que cela soit réalisable. Ainsi, ne trouvant pas de méthode pratique dont l'analyse technique aurait pu conduire à une amélioration significative, l'Académie renverse la démarche et donne des pistes de recherche aux techniciens en conseillant également de tenter de combiner au mieux les mesures en attendant une solution définitive. En écho à la décision du Régent d'octroyer une récompense très importante l'Académie décide en 1716 de constituer une commission permanente pour analyser les solutions et juger des mémoires présentés pour l'obtention du prix Rouillé de Meslay[40]. Par la suite des améliorations sont proposées, soit de visées astronomiques, soit de garde-temps perfectionnés et ces inventions sont approuvées, mais en précisant que leur validité dépend des expérimentations indispensables. En juin 1724 un officier de marine propose une méthode de visée astronomique combinée avec une mesure de variation de temps, approuvée, sous réserve d'expérimentation :

On a trouvé cette méthode ingénieuse et digne qu'on s'en assurât davantage par la pratique.[41]

Dès 1716 un anglais, Henry Sully[42] avait présenté un mémoire décrivant une montre qui avait été examinée par Truchet, Varignon, Cassini et Saurin. Le compte-rendu était élogieux

[39] AADS, R 15 avril 1722 et *HARS 1722* P. 102.

[40] Voir au chapitre 4 la place de ce prix dans la diffusion de la pensée technique de l'Académie.

[41] AADS, R 14 juin 1724 (réflexe technique s'il en est, trivialement « ça vaudrait le coup d'essayer »).

[42] Il est nommé M. Sulli, anglais dans R 20 mai 1716. L'orthographe Sully est celle donnée par l'article « Chronomètre de marine » de *Wikipedia* dont l'appareil de notes et de références donne confiance en sa validité Il est issu de l'article « Marine chronometer » de la version anglaise.

mais il ne s'agissait que d'un mémoire et non d'une réalisation. En 1723, Sully, qui a déjà présenté des améliorations d'horlogerie, propose une horloge qui doit être moins sensible aux mouvements. Elle fait l'objet d'expériences de chocs et de vibrations (en voiture, sur route pavée), de mouvements (oscillations pendulaires), assimilables aux mouvements d'un navire soumis au roulis et au tangage. Les résultats ne sont pas totalement à la hauteur des précisions nécessaires mais, compte tenu du caractère un peu excessif des essais qui ont été faits (des oscillations de 60°), l'approbation est accordée mais elle s'accompagne de recommandations sur la nécessité de l'expérimentation[43] :

> *Mais toutes ces expériences ensemble en font espérer une assez grande justesse sur mer et la rendent digne d'y être éprouvée avec soin*[44].

L'avis favorable à l'attribution du privilège est donné en 1728[45] pour l'horloge. Dans sa nouvelle demande, Sully proposait également une montre sur laquelle les académiciens sont plus réservés, ils semblent préférer la solution de l'horloge qui, si elle ne donne pas toute la précision nécessaire à une mesure convenable de la longitude, apporte une amélioration substantielle pour une horloge embarquée. La solution de la montre est en fait la plus prometteuse et George Harrison, qui avait auparavant essayé une solution proche de celle de Sully, parviendra à cette réalisation. En 1742 l'Académie a connaissance des premiers résultats de Harrison par une lettre lue en séance. La préférence pour une horloge se maintient car, après plus de quarante ans de recherches et d'inventions, somme toute assez décevantes, elle préfère attendre des résultats d'essais :

> *Sur quoi l'Académie a jugé qu'il fallait attendre les suites de cette découverte et qu'elles lui fussent communiquées pour en parler dans son histoire*[46].

Les découvertes astronomiques, en particulier celle de la mesure de la longitude à l'aide des satellites de Jupiter, avaient été saluées par Fontenelle dans la préface rédigée pour le premier volume des *Histoires de l'Académie*, pour l'année 1699. Les recherches astronomiques peuvent apparaître inutiles mais précisément ces recherches ont permis la mesure des longitudes avec une précision meilleure d'où le progrès de la cartographie. Les difficultés rencontrées dans la mesure des longitudes en mer peuvent être regardées comme un

[43] Nous n'avons malheureusement pas de traces de cette expérimentation, si elle a réellement été faite.

[44] *HARS 1724* p. 94.

[45] AADS, R 16 juin 1728.

[46] AADS, R 28 novembre 1742.

lieu d'interaction entre science et technique, c'est un sujet où s'exerce une pensée raisonnée sur la technique. Agissant comme prescripteur des techniques à inventer, en montrant les directions dans lesquelles il convient de travailler, l'Académie anticipe la technique à venir, ce qui lui permet de faire le tri entre les inventions susceptibles de procurer un progrès et celles qui conduisent à des impasses. C'est en partant des techniques existantes et en cherchant une amélioration (ce pourrait être une rupture mais elle resterait dans le domaine de la technique), que la solution peut être trouvée. Dans le cas des longitudes, ce sera dans l'amélioration des chronomètres et, en particulier, dans la résolution du problème des variations thermiques.

2.2.4 Le règlement des teintures

Des raisons économiques sont, avant tout, à l'origine de cette longue expertise conduite par du Fay de 1731 à 1739, date de sa mort, et reprise après sa mort par Hellot. L'enjeu n'est rien moins que les exportations de textiles français en Italie et au Levant, exportations qui sont menacées par la baisse de la qualité de ces textiles, en particulier pour des problèmes de tenue des teintures. Le Conseil de Commerce l'a chargé de comprendre les raisons de cette baisse de qualité liée à des non-conformités au règlement de 1669 imposé par Colbert. Du Fay puis Hellot vont aborder le problème technique sous un aspect « théorique » afin de comprendre la nature du problème pour ensuite proposer des solutions, des modifications du règlement. Deux étapes marquent cette expertise, la première avec la lecture en séance le 7 juillet 1737 du mémoire de du Fay en 1737, intitulé : « *Observations physiques sur le mélange de quelques couleurs dans la teinture* »[47] et la lecture du mémoire de Hellot en 1740 intitulé : « *Théorie chimique de la teinture des étoffes* »[48]. Dans les titres les mots utilisés « observation » puis « théorie » résument le parcours effectué, l'évolution de la pensée technique qui a été déployée sur ce sujet. L'inflexion se manifeste dès le mémoire de du Fay, elle se confirme dans celui de Hellot.

Ce dernier, reprenant le travail de son prédécesseur, commence son exposé par un rappel du déroulement de cette expertise. Il rappelle le contexte technique des métiers de teinturiers, soumis au règlement de 1669 promulgué par Colbert, et fait le lien entre le succès des

[47] *MARS 1737*, p. 253-269, plusieurs séances dans les registres.

[48] *MARS 1740*, p.126-148, plusieurs séances dans les registres.

exportations françaises en Italie et dans le Levant à la stricte observation de ce règlement. Cependant, avec le temps, une baisse de la qualité est apparue :

> *Mais enfin il s'est introduit peu à peu une si grande quantité d'abus, soit dans la fabrique, soit dans les teintures de nos étoffes fabriquées que nos voisins, saisissant cette occasion favorable d'établir un commerce avantageux (...) seraient parvenus à ruiner notre commerce à l'étranger (...). Il a fallu ordonner l'exécution rigoureuse des anciens règlements et remédier par de nouvelles ordonnances aux maux qui n'avaient pas été prévus*[49].

Le Bureau du commerce constatant les difficultés rencontrées dans les exportations a confié à du Fay le soin de mener une expertise qui a abouti à un règlement paru en janvier 1737. Au passage, mais c'est une habitude, l'académicien critique vivement les pratiques des artisans et justifie l'appel à un savant :

> *L'artisan qui n'a ordinairement que des mains et sa routine n'était pas propre aux vues du ministère, il fallait un physicien qui sût opérer et réfléchir, on crut qu'on ne pourrait le trouver que dans cette Compagnie dont l'objet est la perfection des arts, aussi bien que les découvertes dans les sciences et M. du Fay fut choisi*[50].

Du Fay avait effectué un travail considérable d'observations et d'expérimentations avant de présenter son mémoire de 1737, auquel se rattachait le nouveau règlement. Il le rappelle dans l'introduction. Voulant comprendre l'ensemble du problème, il s'est heurté à la difficulté de rassembler toute l'information nécessaire, les pratiques techniques étant réparties entre deux catégories de métier, le « grand teint » et le « petit teint ». Il a constaté, de plus, que seuls certains teinturiers maîtrisaient les teintures les plus élaborées. Il était donc nécessaire de mener l'enquête auprès des différentes catégories d'artisans :

> *J'ai trouvé cette difficulté lorsqu'ayant été chargé par le Conseil de l'examen particulier des teintures, j'ai voulu m'instruire sur cette matière par le secours des ouvriers ; j'ai été obligé de travailler longtemps avec plusieurs d'entre eux pour pouvoir parvenir à acquérir les connaissances de pratique qui m'étaient absolument nécessaires*[51].

Du Fay a donc acquis les connaissances pratiques, première étape pour appréhender les problèmes techniques posés, à la fois par les procédés des artisans et par l'application du règlement. Il est donc en mesure de proposer un nouveau règlement et d'exposer ses observations à l'Académie. Il le fait en opérant une distinction nette entre la description et la

---

[49] *op. cit.*, p. 126.

[50] *op. cit.*, p. 127.

[51] *MARS 1737*, p. 253-254.

réflexion sur l'art de la teinture, ce que souligne Hellot lorsqu'il reprend le travail, il fallait un « *physicien qui sut opérer et réfléchir* ». C'est la démarche systématique de la recherche du « pourquoi ça marche » au-delà du « comment ça marche », si l'on veut bien pardonner ces deux expressions un peu triviales mais qui expriment de façon brutale les deux approches. Continuant son exposé préliminaire, du Fay marque la même distance critique par rapport à la seule description :

> *Ce travail m'a donné lieu de faire une description exacte de tout l'art de la teinture et cet ouvrage fera partie de la description des arts entreprise par l'Académie (...) mais comme ce traité sur la teinture n'aura pour objet que la pratique de cet art j'ai cru pouvoir en détacher quelques observations de pure théorie dont la connaissance et l'examen pourront peut être donner lieu à quelques nouvelles découvertes en Physique, ce qui ne peut arriver que très difficilement lorsqu'elles ne seront connues que d'un petit nombre d'artisans qui n'ont aucun intérêt à les pousser plus loin et qui ne regardent que comme une perte de temps réelle tout ce qui ne tend pas à leur utilité particulière* [52].

Nous pouvons remarquer ici que du Fay affirme avoir rédigé une grande partie de la description de l'art de la teinture mais celle qui sera publiée en 1763 est signée par Macquer. Cela illustre les différentes hypothèses scientifiques formulées par les académiciens qui travaillent sur les teintures, Hellot[53] préférant une interprétation « mécanique », du Fay, et plus tard Macquer, penchant pour une interprétation « chimique ». Le lien entre l'administration et l'Académie est très étroit. Du Fay a été nommé inspecteur général des teintures auprès du Bureau du commerce, Hellot puis Macquer lui succéderont. En opérant à la fois des expertises techniques, voire « industrielles » les académiciens l'étendent pour effectuer une recherche scientifique. Que ce soit du Fay ou Hellot, ils ne se contentent pas de transmettre leur conclusions à l'administration, ils produisent des mémoires qui sont lus en séance et publiés dans les histoires annuelles. Du Fay intitule encore son mémoire « Observations », trois ans plus tard Hellot l'intitule « Théorie », le changement de vocabulaire illustre bien le dépassement des simples observations et descriptions par une volonté de formalisation du problème, une recherche du « pourquoi » qui seule permet d'asseoir l'expertise sur des fondements scientifiques.

Après la promulgation du règlement de 1737, l'administration et l'Académie, réunies dans la personne d'Hellot vont devoir gérer des difficultés d'application, dont Hellot rend compte dans son mémoire de 1740 :

---

[52] *op. cit.*, p. 254.

[53] Cf. : Christine Lehman**,** « L'art de la teinture à l'Académie royale des sciences au XVIIIe siècle », *Methodos.*

Aussi le Règlement a-t-il fait naître des oppositions et des plaintes de la part de quelques fabricants. Le Ministre n'a pas jugé à propos de suivre les voies d'autorité pour le faire exécuter sans égard à ces oppositions ; il a cru qu'il était de son équité d'examiner encore si ces plaintes étaient fondées, si les expériences sur lesquelles on se récriait ne pouvaient s'exécuter en grand ou si leur exécution étant démontrée possible, elles n'occasionneraient pas des dépenses qui augmenteraient considérablement le prix des étoffes (...)[54].

Il rend compte de façon très détaillée des expériences qu'il a faites, des mesures effectuées, des essais de tenue de la teinture et des recommandations qu'il justifie par sa « théorie ».

La chimie encore balbutiante de ce premier XVIIIe siècle ne fournit pas de bases conceptuelles suffisantes et ne permet pas aux académiciens de formuler une norme entièrement justifiée par des résultats scientifiques mais il n'entre pas dans notre propos d'émettre des commentaires sur ces théories, ce qui importe ici, est le passage par la réflexion scientifique pour produire un règlement, une norme technique.

2.2.5 L'enquête du Régent

Nous avons retenu l'enquête du Régent comme exemple de l'expertise apportée par l'Académie au pouvoir royal bien que l'on puisse faire quelques réserves à ce propos. L'introduction à l'édition des documents issus de cette enquête et conservés aux Archives de l'Académie des Sciences actuelle dirigée par Christiane Demeulenaere-Douyère et David Sturdy[55] présente un panorama complet de cette enquête effectuée à la demande du Régent entre 1716 et 1718. L'enquête en elle-même n'a pas, si l'on peut dire, d'existence académique officielle, aucune mention explicite n'en est faite dans les registres de séances, si ce n'est quelques allusions indirectes que l'on peut rattacher à l'enquête tout simplement parce que nous savons qu'elle a été faite.

L'enquête est organisée par des questionnaires détaillés, envoyés aux Intendants, concernant les richesses naturelles de la France et sur les arts et manufactures des généralités. Les questionnaires sont envoyés sous la signature du Régent et pour préparer les questionnaires, analyser les réponses, reformuler des questions, il s'appuie sur l'Académie ou plus exactement sur Réaumur et l'abbé Bignon. Cette expertise, sorte de soutien technique, est

[54] AADS, R 28 juin 1740.

[55] C.Demeulenaere-Douyere et D. Sturdy , *L'enquête du Régent, 1716-1718, Sciences Techniques et Politique dans la France préindustrielle.*

plus le fait de ces deux académiciens que du corps académique. Le rattachement à la rédaction des *Descriptions*, opéré par C. Demeulenaere-Douyère et D. Sturdy, ne semble pas présenter de caractère d'évidence ; le lien possible ne se faisant que dans la personne de Réaumur. Celui-ci profite des questionnaires pour recueillir des informations utiles à la rédaction des descriptions qu'il a été chargé de relancer[56]. Ce que nous retenons pour notre propos de l'enquête du Régent, réside dans la pensée à l'œuvre dans ce type d'enquête. Procédant de la volonté de description et d'observation préalable à toute rationalisation, elle manifeste à l'évidence une volonté à la fois politique, celle du Régent, et technique, celle d'un académicien, si ce n'est de l'Académie, de connaître pour agir dans le monde des techniques. Dans l'interaction de ces deux volontés on peut déceler une approche « technocratique ». Dans notre recherche de l'expression par des actes et par des discours de la pensée technique en construction à l'Académie dans ses toutes premières années d'existence, nous ne pouvions pas passer sous silence cette enquête tout en soulignant sa relative marginalité.

2.3 EXPERTISER POUR LA SOCIETE

Les expertises précédentes pourraient être qualifiées de « grandes » expertises, entreprises à partir de demande venant du plus haut niveau de l'Etat royal. Dès lors que l'Académie est reconnue comme source de compétences techniques, des demandes d'expertises vont lui être adressées en provenance directe de corps intermédiaires, Parlement ou administrations intermédiaires comme le Lieutenant de Police, des Etats provinciaux, des corps de métiers. Ces « petites expertises » plus limitées dans le temps, confiées à quelques commissaires, vont servir de fondements à des décisions judiciaires tranchant des contentieux ou à des décisions administratives engageant des actions ou modifiant des règlements.

2.3.1 Des expertises judiciaires

Située comme à mi-chemin entre un examen et une expertise, dans les années 1730 et au-delà, l'Académie est appelée à trancher des différents judiciaires qui lui sont soumis par les Parlements. De même que l'appareil judiciaire contemporain fait appel à des experts pour asseoir sa décision, les cours de justice font appel à l'Académie pour fournir des motifs rationnels de décision dans un différent qui a été porté devant elles. Dans ces circonstances l'Académie n'est pas nécessairement amenée à dégager des caractères de nouveauté ou

[56] Voir chapitre 3.

d'utilité concernant une invention mais plutôt, à partir d'un examen technique, de fournir une expertise que nous pouvons qualifier de judiciaire, sans avoir à formuler une norme générale comme dans les expertises que nous avons analysées ci-dessus.

En 1740, par exemple, le juge des traites[57] de la ville de Rouen rend une première sentence dans l'instance pendante entre l'adjudicataire des Fermes Générales et un commissionnaire, concernant la nature du liquide contenu dans des bouteilles saisies par le commis de la Ferme. Le commissionnaire ayant déclaré qu'il s'agissait « d'aigre de vitriol » alors que le commis soutient qu'il s'agit « d'huile de vitriol »,[58] l'enjeu étant le montant des droits à payer, 3 livres 15 deniers pour cent livres pesantes pour l'aigre, 15 livres pour l'huile :

> *Il a été ordonné par la sentence ci-devant datée que les quatre échantillons tirés des bouteilles saisies seraient envoyés à l'Académie royale des Sciences pour par elle être vérifié si ces échantillons sont de l'aigre ou de l'huile de vitriol et sur sa décision être ordonné ce que de raison*[59].

Dans un compte-rendu détaillé les commissaires (Lémery, Geoffroy, Hellot) décrivent les essais réalisés pour aboutir à la conclusion qu'il s'agit bien d'huile de vitriol, très légèrement diluée. Une première observation préalable des bouchons leur permet de constater une quasi-destruction en 15 jours, ce qui est jugé impossible avec de l'aigre de vitriol « *toujours moins corrodant que la liqueur nommée huile de vitriol* » ils pratiquent ensuite des essais de réactions chimiques, qui confirment leur hypothèse, puis tranchent définitivement par des mesures comparatives de densité du liquide à expertiser qui s'avère être très proche de celle d'un acide sulfurique concentré pris comme référence. Il convient de souligner dans cette expertise le souci de la preuve fournie au juge, argumentée, fondée sur des mesures et des expériences, alors que la simple constatation des bouchons pour les chimistes que sont les commissaires suffisait à trancher de la nature du liquide, à l'évidence il s'agissait bien d'huile et non d'aigre, mais il était nécessaire de démontrer cette évidence.

La même année, les mêmes commissaires sont chargés d'arbitrer un autre différent qui leur est soumis par le Contrôle général et qui concerne les sels recueillis en Languedoc et vendus dans le Gévaudan :

---

[57] Droits indirects sur les marchandises.

[58] Dans les deux cas il s'agit d'acide sulfurique, l'aigre ou esprit de vitriol étant de l'acide plus dilué que l'huile de vitriol correspondant à l'acide non dilué.

[59] AADS, R 23 juillet 1740.

Il nous a paru par la lecture des pièces qui nous ont été remises que les habitants de la province de Gévaudan demandent à l'adjudicataire des fermes générales qu'il leur fournisse du sel des salines de Pecais qui était autrefois employé dans la province à la place de celui de Peiriac et de Sigean, qu'il fait transporter depuis quelques années dans le Gévaudan[60].

Les habitants soutiennent qu'il faut plus du sel critiqué que de l'ancien pour les salaisons. Les commissaires commencent comme pour l'expertise précédente par des observations visuelles qui leur permettent de constater une différence d'aspect, celui de Peccais étant « *beaucoup plus blanc* ». Ils déploient ensuite une campagne d'essais d'abord individuels puis en commun, à l'exception d'un essai qualitatif et comparatif décrit en détail, y compris l'essai « gastronomique » des deux salaisons confiées à des charcutiers chargés d'utiliser les deux sels pour des salaisons sur des morceaux de porc calibrés (20 livres) :

Le Sr. Jacqueson, maître charcutier, mandé le 21 septembre dernier (...) nous a dit que la chair sortant du sel de Pecais avait plus de force dans son sel (c'est sa manière de s'exprimer) ; que cette différence allait à deux degrés et demi de plus que celui de Peiriac et Sigean. Nous lui avons demandé de quel terme il partait pour fixer cette différence (...) et il nous a répondu qu'il n'en avait pas d'autre que l'usage Nous savons au surplus que ce charcutier fait un très grand débit et que par conséquent il doit être très habile dans sa profession[61].

Nous pouvons imaginer la frustration des commissaires devant cette approche si empirique, n'obtenant en fait qu'une appréciation qualitative et subjective d'un artisan à qui on reconnait toutefois son habileté. Il est bien évident que cette première expérimentation n'est pas suffisante. Ils procèdent ensuite à des mesures plus scientifiques destinées à prouver que le sel réputé le plus mauvais est mêlé de terre, sable ou autres impuretés. Mesures de dissolution, de poids spécifique, essais d'humidification et de filtration des impuretés, le récit de l'expertise occupe près de huit pages du registre de séance, pour conclure de manière chiffrée que les deux sels sont bien propres à la consommation et au salage, la différence résidant dans les impuretés terreuses :

Qu'ainsi, à raison de ces différences le sel de Pecais est préférable et que dans la proportion qui résulte de nos calculs, dix mesures de ce sel tiendront lieu de onze mesures et un cinquième de sel de Peiriac et Sigean[62].

---

[60] AADS, R 23 novembre 1740, Peccais, à l'origine des Salins du Midi, proche d'Aigues-Mortes, Peiriac et Sigean sur l'étang du même nom.

[61] AADS, R 23 novembre 1740.

[62] *op. cit.*

2.3.2 Arbitrer et décider

Les unités de mesures du XVIIIe siècle nous paraissent aujourd'hui empreintes de confusions et d'imprécisions mais, si les écarts entre ces unités existent, selon les lieux ou les métiers, elles sont en principe définies par des étalons et sont fixes, du moins dans leur domaine d'application. En 1739 Donsenbray conduit une étude détaillée sur les mesures de volume à la demande du Prévôt des marchands parisiens. Il met en lumière les imprécisions de définition, et les différences d'utilisation[63] et formule ensuite des recommandations détaillées pour constituer un jeu de mesures étalons, dont l'utilisation serait plus aisée et qui seraient moins sujettes à des erreurs d'interprétation de leur remplissage :

> *M. le Prévôt des Marchands de Paris ayant reconnu que les mesures différentes qui sont en usage ne portaient, ni par elles-mêmes une marque évidente de ce qu'elles devaient contenir ni ne désignaient rien entre elles de fixe pour que le Public n'eût point à s'y tromper ; je me suis engagé d'examiner s'il ne serait pas possible de donner quelque chose là-dessus qui pût remédier aux inconvénients des mesures dont on fait actuellement usage, sinon parfaitement, du moins pour en corriger les défauts les plus grossiers*[64].

Donsenbray devant toutes les difficultés rencontrées, élabore une méthode de fabrication des mesures étalon et préconise une vérification par des calibres de volumes. Ce mémoire ne déploie pas des mathématiques très complexes, pas plus que des concepts physique de pointe mais il est, au contraire, représentatif de la mise en application de la rigueur du raisonnement et des petits calculs géométriques qui l'accompagnent. Soucieux de donner une réponse pratique et utilisable, les conclusions sont accompagnées de tableaux numériques permettant la constitution d'un nouveau jeu de mesures étalon et la duplication de ces étalons pour fournir des mesures correctes aux cabaretiers.

Une autre expertise, réalisée en 1746, porte sur la validité et la conformité à sa définition de l'étalon de mesure de longueur, l'aune, des merciers. L'affaire est remontée jusqu'au ministre puisque Maurepas écrit à l'Académie une lettre de demande lue en séance le 14 juillet 1745 :

---

[63] Dans le mémoire publié dans *MARS 1739*, p.51, il y a des passages savoureux sur la façon de remplir une pinte étalon qui peut être rase ou comble, le ménisque formé par la tension superficielle du liquide pouvant être concave, à l'intérieur de la pinte étalon, ou convexe, le ménisque étant formé à l'extérieur. On imagine la dextérité nécessaire pour effectuer ces remplissages.

[64] AADS, R 15 avril 1739 et *MARS, 1739* p. 51.

Les Gardes du Corps de la Mercerie de Paris s'étant aperçus, Mrs. que l'étalon sur lequel se mesure l'aulne servant à leur commerce, s'était dérangé, le Roi désire que l'Académie nomme deux commissaires pour faire la vérification de cette mesure en présence de M. le Lieutenant général de Police, sur l'étalon, le Public ainsi que les commissaires dans cette partie étant fort intéressés à ce qu'il n'y ait aucun doute sur cet article[65].

Camus et Hellot sont nommés commissaires pour étudier ce problème. Ils ne rendent leur avis que le 26 mars 1746. Ils rédigent un long rapport de plus de six pages, contenant à la fois le compte-rendu des mesures faites sur l'étalon des merciers, à partir d'étalon de longueur et une véritable enquête de métrologie historique pour comprendre la cause de l'écart de longueur entre l'étalon mesurant 3 pieds, 7 pouces, 8 lignes et sa définition de 3 pieds, 7 pouces, 11 lignes[66]. L'écart n'est pas grand, 3 lignes qui font 6,8 millimètres. Dans la partie métrologie, très significative de la rigueur scientifique des commissaires, nous trouvons le souci de la prise en compte des erreurs dues à la dilatation et l'utilisation de plusieurs étalons de longueur tous comparés entre eux et comparés à l'étalon de base, c'est-à-dire la « Toise du Châtelet ». Pour éviter toute erreur ils se sont fait assister par des professionnels de l'instrumentation scientifique et le récit de cette métrologie montre une maîtrise de l'expérimentation métrologique. Ayant constaté cette différence irréductible, ils en cherchent la cause et pour cela remontent jusqu'à la définition de l'aune, datant de Henri II en 1554, pour découvrir enfin que la définition de la toise, donc du pied, avait été légèrement raccourcie de 5 lignes et que cela n'avait pas été reporté sur l'étalon de l'aune conservé inchangé. La cause étant trouvée, ils établissent également que la définition de l'aune des merciers correspond exactement à 4 pieds romains et cette grande ancienneté, ainsi que le souci de ne pas bouleverser les habitudes commerciales, les conduit à préconiser de conserver l'étalon en vigueur mais en en construisant de nouveaux, mieux divisés, plus faciles à utiliser :

Nous sommes aussi d'avis qu'il serait à propos de faire deux nouveaux étalons de la longueur de 3 pieds, 7 pouces, 10 lignes 5/6 ou 4/5, divisés exactement avec une verge de fer solide, bien étalonnée à 3 pieds, 7 pouces, 10 lignes 5/6 ou 4/5, et divisée avec soin ; de faire graver au dos de ces nouveaux étalons, et de la verge conservatrice, qu'en 1746 l'ancien étalon et ceux qu'on y substitue ont été vérifiés et reconnus contenir 4

[65] AADS, R, 14 juillet 1745.

[66] Dans son cours de mathématiques, l'académicien Camus désigne ce type de nombres mesurant une longueur (ou un poids ou une somme monétaire) comme des nombres « complexes ».

Pieds Romains antiques ou 3 pieds, 7 pouces, 8 lignes du Pied du Roi tel qu'il était avant 1668 et 3 pieds, 7 pouces, 10 lignes 5/6 ou 4/5 du Pied du Roi réduit en 1668[67].

On peut considérer avec un certain mépris ces mesures non décimales, fondées sur des étalons arbitraires, mais il faut reconnaître le soin avec lequel a été conduite cette expertise et la rigueur scientifique appliquée à la résolution d'un problème technique et commercial.

2.3.3 De l'arbitrage à la description

En 1747 Hellot rend compte à l'Académie d'une expertise que lui a confiée le Conseil[68] pour trancher d'un différend entre les artisans tireurs d'or et les officiers de la ville de Lyon. Ce différend est ancien, depuis 1739, le Conseil reçoit des plaintes réitérées de la part de la communauté des tireurs d'or[69] à l'encontre des officiers affineurs d'argent, ces plaintes portent sur la mauvaise qualité des lingots d'argent, leur « aigreur » conduisant à des ruptures de fil lorsqu'il arrive à une certaine finesse. Une deuxième plainte concerne la récupération des fils rompus, les officiers affineurs ne tenant pas exactement compte de l'argent restitué au nom de pratiques et de règlements anciens. Hellot est expert auprès du Bureau du commerce mais c'est comme académicien qu'il rend compte à l'Académie de son expertise le 19 avril 1746 dans un très long[70] mémoire manuscrit non imprimé dans *MARS 1746*[71]. Le problème technique est assez complexe et il le décrit dans le début de son mémoire pour essayer de poser le problème, en démêlant les effets observés des causes invoquées par les parties. Il lui faut aller à Lyon et il pressent que l'affaire sera compliquée puisqu'il demande et obtient un adjoint :

Tels étaient les griefs de cette Communauté qui ne cessait de se plaindre, lorsque le Conseil me fit l'honneur de me choisir pour en connaître la vérité et, en ce cas, pour remédier à l'aigreur des lingots par un affinage ou par des fontes plus exactes. Il était aisé de prévoir que ces sortes d'opérations en grand étaient fatigantes, je demandai un adjoint qui put m'aider et on me donna Mr. Privat qui a été ci-devant directeur des travaux des mines du Roussillon[72].

---

[67] AADS, R 26 mars 1746.

[68] Le Conseil du Roi mais plus vraisemblablement le Bureau du commerce.

[69] Fabricants de fil d'or (en fait fil d'argent plaqué or).

[70] 36 pages écrites serrées, probablement l'un des plus longs mémoires techniques que nous ayons rencontré. Le mémoire de Réaumur, lu en 1713 n'avait été transcrit ni dans les registres, ni dans *MARS*.

[71] Hellot en donne la raison dans le texte.

[72] AADS, R, 19 avril 1746.

Hellot doit donc juger du bien-fondé des plaintes et, si elles sont fondées, proposer des solutions techniques. Il rend compte de son expertise en commençant par une campagne d'essais préliminaires, effectués avant son départ pour Lyon, destinés à vérifie la pertinence de préjugés, existant à Paris comme à Lyon, concernant les conditions de fusion, les creusets, la teneur en plomb de l'argent, supposé nécessaire à la ductilité du métal. Avant de donner le détail des essais, il donne la raison de cette communication en séance car, pour aller au bout de la compréhension des problèmes, il a été amené à décrire en détail deux métiers, celui d'affineur (d'argent à partir de plomb argentifère) et celui de tireur d'or :

> *Je crois qu'il pourra convenir à la Compagnie de conserver dans ses registres la description que je vais lire de toutes les opérations qui ont été faites à Lyon. Elle contient l'art des affineurs et celui des tireurs d'or de cette ville mais j'ose me flatter qu'elle puisse être de quelque utilité à Mr. De Réaumur qui a déjà décrit cet art et à qui je ne pourrai apprendre de nouveau sur cette matière que quelques faits qui ne sont peut-être pas les plus intéressants. Quelque succès que puisse avoir cette descriptions je souhaite qu'elle ne soit pas imprimée parce que la ville de Lyon en croirait sa fabrique ruinée*[73].

Précaution oratoire pour ne pas heurter Réaumur, critique voilée, cela est difficile à trancher. Ce qui est à retenir, selon nous, est représenté par la démarche de Hellot. Face à une situation technique dont le moins que l'on puisse dire, est qu'elle est embrouillée et il suffit de lire le mémoire pour s'en rendre compte, il commence par clarifier les processus et cette fois le passage par la description devient nécessaire avant d'en arriver aux phénomènes et aux solutions. Récit d'essais, descriptions de détails, observations et mesures, tout cet ensemble concourt à l'analyse du processus et à sa compréhension. Face à des pratiques « qui vont de soi » pour les ouvriers, l'académicien questionne, cherche à comprendre, met en doute, décrit la séparation argent-plomb base de la production de l'argent. Le gouverneur de Lyon, le duc de Villeroy, est même convié à assister à la phase finale de mise en lingot. Tout le processus est commenté, chiffré à chaque étape où cela est possible y compris la consommation de bois de chauffe du creuset. La description s'accompagne de la présentation du vocabulaire utilisé par les ouvriers, avec les définitions correspondantes. S'élevant contre des pratiques non expliquées, il démontre leur inutilité à la grande surprise des ouvriers et s'assure par observation au microscope que la présence plomb réduit la ductilité contrairement aux préjugés des affineurs. Il démontre enfin que du plomb argentifère d'une mine proche de Lyon permet d'obtenir de l'argent de bonne qualité :

[73] Ibidem.

Elle [la coupelle servant aux essais] nous a servi en même temps à éprouver le plomb de la mine de St Jullien en Vivarais et à faire connaître aux officiers affineurs que le plomb du Royaume, bien choisi ou bien purifié, est aussi bon pour leur affinage que le plomb d'Angleterre qu'ils tirent de Marseille et qui leur coûte 9 à 10 francs le quintal de plus que celui de St. Jullien (...) mais, malgré cette démonstration, je suis bien persuadé que la routine prévaudra[74].

Remarque désabusée mais qui ne le décourage pas dans la description suivante, celle des tireurs d'or, de formuler des observations et des recommandations aux ouvriers. Pour être complet Hellot se fait présenter la fabrication des filières en aciers permettant de tirer les fils d'argent et les fils d'argent plaqué or, avec toutes les précautions et difficulté de cette dernière opération où il faut étirer l'ensemble plaqué or sans arracher le placage.

Telle qu'elle se présente cette expertise, qui est aussi description, nous montre un savant qui, non seulement observe et décrit mais qui cherche à comprendre et qui finalement met au jour la cause des plaintes des tireurs d'or, les ruptures de fil d'argent, c'est à dire la présence de plomb dans l'argent utilisé, présence qui été réputée en faciliter la ductilité. Hellot ne théorise pas les phénomènes, comme Réaumur le fait pour le fer blanc ou la porcelaine[75], mais pratique des essais quantifiés, conduits à partir d'hypothèses à vérifier, en plus de l'observation attentive et critique des pratiques existantes. Dans ce cas l'expertise inclut nécessairement la description d'un art. Naturellement, pour les raisons de confidentialité déjà évoquées, cette description n'apparaît pas dans la liste des descriptions publiées par l'Académie. Dans l'*Encyclopédie*[76], l'entrée « Tireur d'or » donne une description plus factuelle, essentiellement des opérations mécaniques de filage et de placage de l'or, mais ne dit rien de ce qui était l'essentiel de l'expertise de Hellot, les opérations d'affinage et de fonte de l'argent avec les précautions nécessaire. L'article ne mentionne pas la protection du placage par de la cire pendant le filage, ce que fait Hellot en soulignant son importance. Ce savoir-faire particulier et très important a du être dissimulé, comme un secret de fabrication, par les informateurs de l'*Encyclopédie.*

2.4 CONCLUSION DU CHAPITRE 2

Dans ces expertises, nous voyons que l'Académie est impliquée dans le processus de décision administratif et judiciaire. C'était déjà le cas, nous l'avons vu, dans l'examen des

[74] Ibid.

[75] Voir au chapitre 4, § 4.2.

[76] *Encyclopédie,* Tome 16, pp. 345.

inventions mais cette implication l'immerge plus encore dans la réglementation technique à caractère général, en quelque sorte. Que ce soit pour le jaugeage des vaisseaux ou la réglementation des teintures, pour ne prendre que ces deux exemples, à l'issue de l'expertise des règles de fabrication et de conformité ont été définies. Ces règles pourraient s'appeler aujourd'hui des normes ou standards techniques dans lesquels nous sommes environnés et qui structurent fortement le monde de la technique par un surplomb technico-administratif. Ces règles sont une coproduction des acteurs (les fabricants de poudres comme les teinturiers) et des académiciens. Le discours de rationalisation et de règlementation de la technique commence à échapper aux gens de métiers pour être repris par des « scientifiques » visant à comprendre et expliquer plus en profondeur le fonctionnement technique au sens large, l'expertise de Hellot en représentant le cas le plus typique. Le cadre d'une expertise nécessite de dépasser la description, la prise de décision qui résulte de l'expertise suppose d'en expliciter les raisons et donc d'aller plus avant dans la compréhension par les moyens de l'observation raisonnée, de la mesure, de l'expérimentation. Ce n'est pas sur l'opinion qualitative d'un maître charcutier que l'on peut décider de la qualité supérieure d'un sel par rapport à un autre sel, ce ne peut être que par des mesures et des essais scientifiquement conduits. Produire les raisons d'une expertise consiste à mettre la raison scientifique au cœur du processus de compréhension de la technique.

3 DECRIRE

Examiner, expertiser sont deux modalités de l'intérêt que porte l'Académie à la technique, que ce soit d'une manière particulière dans l'examen de telle ou telle invention ou, de manière plus générale, dans l'expertise de procédés techniques tels les teintures ou la mesure de longitudes. Cela résulte explicitement du règlement ou implicitement de la nature institutionnelle de l'Académie, comme partie prenante de l'administration royale, pensionnée, financée, donc avec des « obligations de service ». Nous allons aborder dans ce chapitre un dernier aspect d'une activité tournée vers la technique dont la nature comporte encore un caractère d'obligation, sans doute résiduelle dans l'esprit de la majorité des académiciens. Ce projet de rédiger les descriptions de la totalité des arts et métiers avait été initié par Colbert pour la première Académie qui n'y avait pas déployé une énergie notable. L'idée de la description se trouvait comme contenue dans l'entreprise de « réduction en art » du XVIe et du XVIIe siècle. Réduire, mettre en scène les machines, décrire les arts, sont différentes manières de « parler de technique », « d'écrire sur les techniques » et ce sont celles qui ont cours en fin de XVIIe siècle. Demander à la toute jeune Académie des sciences en 1675 de se consacrer à cette tâche est tout à fait compréhensible pour un ministre qui cherche à développer le commerce français par l'exportation de produits de qualité et il est légitime de penser que la description des « bonnes pratiques » pourra y contribuer. Nous pouvons nous interroger sur la place réelle que vont prendre ces descriptions dans la première Académie et la manière dont elles sont prises en charge par l'Académie renouvelée de 1699. Nous constatons alors qu'elles sont plus le fait d'individus isolés que du collectif académique. Une sorte de malentendu s'installe entre le projet de rédaction de descriptions, nécessairement figées, et le projet de recherches scientifiques visant à la compréhension des phénomènes naturels qui constitue le projet réel de l'Académie. Décrire ou expliquer représentent deux approches différentes vis-à-vis des techniques et, en observant la place que prennent ces descriptions dans le travail académique, à la fois quantitativement mais aussi qualitativement, par le type de discours récurrent tenu sur les descriptions par la quasi-totalité des académiciens, nous comprenons que la publication de ces descriptions était un horizon inaccessible qui se dérobait sans cesse. Mais décrire représente aussi une première étape, parfois indispensable, pour comprendre et expliquer et malgré une approche qui tend à

délaisser la description comme fin, celle-ci subsiste comme moyen. La publication sans cesse repoussée ne peut alors intervenir qu'à la suite d'un événement extérieur, mais à la suite de la publication de l'*Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert, l'Académie ne peut, par réaction, que hâter et précipiter cette publication. Celle-ci commence en 1761, en dehors donc strictement de la période que nous étudions mais les circonstances de cette publication, le discours qui l'entoure, les participants réels, tout cela nous révèle la pensée qui gouverne la rédaction et la publication, non la pensée immédiate mais la pensée réelle, qui s'exprime dans l'avertissement du premier volume où elle est comme enchâssée dans le discours convenu du progrès des arts par leur description.

3.1 LE PROJET DE COLBERT, SA PLACE DANS LA PREMIERE ACADEMIE

> *Le Roi voulut que l'Académie travaillât incessamment à un Traité Mécanique où la Théorie et la Pratique fussent expliquées d'une manière claire et à la portée de tous (...). On décrirait ensuite dans l'ouvrage même toutes les machines en usage dans la pratique des Arts, soit en France, soit dans les Pays étrangers. Ce fut ce que Mr. Colbert fit savoir par Mr. Perrault à l'Académie, le 19 juin de cette année [1675]*[1].

Moins de dix ans donc après la fondation de la première Académie royale des sciences le pouvoir royal lui fixe comme objectif la description des machines. Ce qui est demandé n'est pas la description des arts mais des machines qui sont utilisées par les arts. Un glissement vers la description des arts eux-mêmes s'est opéré ensuite sans qu'il soit aisé d'en retrouver des traces explicites. En fait un malentendu apparaît dès 1675 entre l'objectif poursuivi par Colbert et l'interprétation qui en est faite par les académiciens. Bien que cela soit antérieur au Renouvellement, il est important d'expliciter ce malentendu en examinant plus en détail un texte inscrit dans les registres à la date du 20 juin 1675. Dès le lendemain de l'exposé par Perrault de la demande de Colbert, une séance extraordinaire de l'Académie est consacrée à un débat sur les meilleures façons de répondre à cette demande. Il s'agit bien d'un débat car le secrétaire, J-B. du Hamel retranscrit les diverses interprétations des académiciens, associées à divers contenus et organisations possibles de l'ouvrage envisagé. Le texte, intitulé « Extraits des registres de l'Académie des Sciences », a vraisemblablement servi de base à la proposition formelle qui a été transmise à Colbert. Ce texte[2], peu connu et à notre

[1] Fontenelle, *Histoire de l'Académie Royale des Sciences depuis son établissement en1666 jusqu'à 1686,* Tome 1, p. 131.

[2] Le texte complet est en annexe 9.

connaissance jamais cité, est très représentatif d'une approche de la technique qui va se manifester de façon très claire dans la période que nous étudions, il la précède, néanmoins il convient d'en tenir compte car il participe à la formation d'une approche scientifique de la technique. Si les académiciens sont presque tous d'accord pour que l'ouvrage soit divisé en deux parties, la première comprenant les principes et la théorie, la seconde traitant de l'application et de la pratique, ils divergent sur l'importance qu'il faut accorder à la partie théorique. Présenter des éléments simples de mécanique et traiter des machines simples fait encore consensus mais certains veulent aller nettement plus loin dans la présentation des connaissances scientifiques et tenter d'expliquer des notions de mécanique[3] qui sont plus pressenties que clairement formulées. Ils veulent aller jusqu'aux lois les plus fondamentales sur le mouvement des corps.

> *Je remarque dans les projets qui m'ont été mis entre les mains que presque tous conviennent dans la disposition générale de l'ouvrage, qu'il doit être divisé en deux parties principales dont la première comprendra tout ce qui concerne la théorie et les principes sur lesquels cette science de Mécanique est établie.*
> *La 2ème expliquera ce qui regarde la pratique ou l'application de la théorie aux machines avec la description et les figures de toutes celles qui sont en usage et en quelque considération (?)[4]. On convient encore que dans la 1ère partie qui doit expliquer les puissances qui font mouvoir les corps et celles qui les arrêtent comme étant les principes naturels des mécaniques et que l'on expliquera la raison des machines simples auxquelles les autres peuvent se réduire.*
> *Mais il y en a qui veulent que dans l'explication de ces puissances on descende plus dans le problème (?)[5], que l'on propose d'abord toutes les espèces de forces mouvantes comme sont celles de la pesanteur, des hommes et des animaux, de l'eau et du vent, du ressort, de la percussion de la poudre à canon : qu'on réduise toutes ces forces à celle du poids et cela par des expériences, quel poids égale la force de l'homme et ainsi des autres.*
> *Quelques uns descendent encore dans un plus grand détail*[6].

Le débat se poursuit sur la méthode d'exposition où tous sont d'avis « *qu'elle doit être simple aisée, dégagée le plus qu'il sera possible des termes trop savants, sans démonstrations mathématiques ».* Les partisans de l'importance des sciences veulent garder l'ordre des mathématiques. Sur la composition de la deuxième partie, les avis divergent également entre

[3] Notions de force, travail mécanique, puissance en termes actuels de mécanique, relations entre masse et accélération, mouvements du centre de gravité.

[4] Mot non déchiffré.

[5] Mot non déchiffré.

[6] AADS, R 20 juin 1675.

des explications à partir des machines simples suivies d'une classification des machines par domaine ou l'on retrouve pour la première fois, au bout de plusieurs pages de texte, le terme « machines des arts et métiers » que l'on doit ordonner en diverses classes. Il y a dans ces projets la genèse d'entreprises classificatrices des machines qui se retrouvent plus tard.

Le 22 juin Perrault transmet la réponse de Colbert qui fait nettement redescendre les ambitions des académiciens à un niveau plus modeste :

> *Le samedi 22 juin 1675 la Compagnie étant assemblée, sur ce que Mr. Perrault le Contrôleur a proposé de la part de Monseigneur Colbert que son intention est que le traité des machines fasse la principale partie de cet ouvrage, que l'on donne la théorie seulement en forme de préface ou d'introduction et le plus brièvement qu'il se pourrait.*[7]

Le secrétaire distribue ensuite le travail et dans cette répartition nous pouvons lire l'intérêt de l'Académie. La seconde partie de l'ouvrage, qui doit contenir les descriptions proprement dites, est attribuée à trois personnes : Buot, le seul ayant laissé quelques traces, académicien géomètre depuis la fondation en 1666 et mort en 1678, Du Vivier dont on ne connait à peu près rien, si ce n'est qu'il a été correspondant de Pitot ou de Camus avant 1734[8] et Pasquier pour qui nous n'avons rien trouvé. Le travail technique est donc confié à des personnages de second plan. En revanche la partie théorique, même réduite à une introduction, est confiée à Huygens, Mariotte, Picard et Blondel qui sont tous des académiciens de premier plan. Il n'est guère surprenant qu'après la mort de Buot en 1678 puis celle de Colbert en 1683 cette entreprise ait pour le moins marqué le pas. Nous avons cru utile de donner ces détails sur ce texte de 1675 car il illustre l'interprétation que fait spontanément l'Académie de cette demande de description. Entre 1675 et 1695 nous ne trouvons aucune trace dans les registres d'une quelconque activité concernant les descriptions.

C'est avec l'arrivée de l'abbé Bignon que l'on retrouve mention des descriptions mais hors du champ académique proprement dit. L'article de Claire Salomon-Bayet[9] rassemble tous les éléments connus concernant la description des arts et métiers avant 1699, sans que nous puissions retrouver le moment de la transformation d'une description des machines en

---

[7] *op. cit.*

[8] Liste des Académiciens de l'Académie des sciences (consultation 17/01/13 sur le site de l'Académie), singulière rétrogradation, il n'a donc pas été intégré à l'Académie renouvelée.

[9] Claire Salomon Bayet, « Un préambule théorique à une Académie des Arts. Académie royale des Sciences(1693-1696). Présentation et textes. » dans *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, 1970, Tome 23, pp. 229-250

description des arts. La date citée par l'article, 1692, correspond à l'arrivée de Bignon et mentionne alors l'existence d'une Académie des arts comprenant des non-académiciens qui se réunissent hors séance de l'Académie, le vendredi. Un lien existe avec l'Académie en effet puisqu'à la fin du registre de séances allant de 1690 à 1693, on trouve un registre des séances du petit groupe réunis par Bignon pour travailler à la description des arts :

> *Sur la fin de l'an 1692 le Roi ayant fait l'honneur à [blanc] de les nommer pour la description que S.M. veut faire faire de tous les arts et métiers.*
> *Ils tinrent leur première assemblée le vendredi 16 janvier 1693 à l'hôtel de M. l'A. B. où ils continuent aussi de s'assembler dans la suite en sa présence, tous les vendredis.*[10]

Il s'agit de Des Billettes, du Père Sébastien Truchet, de Jaugeon et du graveur Simonneau. Dans ces quelques feuillets il est fait mention de rédactions et de gravures de quantités de planches.[11] L'art de l'imprimerie a été abordé en premier, des croquis d'atelier ont été relevés et l'enquête dans les ateliers est attestée par la nécessité de payer les ouvriers qui hésitent à livrer leurs procédés :

> *On a représenté qu'il y a de temps en temps de petites dépenses à faire et qui jointes ensemble peuvent être un peu considérables pour tirer des ouvriers toutes les connaissances nécessaires à une exacte description pour laquelle quantité de minuties connues seulement des gens de métier ne laissent pas d'être aussi essentielles que les procédés les plus importants en apparence de leurs arts.*[12]

L'activité de cette Académie des arts semble s'interrompre en 1696, mise en attente par le travail directement lié à l'imprimerie royale, la refonte des caractères. On ne trouve pas de trace d'activité de cette « mini-Académie » au-delà de 1696. Avoir intégré ces comptes-rendus au registre de l'Académie, avant qu'elle ne devienne une institution réglée, indique une volonté de rapprochement, à l'évidence mise en œuvre par Bignon.

Dans ces années précédant le renouvellement, malgré l'injonction de Colbert, l'Académie ne s'est guère intéressée aux descriptions. Un traité de mécanique a été présenté en séance par La Hire, réponse partielle et inadaptée à ce qui avait été souhaité par le ministre. Le renouvellement devient pour Bignon l'occasion de remettre les descriptions au programme de l'Académie en y intégrant des Billettes, Jaugeon comme pensionnaires d'une nouvelle classe

[10] AADS, R 1690-septembre 1693, folio 150 à 169.

[11] Dans le dossier personnel de Gille Filleau des Billettes (AADS) on trouve une quittance datée du 26 octobre 1694, pour le versement de 884 livres au graveur Simonneau « pour la gravure d'une planche servant à la description des Arts ».

[12] AADS, R novembre 1697-juillet 1698, pages complémentaires sur les descriptions, lundi 14 novembre 1695.

créée à cette fin, la classe des mécaniciens. Truchet est nommé honoraire car comme religieux régulier il ne peut être pensionnaire, nous avons vu que, quoiqu'honoraire, il est très actif puisqu'il participe fréquemment aux commissions chargées de juger les inventions et qu'il participe aux expertises de l'Académie au profit de l'administration royale. Le troisième pensionnaire mécanicien est Dalesme dont on peut relever des interventions en séance avant 1699.

3.2 Le renouvellement et la place des descriptions

Il faut souligner que le règlement de 1699 ne contient aucune mention des descriptions, ni directement, ni indirectement. La mission technique assignée à l'Académie par l'article 31 est explicitement celle de l'examen des inventions. Une autre mention de la technique apparaît à l'article 22 :

> *Quoique chaque académicien soit obligé de s'appliquer principalement à ce qui concerne la science particulière à laquelle il s'est adonné, tous néanmoins seront exhortés à étendre leurs recherches sur tout ce qui peut être utile ou de curieux dans les diverses parties des mathématiques, dans la différente conduite des arts et dans tout ce qui peut regarder quelques points de l'histoire naturelle, ou appartenir en quelque manière à la physique.*

Nous reviendrons au chapitre suivant sur cet aspect de l'activité technicienne de l'Académie mentionnée comme la « conduite » des arts, explicitement différente de la « description ». La prise en charge des descriptions par l'Académie apparaît comme en filigrane, sans mention explicite, mais seulement implicitement. Il s'agit alors d'apprécier la place que prennent les descriptions après le Renouvellement, place « souterraine », nous allons le voir, progressivement abandonnée, avant de connaître une spectaculaire renaissance à partir de la publication de l'*Encyclopédie*.

Nous avons constaté que dès 1675 le corps académique ne souhaitait manifestement pas s'engager dans cette pratique des descriptions, jugeant que le plus important est de découvrir et d'exposer les principes des arts et non leur pratique détaillée. Dès les premières années de l'Académie renouvelée, malgré quelques tentatives, l'entreprise des descriptions est d'abord marginalisée avant d'être mise en sommeil.

L'intégration des anciens membres de l'Académie des arts qui se réunissait chez Bignon dans une nouvelle classe académique de mécanique a probablement été « échangée » contre l'absence de mention explicite d'une quelconque obligation de rédaction, cette nouvelle classe d'académicien étant sans doute supposée les poursuivre ; la nouvelle Académie ne souhaitant

manifestement pas être liée par une obligation contraignante. Effectivement, à la séance du 28 février 1699, des Billettes et Jaugeon exposent, comme les autres académiciens, leurs projets de travaux et dressent la liste des descriptions qu'ils envisagent de rédiger, y compris les planches qu'ils feront graver. Cet exposé des travaux devait se faire suivant le règlement[13] mais dès l'année suivante cette pratique a disparu pour ne réapparaître qu'à la dernière séance de 1739 et de 1740. Les académiciens rendent compte de leur travail en le communiquant à l'assemblée au cours des séances bihebdomadaires de l'Académie, ils en ont l'obligation et quelques académiciens peuvent être exclus pour ne pas avoir effectué de lecture « à leur tour de rôle ».[14] La mention d'une lecture en séance constitue un indicateur de l'exécution d'un travail et cette lecture peut se faire pendant plusieurs séances suivant l'importance du mémoire présenté. Afin d'évaluer la place que prend le travail des rédacteurs de descriptions dans l'activité de l'Académie nous avons relevé les séances au cours desquelles une lecture de descriptions a été faite et le graphique suivant en donne la répartition temporelle, cette distribution est à rapprocher du nombre annuel moyen de séances, 75, pour en apprécier l'importance.

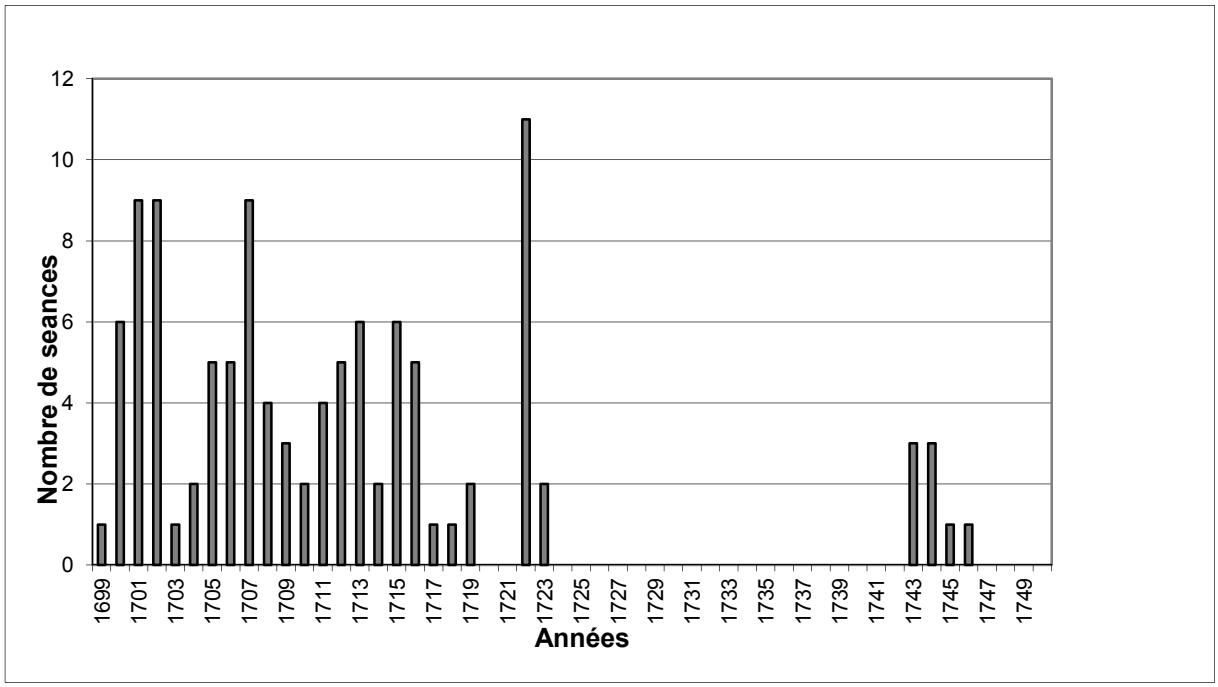


Figure 29 : Nombre des séances avec lecture d'une description, par année, de 1699 à 1750
(Source : AADS, registres de séances 1699-1750)

[13] Article 21.

[14] AADS, R 23 février 1714.

Le premier constat est évident, au-delà de 1722 il faut attendre les années 1743 à 1747 pour retrouver une mention explicite à la lecture en séance d'une description qui nous le verrons ne présente pas tous les caractères de description « pure » d'un art. Les académiciens « technologues » intégrés au début du siècle au moment du renouvellement sont bien ceux qui se réunissait chez Bignon, à l'exception du graveur Simonneau. Le Père Sébastien Truchet (religieux de l'ordre des Carmes) a été nommé honoraire et à ce titre n'a pas d'obligation d'intervenir régulièrement en séance. Cela ne signifie pas qu'il soit inactif, bien au contraire, nous l'avons souvent rencontré comme commissaire pour un examen d'invention, mais il ne présente pas de descriptions. Gilles Filleau des Billettes a déjà 65 ans quand il est nommé pensionnaire au moment du Renouvellement. Il n'intervient plus après 1711, est nommé vétéran, qualification honorifique, en 1715, ce qui signifie qu'il n'est plus en état de participer pleinement à l'activité académique et il meurt en 1720. Des Billettes lui-même était bien conscient de la difficulté d'inscrire les descriptions dans le travail académique puisqu'il conclut ainsi un mémoire sur les écluses :

> *Mais il semble que ce détail et la précision des minucies d'un tel ouvrage ne convient proprement qu'à un livre de la description des arts plutôt qu'à des mémoires académiques*[15].

Jacques Jaugeon est nommé également pensionnaire en 1699, puis vétéran en 1724, année de sa mort, il intervient sur des descriptions jusqu'en 1719. Ces deux académiciens, sont les intervenants très majoritaires sur le sujet entre 1700 et 1722. Dans une Académie qui se veut une entreprise scientifique collective ils font un peu figure d'exception. Ils interviennent en séance pour lire les descriptions produites mais leurs mémoires ne sont pas repris dans les registres, contrairement à l'article 40[16]. Dans les histoires annuelles une mention très courte est faite par exemple en 1701 :

> *La description de tout ce qui appartient à l'imprimerie a été continuée par Messieurs des Billettes et Jaugeon*[17].

Ou en 1703 :

> *Monsieur des Billettes a fait la description de l'Art du graveur et M. Jaugeon celle de la Frappe des Poinçons*[18].

---

[15] AADS, R 10 juillet 1700.

[16] *Le secrétaire sera exact à y insérer [*dans les registres*] les traités dont il aura été fait lecture.*

[17] *HARS 1701,* p.141

L'abbé Bignon tente de relancer l'Académie en 1702 :

Pour hâter l'entreprise générale de la Description des Arts, M. l'abbé Bignon a chargé M. Carré de décrire tous les instruments de musique dont on fait usage en France et qui sont au nombre de 60[19].

Carré lit effectivement un écrit en 1702 sur le clavecin qui occupe quatre séances mais qui n'est pas plus imprimé que ceux de des Billettes ou Jaugeon puis on ne trouve plus d'autres mentions officielles tentant de relancer la description. Des Billettes et Jaugeon continuent à fournir des descriptions qui sont simplement notées et jamais retranscrites. Le graphique montre également que la place des descriptions dans l'activité académique varie beaucoup d'une année sur l'autre. Quelques communications de Dalesme dans les années 1700 peuvent être assimilées à la description des arts, nous savons que Dalesme participait aux travaux de la première Académie sans en être formellement membre et que cette participation lui permettait de présenter des machines ou diverses inventions. Il est donc proche de la technique et ses interventions sont proches d'une descriptions. La Hire lit un traité sur les peintures non reproduit également. En 1711 on trouve une première intervention de Réaumur, là encore il est cité comme ayant lu une description. Réaumur, académicien depuis 1708, relance effectivement l'entreprise des descriptions, il est avec l'abbé Bignon la cheville ouvrière de l'enquête du Régent dont nous avons parlé au chapitre précédent. Le Régent lui attribue personnellement une pension assez importante, 12 000 livres par an, en considération des efforts qu'il déploie, à la fois pour les descriptions et pour l'enquête du Régent :

Etant informé que le Sr. de Réaumur de l'Académie des Sciences a fait des découvertes très avantageurses qui l'engagent à des dépenses très considérables et indispensables , comme aussi des soins et du succès avec lequel il a avancé le grand ouvrage de l'Histoire et description de tous les arts[20].

L'attribution de cette pension n'apparaît pas dans les registres du vivant de Réaumur mais comme l'ordonnance qui l'institue comporte une clause de reversion à l'Académie en tant que corps, en 1759, après la mort de Réaumur, le Roi confirme la décision de continuer à verser cette pension au profit de l'Académie, tout en supprimant ce qui était versé auparavant, en justifiant ce « tour de passe-passe » qui fait perdre 12 000 livres à l'Académie par la

[18] *HARS 1703,* p. 135.

[19] *HARS 1702,* p. 135.

[20] AADS, R 3 février 1759.

considération que cette somme était plus que suffisante et que l'Académie s'en servait pour des pensions ou des gratifications[21].

> *Le don de 12 000 livres sur les Postes est le véritable patrimoine de l'Académie auquel il avait été suppléé par des ordonnances sur le trésor royal (...) doit être suffisante comme elle l'a été jusqu'à présent, la plus grande partie de cette somme étant même employée en pension et gratification*[22].

Réaumur est donc vivement soutenu par le Régent et il s'implique personnellement en particulier dans les arts concernant la métallurgie du fer. A son tour, il lit des descriptions en séance mais ces descriptions glissent progressivement vers des mémoires à caractère plus « théorique » au sens où il recherche les principes, le pourquoi des opérations métallurgiques. D'une certaine façon il lasse l'assemblée :

> *M. de Réaumur a lu un nouveau mémoire sur l'acier.*
> *M. de Réaumur a lu un 9ème mémoire sur l'acier.*
> *M. de Réaumur a lu un 10ème mémoire sur l'acier*[23].

Mais celle-ci reconnait l'évolution de la pensée derrière une nouvelle façon de traiter d'un problème technique :

> *M. de Réaumur, en étudiant les Arts que l'Académie a entrepris de décrire a eu très souvent occasion d'étudier aussi le fer en ses différents états et de cette étude sont nés les deux Arts nouveaux énoncés dans le titre du livre dont nous parlons*[24].

L'année 1723 est la dernière où l'on trouve une trace explicite de travail sur les descriptions avant une longue interruption. Réaumur communique ses travaux sur le fer et l'acier, et sur le fer blanc. Signe de la mutation du statut de ces textes, ils sont, soit simplement cités, soit imprimés. Ceux qui ne sont pas imprimés (jugés probablement trop descriptifs) sont tout de même exposés à l'occasion du commentaire que publie l'Académie sur l'ouvrage de Réaumur : *L'art de convertir le fer forgé en acier & L'art d'adoucir le fer fondu ou de faire des ouvrages de fer fondu aussi finis que de fer forgé* qui regroupe ces mémoires lus en séance et dont on trouve trace dans les registres mais qui ne sont pas publiés dans les *Histoires*. Il y a bien désinvestissement progressif de l'Académie dans la rédaction de

[21] La pension de Réaumur étant payée par le receveur des postes royales garantit un paiement plus régulier que la pension versée globalement à l'Académie payée directement sur le trésor royal.

[22] AADS, R 3 février 1759.

[23] AADS, R, 13 et 23 juin, 24 juillet, 14 août 1722.

[24] *HARS 1722*, p. 43.

ces descriptions, L'étape suivante est atteinte en avril 1725 année où Réaumur présente un mémoire sur le fer blanc dont le caractère de description est clairement abandonné au profit d'un caractère de prescription :

> *Nous négligerons pourtant de rapporter le détail d'une infinité de pratiques qui allongeraient trop un simple mémoire et que nous ne manquerons pas de donner lorsque nous publierons une description complète d'un art dont nous ne voulons actuellement que découvrir les principes*[25].

Réaumur ensuite, si l'on peut dire, passe à autre chose, puisque les années suivantes il produira essentiellement des mémoires sur les sciences naturelles. Dans son éloge rédigé par Grandjean de Fouchy en 1757[26] à peine une ligne mentionne qu'il s'est occupé des desccriptions alors que ces travaux sur la métallurgie ou sur la porcelaine et les insectes ou encore le thermomètre sont longuement évoqu és. Pendant vingt ans il n'est plus fait mention de séances comportant une lecture de la description d'un art et il faut atendre la fin de notre période pour en retrouver une. Huit séances sont consacrées, entre 1743 et 1746, à l'art de la corderie rédigé par Duhamel du Monceau qui réclame lui-même des commissaires pour examiner son travail. A la lecture du compte-rendu de ces commissaires, le 3 août 1746, nous pouvons nous demander s'il s'agit encore d'une description au sens strict. L'auteur a effectivement visité les ateliers de corderie, s'est entretenu avec les ouvriers, a effectué une description de l'art au sens strict mais il a dépassé la description pour passer à la prescription. Le compte-rendu énonce clairement qu'il ne s'agit pas d'une simple description :

> *Mr. Duhamel, l'auteur de ce traité, ne s'est point borné à la simple description de toutes les espèces de cordes en usage dans la Marine et des différentes manières de les fabriquer mais il a fait des recherches qui ne sont pas moins utiles que curieuses sur tout ce qui peut contribuer à rendre plus forts, plus durables et plus parfaits les cordages qui sont l'objet de ce traité*[27].

La conclusion du rapport, à la suite d'un exposé de tous les chapitres, est tout à fait explicite :

> *Il s'est fait une loi de ne rien avancer qui ne fut démontré par la voie de l'expérience, qui fait quelques fois découvrir des choses qu'il eût été difficile de prévoir et sans laquelle les raisonnements les plus spécieux laissent toujours quelques doutes dans les matières de Physique. Les expériences ont été faites avec soin, répétées un grand nombre de fois en*

---

[25] AADS, R 11 avril 1725.

[26] *HARS 1757,* pp. 201-216.

[27] AADS, R 3 août 1746.

présence des officiers de la Marine qui ont voulu y assister et des gens de l'art, prévenus de leurs anciennes pratiques. Plusieurs de ceux-ci, convaincus par leurs yeux les ont déjà abandonnées pour se conformer aux vues de Mr. Duhamel[28].

Est-ce encore une description ? Ou bien une norme de fabrication ? Dans les expertises que nous avons présentées au chapitre précédent, une part descriptive restait toujours présente, comme la description de l'art du tireur d'or d'Hellot, chargé de trancher un différend judiciaire et, dans le cas du traité de Duhamel, la structure du document apparaît bien comme à la fois descriptive et prescriptive.

De la tentative d'Académie des arts de l'abbé Bignon à la fin du XVIIe siècle jusqu'aux années 1750, nous passons bien d'un intérêt marginal à un désintérêt quasi-total au moins sous l'aspect institutionnel pour la description pure, en parallèle avec un discours nettement orienté vers les « principes » des arts, sur la distinction entre description et prescription.

3.3 DECRIRE OU EXPLIQUER, LE CHOIX ACADEMIQUE

Quand l'Académie est renouvelée, en toute fin du XVIIe siècle, la pensée technique passe par la pratique de la « réduction en art » qui permet de structurer le discours sur la technique autour d'une observation rigoureuse, d'une volonté de clarification du vocabulaire et d'un exposé structuré des pratiques techniques. Nous considérons que les descriptions, telles qu'elles sont abordées, mises en sommeil puis réactivées sont une forme de discours technique qui est directement issu de la réduction en art. Même si l'Académie n'y a pas investi d'énergie et d'intérêt, cette approche de la technique par l'observation et la mise en ordre rationnel n'est pas complètement négligée puisque après la publication de l'*Encyclopédie* de Diderot, l'Académie a fait publier les Descriptions des arts. Bien que la date de cette publication soit située en dehors de la période qui nous intéresse, il n'est pas possible de la passer sous silence car à cette occasion, dans un avertissement justificatif, elle exprime une pensée qui s'écarte sensiblement de celle de la réduction en art.

3.3.1 De la « Réduction en Art » aux « Descriptions des Arts »

Il n'est pas dans notre propos d'expose ce que représentent les réductions en arts, l'ouvrage dirigé par Hélène Vérin et Pascal Dubourg-Glatigny : *Réduire en Art, la technologie de la Renaissance au Lumières* en rend compte de manière tout à fait éclairante, citons la définition condensée qui en est donnée :

[28] Ibid.

> *REDUIRE EN ART, du latin ad artem redigere : rassembler des savoirs épars, fragmentaires et souvent non écrits, les mettre en ordre méthodique à l'aide des mathématiques, de la rhétorique, de la figuration. Contribuer ainsi au bien public*[29].

A-F. Garçon, dans sa contribution met en lumière le lien opéré par Agricola entre réduction en art et description :

> *(...) l'art compris ici comme la collation et l'interprétation raisonnée, c'était aller à l'essentiel, c'était poser les jalons d'une pratique susceptible de devenir scientifique, dirions nous aujourd'hui.*

Nous avons déjà vu qu'Agricola constitue une référence pour les académiciens lors de l'examen des inventions, l'observation des planches du *de re metallica* montre une analogie certaine avec celles des descriptions : représentation de l'atelier, représentation des outils, représentation des gestes des ouvriers. Une autre des références utilisées, l'ouvrage de Ramelli, *Le diverse et artificiose machine,* plus centré comme son nom l'indique sur les machines peut être relié à cette pratique intellectuelle de la réduction en Art. Nous pouvons donc considérer que la description est présente à l'esprit des élites cherchant à développer un discours sur les techniques pour les améliorer, comme une pratique incontournable dans la lignée de la réduction en Art. La démarche intellectuelle de la réduction en art, des descriptions, représente le point de départ d'une pensée technique qui ne cesse de vouloir dépasser la pratique antérieure. Malgré le dédain académique, tous les travaux entrepris sur les arts ont contribué fortement à structurer la pensée technique des académiciens.

Diderot s'est vanté d'avoir été dans les ateliers pour observer et recueillir les informations nécessaires à la description des arts mais cette démarche d'observation réfléchie était déjà celle de des Billettes et de Jaugeon. On trouve dans le dossier personnel de des Billettes des croquis relevés dans des ateliers. Le premier croquis montre un atelier de verrier, il est assez grossier et se présente comme un relevé préliminaire de la disposition spatiale de l'atelier et des divers ouvriers, montrés avec des gestes élémentaires, génériques : porter le verre en fusion, souffler le verre, tourner pour façonner le flacon, entretenir le four.

[29] H. Vérin et P. Dubourg-Glatigny : *Réduire en Art, la technologie de la Renaissance au Lumières*, quatrième de couverture.

Figure 30 : Atelier de verrier
(Source AADS, dossier personnel de Gilles Filleau des Billettes)

Un autre croquis relevé dans un atelier d'imprimerie représente les outils et pièces de presses à imprimer.

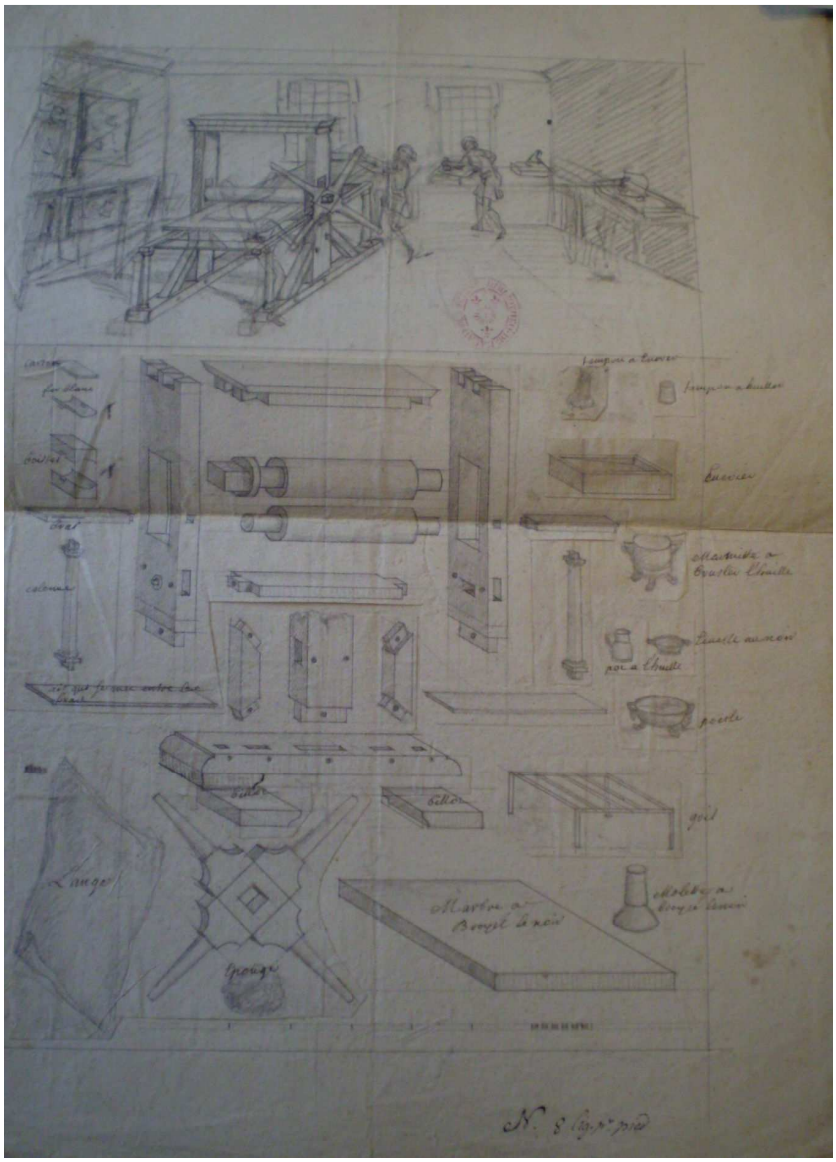


Figure 31 : Outils et pièces de presse d'imprimerie
(Source AADS, dossier personnel de Gilles Filleau des Billettes)

Le relevé général de l'atelier, dans la partie supérieure de la figure, est très probablement le relevé *in situ*, on distingue d'ailleurs un « repentir » dans la figuration esquissée d'un ouvrier actionnant la presse en face de celui dont la représentation est plus affirmée. La représentation des éléments de presse et d'outils divers n'est peut-être pas un croquis initial et il est possible d'y trouver une élaboration plus détaillée de la représentation des pièces et outils. De même Hellot, dans son mémoire sur les tireurs d'or, ou du Fay dans sa description de l'art de la teinturerie, qui nous l'avons vu n'est pas qu'une description, sont allés dans les ateliers, ont observé, relevé les pratiques, chercher à comprendre le vocabulaire et ont rencontré les même difficultés pour vaincre la méfiance des ouvriers et maîtres artisans. Hellot ne prétend pas faire une description, Réaumur, dit-il, l'a déjà faite et il demande que le

mémoire ne soit pas imprimé, à la demande des métiers de Lyon, pour préserver leur secret. Il rend compte des divers procédés dans le cadre d'une expertise judiciaire et, pour illustrer la difficulté du contact avec les ouvriers, il s'exprime ainsi :

> *J'avais remarqué, quelques jours auparavant, qu'une coupelle qui avait servi [*description d'un défaut observé et des questions posées*] ils me répondirent d'un air moqueur qu'il y avait plus de trente ans qu'on en mettait et qu'il contribuait à la réussite de l'affinage. Comme il ne s'agissait alors que de voir faire l'affinage selon l'ancienne méthode, je feignis d'approuver ces excellentes raisons*[30].

L'observation n'est plus seulement passive, il y a volonté de comprendre, éventuellement de proposer des modifications. Entre les descriptions fidèles, mais non nécessairement novatrices, de des Billettes ou Jaugeon et celles de Réaumur sur le fer, un glissement s'opère puisqu'à l'occasion de ces descriptions, Réaumur pose les bases de la métallurgie du fer et de l'acier en commençant à placer l'acier entre la fonte et le fer, se mettant en position de le comprendre comme un alliage. Lorsque sa description de l'art d'adoucir le fer fondu est enfin éditée, Duhamel l'accompagne d'une introduction où il indique clairement que le travail de Réaumur dépasse la simple description :

> *Il est vrai que ce traité passe un peu le but que s'est proposé l'Académie en entreprenant l'histoire des arts qu'elle publie. Elle a bien aperçu qu'il n'y avait presqu'aucun art qui ne pût être perfectionné*[31].

A la description de ce qui est, s'ajoute une réflexion rationnelle sur les processus « scientifiques » en jeu dans la technique métallurgique. Si l'Académie manifeste un certain dédain pour les descriptions des arts il n'en reste pas moins qu'à cette occasion un travail assez considérable de réflexion sur la technique a été fait. Le regard que portent les académiciens sur les arts est un regard extérieur, ce qui ne signifie pas qu'il soit méprisant. Néanmoins les descriptions impliquent « *une démarche intellectuelle de qualité*[32] », il s'agit de comprendre les techniques telles qu'elles s'observent ; la qualité d'observation est fondamentale pour ensuite progresser vers un énoncé objectif des gestes et des pratiques, à la fois par des croquis et par des textes explicatifs. Pour dépasser la transmission des techniques d'un métier par le geste et la parole, le savant produit un discours raisonné d'abord en observant puis en dévoilant par un dessin que l'on peut qualifier de codifié, ce qui se passe

[30] AADS, R 19 avril 1747.

[31] *Descriptions* Tome 15, p.74.

[32] F. Russo, *Introduction à l'histoire des techniques*, p.201.

dans la mise en oeuvre d'une technique et en complétant les planches par des descriptions. Les descriptions écrites s'articulent avec le dessin sans qu'il soit aisé de définir l'ordre de cette articulation et l'ensemble dévoile une *intelligence des techniques et une explicitation des processus qu'elles exigeaient*[33]. Il s'agit de dévoiler une pensée technique qui ne s'exprime pas par le discours en lui superposant un discours explicite qui se veut rationnel avec parfois des emprunts métaphoriques au corps humain, à la médecine, voire à la cuisine. Le vocabulaire manque, souvent la connaissance scientifique des phénomènes est quasi inexistante ou susceptible d'égarer plus que d'éclairer[34] et cela nécessite l'usage de la métaphore. Malgré toutes ces difficultés, une telle démarche conduit à un approfondissement du regard que portent les académiciens sur la technique et ouvre la voie à une réflexion plus abstraite.

La limite de ces descriptions se trouve néanmoins dans leur caractère non créateur, décrire l'existant, le figer en quelque sorte, même objectivé, ne procure pas des moyens essentiels au progrès technique. Les objections qui avaient déjà été formulées par Francis Bacon, citées par Hélène Vérin, soulignant les contradictions entre codification et invention, sont pressenties par les académiciens :

> *Parmi les errances qu'il dénonce dans le livre I de « Du progrès et de la promotion des savoirs », il y a celle par laquelle « on réduit, de manière prématurée et qui met fin aux questions, le savoir en arts et en présentations méthodiques »*[35].

Ils insistent alors sur l'importance primordiale qu'il y a de donner les principes d'un art plutôt que d'en donner les détails dans une description méticuleuse. Il ne faut certes pas négliger que la diffusion de ce que l'on nomme aujourd'hui dans les recherches d'amélioration de processus industriels, les « bonnes pratiques », a un effet d'entrainement. L'observation par un homme de l'art d'une description entraîne une réflexion technique porteuse d'améliorations[36].

---

[33] F. Russo, *op. cit.,* p. 201.

[34] Le phlogistique est une illustration de cette capacité d'égarement que peut avoir le discours scientifique. *op. cit. p*. 18-19.

[36] Il est difficile de rendre compte de cette interaction toujours à l'œuvre dans la technique actuelle autrement que par des expressions un peu triviales comme : « Tiens, ils font comme ça, c'est curieux à quoi ça sert ?, on pourrait essayer ».

3.3.2 Une publication tardive

Lorsque paraît l'*Encyclopédie*, l'Académie prend conscience que le travail accumulé mais non mis en valeur a été en partie utilisé par les auteurs pour leurs propres descriptions. L'article de Georges Huard[37] rend compte des péripéties qui ont entouré la publication des planches de l'*Encyclopédie.* Entre les auteurs de l'*Encyclopédie* et Réaumur, un différend a pu naître, vite dissimulé pour ne pas nuire, sans doute, à une entreprise emblématique de la République des Lettres et l'Académie certifie en note liminaire qu'il n'y a pas eu d'utilisation de planches déjà gravées :

> *Messieurs les libraires associés à l'Encyclopédie ayant demandé à l'Académie des Commissaires pour vérifier le nombre des desseins et gravures concernant les Arts et Métiers qu'ils se proposent de publier, nous commissaires soussignés, certifions avoir vu, examiné et vérifié toutes les planches et desseins mentionné au présent état montant au nombre de six cents sur cent trente arts dans lesquelles nous n'avons rien reconnu qui ait été copié d'après les planches de M. de Réaumur. En foi de quoi nous avons signé le présent certificat. A Paris, ce 16 janvier 1760. MORAND, NOLLET, DE PARCIEUX, DE LA LANDE*[38].

Le premier volume paru contient un avertissement de l'Académie qui fixe sa pensée sur les arts et leurs descriptions. Il contient tout d'abord une explication justificative de son silence de plus de quatre-vingts ans, de 1675 à 1761, date de la première publication d'une description. Nous ne sommes pas dupes de cette justification, les exemples que nous avons cités, de la préférence donnée aux principes sur les descriptions, montrent que les raisons de ce silence ne sont pas celles qui sont invoquées et qui sont plus une autojustification qu'une justification crédible. Celle-ci commence par une proclamation rhétorique de l'intérêt que l'Académie prétend avoir porté à l'entreprise, en allant même jusqu'à s'attribuer la paternité du projet, oubliant la demande de Colbert, les hésitations sur le contenu, le passage d'un traité de mécanique à des descriptions :

> *L'ouvrage que nous présentons au public est le fruit d'un travail commencé depuis longtemps par l'Académie Royale des Sciences. Cette Compagnie était à peine formée qu'elle conçut le projet d'examiner et de décrire successivement toutes les opérations des*

---

[37] Cf. G. Huard, « Les planches de l'Encyclopédie et celles de la Description des Arts et Métiers de l'Académie des Sciences » dans Astruc (Jean-Pierre), *L'Encyclopédie et le progrès des sciences et des techniques.*

[38] *Recueil de Planches sur les arts libéraux et les arts mécaniques avec leur explication,* première livraison, Paris, 1762 (le mot « Encyclopédie » a été remplacé pour contourner la révocation du privilège, la note liminaire se trouve sur six des sept volumes, le 3 excepté)

Arts mécaniques, persuadée que cette entreprise pouvait également contribuer à leur progrès et à celui des Sciences[39].

Cette affirmation, assénée avec une certaine impudence, est suivie de l'exposé de ce que pense l'Académie des liens entre sciences et techniques et la justification reprend ensuite, en tentant d'expliquer l'inexplicable retard mis à la publication de travaux réputés très avancés. Les arguments utilisés sont, pour certains, d'une franche mauvaise foi :

C'est dans cette vue que l'Académie des Sciences dirigeant toujours ses travaux vers les choses utiles avait inspiré aux membres qui la composent le désir de concourir à la description des Arts[40].

Nous avons vu ce qu'il en était de cette participation des académiciens, au mieux, ils travaillent sur des sujets techniques en exprimant clairement leur désintérêt pour les descriptions.

Le deuxième argument utilisé par l'Académie pour se justifier consiste à invoquer l'immensité de la tâche et le volume considérable du travail déjà accompli :

Depuis le commencement de ce siècle elle n'a pas cessé de rassembler des matériaux pour y parvenir (...). Feu M. de Réaumur avait été chargé de recueillir un assez grand nombre de mémoires déjà faits par plusieurs académiciens, ainsi que d'autres envoyés des différentes Provinces de la France ou des pays étranger. Les mémoires sur les arts se sont multipliés, un grand nombre d'ateliers, d'opérations, de machines d'instruments, d'outils ont été dessinés et gravés sous un même format, l'Académie possède à présent plus de deux cents planches servant à leur description[41].

L'existence de ces planches est en effet bien attestée par l'utilisation qui en a été faite par les auteurs de l'Encyclopédie. La conclusion de ce paragraphe vient, involontairement sans doute, confirmer ce que nous pensons de l'investissement des académiciens pendant les années 1725 à 1750 (voire au-delà, jusqu'en 1769) :

---

[39] *Descriptions des Arts et Métiers faites ou approuvées par Messieurs de l'Académie Royale des Sciences de Paris, avec figures en taille douce. Nouvelle édition publiée avec des observations et augmentée de tout ce qui a été écrit de mieux sur ces matières en Allemagne, en Angleterre, en Suisse, en Italie. Par J.E. Bertrand.* Tome I, Neuchâtel, Imprimerie de la Société typographique, 1771, pages XVI-XIX. Il n'y a pas lieu de considérer que l'avertissement de l'Académie repris dans cette édition n'est pas l'avertissement initial. Compte tenu de l'importance qu'il faut, selon nous, accorder à ce texte, il est *in extenso* en annexe 10.

[40] *op. cit.* p.XVII

[41] *op. cit.* p.XVI

L'ouvrage serait plus avancé si plusieurs morceaux ne se trouvaient pas égarés[42].

La méthode d'élaboration de ces descriptions en vue de leur publication consiste à distribuer les matériaux existants aux académiciens en y joignant des descriptions directement rédigées par des artistes ou des savants étrangers, aveu des manques constatés dans les descriptions :

> *(...) ces matériaux ont été distribués en 1759 aux académiciens dont les études se sont portées principalement du côté de la mécanique et de la physique. (...) ils profiteront avec reconnaissance des mémoires qui pourront être envoyés à l'Académie concernant les descriptions et la perfection des Arts*[43].

Nous pouvons alors nous interroger sur les académiciens qui ont effectivement participé à ce travail. En examinant les auteurs identifiés[44] des descriptions nous pouvons alors constater que les académiciens ainsi mis à contribution sont très minoritaires. Nous pouvons citer les académiciens titulaires, d'honoraire à adjoint qui ont effectivement contribué aux rédactions : Malouin (chimiste), Morand (anatomiste), Courtivron (mécanicien), Lalande (astronome), Duhamel (botaniste), Fougeroux de Bondaroy, botaniste (et neveu de Duhamel), Réaumur, de Milly (associé libre), de Chaulne (honoraire), Macquer (chimiste), Nollet (mécanicien). Duhamel du Monceau est l'auteur dont le nom revient le plus souvent et dont la spécialité, botaniste, est assez éloignée des descriptions comme l'art de forger les enclumes ou l'art du couvreur. Il a vraisemblablement sous-traité la mise en forme de descriptions existantes ou même la rédaction de descriptions à des artisans capables de ce travail, des « *artistes du premier ordre* »[45]. Nous pouvons retrouver le procédé dans la préface de *L'art du plombier et du fontenier »* dont l'auteur est anonyme :

> *Animée de l'amour du bien public, l'Académie des sciences a fait en 1761 de pressantes invitations aux citoyens de s'unir à elle pour la description des arts, afin qu'en réunissant sous un même point de vue les connaissances acquises par la succession des temps on pût*

---

[42] *op. cit.*, p. XVII

[43] *op. cit.*, p. XVII-XVIII

[44] L'article de Maurice Daumas et René Tresse donne un aperçu des auteurs que nous pouvons retrouver également dans l'édition numérisée du CNAM (« La Description des Arts et Métiers de l'Académie des Sciences et le sort de ses planches gravées en taille douce », *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*. 1954, Tome 7 n°2. pp. 163-171.

[45] *op. cit.*, p. XVIII

les conduire à leur perfection ou, du moins, les mettre à l'abri des révolutions qu'ils ont éprouvées si souvent.[46]

Nous retrouvons des correspondants d'académiciens comme Bouchu pour la métallurgie, Gallon ou Roland de la Platière. Les autre auteurs sont plus difficiles à situer, on retrouve des membres de la famille de Duhamel, des graveurs sont cités comme auteurs. S'il fallait encore nous convaincre de la nature de la participation des académiciens et de la réalité qui se cache derrière « *les mémoires qui se sont multipliés »,* nous pouvons écouter ce qui dit Duhamel lui-même dans la préface qu'il rédige au *Nouvel art d'adoucir le fer fondu* écrit par Réaumur :

Elle a donc jugé plus convenable de commencer par décrire les arts tels qu'ils sont (...) en publiant un ouvrage sur l'adoucissement du fer fondu qui s'est trouvé dans les papiers de M. de Réaumur ; elle désirerait même être dans le même cas à l'égard de beaucoup d'autres[47].

Nous pouvons alors nous demander pourquoi une institution aussi prestigieuse que l'Académie, à son apogée en quelque sorte, reste dans ce malentendu entre un grand intérêt proclamé et un plus mince intérêt effectif. En examinant l'objectif réel, exprimé également dans cet avertissement du premier volume, nous pouvons considérer que l'enjeu réside pour les académiciens, non dans la description peu novatrice, peu ambitieuse, mais dans une prise de pouvoir, en utilisant une expression forte, de la science sur la technique.

3.3.3 Diriger la technique par la science

Nous avons souligné dans les chapitres précédent combien, pour l'Académie, l'important résidait dans les « principes », que ce soit dans la conduite d'un examen, l'appréciation de la qualité d'un inventeur, selon qu'il connait ou non les principes ou dans une expertise menée rationnellement et scientifiquement. Cet avertissement qui précède le premier volume contient, comme nous venons de le dire, des justifications au retard mais aussi un discours idéologique construit sur les rapports entre science et technique, sur la hiérarchie pour être plus exact, que veut instituer l'Académie.

En premier lieu celle-ci considère que le progrès des arts n'a été possible et rapide que dans les Etats où les sciences sont les plus développées. La conviction fortement exprimée est celle d'une hiérarchie entre sciences et techniques, à la fois temporelle et qualitative. Les arts

[46] *Descriptions des Arts et Métiers* (op. citée, tome XIII).

[47] *Descriptions des Arts et Métiers* (op. citée, tome XV).

sont présentés comme dépendants du travail scientifique et leurs seuls progrès ne peuvent qu'être imputables aux progrès des connaissances scientifiques. Le progrès des techniques ne pouvait être que lent et tâtonnant avant le progrès des sciences. La technique, la vraie aux yeux des académiciens, procède de la science. N'est technique que la science mise en application, dans l'explication, la justification des techniques existantes. En second lieu elle exprime la conviction que le progrès des techniques ne peut que passer par la résolution, par les savants naturellement, des problèmes que ne peuvent résoudre les techniciens. Les savants seront alors capables de susciter les inventions des techniciens, non seulement en conduisant des recherches scientifiques permettant de mieux comprendre les pratiques techniques mais aussi en enrichissant ces techniques par des connaissances théoriques qui peuvent à terme remplacer les savoir-faire pratiques par des procédés rationnels :

> *Si les Arts, nés dans l'obscurité et lentement avancés de siècle en siècle par les tâtonnements de l'industrie, ont précédé de beaucoup l'établissement des Compagnies savantes, on ne peut s'empêcher de reconnaître qu'ils ont fait des progrès rapides dans les temps et dans les Etats où les sciences ont été cultivées avec plus de succès. On en sera bientôt convaincu si l'on veut comparer l'état présent de [*énumération de plusieurs arts*] enfin de plusieurs arts relatifs aux travaux ordinaires des Académiciens à l'état où ces mêmes arts étaient il y a cent ans ; on y verra des différences immenses qui ne sont point dues au hasard mais aux efforts que l'on a fait depuis cette époque pour perfectionner la géométrie, la mécanique, la chimie, l'optique, l'anatomie etc.*
>
> *Ne doit-on pas attendre de nouveaux degrés de perfectionnement dans les Arts lorsque des savants exercés sur les différentes parties de la physique se donneront la peine d'étudier et de développer les opérations souvent ingénieuses que l'artiste exécute dans son atelier.*
>
> *(...) Le Géomètre, le mécanicien, le chimiste donneront des vues à l'artiste intelligent pour surmonter des obstacles qu'il n'a point osé franchir. (...) et pour assujettir à des règles sûres un nombre d'opérations délicates qui dépendent de la justesse du coup d'œil ou d'un tour de main et dont la réussite n'est que trop souvent incertaine*[48].

Nous savons que ce discours, loin d'être descriptif, est performatif, en exprimant une technique scientifisée idéale ce qui est loin d'être encore le cas au XVIIIe siècle. Nous reviendrons sur cette ambition au chapitre suivant. Il serait facile de trouver une multitude de contre-exemples à cet idéal de la science appliquée mais il faut, tout de même, souligner l'importance considérable que prennent les mathématiques et la méthode expérimentale dans la rationalisation de la technique. Nous devons prendre cet avertissement pour ce qu'il est, un discours programme, encore assez loin de la réalité, visant à faire prendre le contrôle de la technique par la science. En distribuant, selon ses dires, les mémoires ou descriptions déjà

[48] *Descriptions des Arts et Métiers* Tome I, page XVI.

existantes et non égarées pour les mettre en forme, l'Académie ne s'engage pas dans une prise en charge de la rédaction de ces descriptions, au contraire elle en appelle à des rédacteurs extérieurs en les assurant de la reconnaissance des académiciens en charge des descriptions :

> *(...) profiteront avec reconnaissance des mémoires qui pourront être envoyés à l'Académie concernant la description ou la perfection des Arts. Elle nous autorise même à déclarer de sa part que son intention est de publier sous les noms de leurs auteurs (...) les ouvrages bien faits en ce genre qui lui seront présentés, soit par d'habiles artistes soit par des savants étrangers ou regnicoles, après qu'ils auront été examinés et approuvés dans la forme ordinaire*[49].

Le discours est clair, le rôle de l'Académie est bien d'être une instance de contrôle de la technique, les textes soumis par « d'habiles artistes » seront soumis à une procédure d'approbation sans que l'on discerne très bien ce que doivent être les critères de jugement, sauf à rapprocher ces approbations de ce que nous avons vu dans l'examen des inventions, une recherche de descriptions faisant une place éminente aux « principes ». Cet appel à des contributions extérieures, des « *citoyens versés dans la connaissance des arts et des artistes de premier ordre* » est répété, étant bien entendu que c'est l'Académie qui a initié ce travail et qu'elle entend bien continuer à le contrôler. La publication commencée en 1761 est faite en urgence, les descriptions ne sont pas réunies en volumes, et les publications faites par cahiers, charge aux acquéreurs de les relier dans l'ordre qui leur convient. Il convient de souligner que l'Académie n'a pas d'idées très arrêtées sur le classement idéal des arts pour former des volumes, elle se contente de regretter que l'on n'ait pas pu les publier en volumes regroupés suivant des critères relevant du sens commun, le fer avec le fer, les métaux précieux, les tissus. Nous ne voyons pas apparaître de volonté classificatrice forte, comme pourrait être celle de la technologie « beckamnienne »[50] :

> *Il serait à souhaiter sans doute qu'on pût dès à présent, réunir, soit en un seul, soit en plusieurs volume les arts qui ont entre eux des relations prochaines, par exemple tous les arts qui façonnent le fer, ceux qui travaillent l'or et l'argent, ceux qui trament des tissus de toute espèce.*[51]

---

[49] *op. cit.*, p. XVIII.

[50] Nous reviendrons au chapitre 6, sur l'entreprise de classification des arts qui se trouve au cœur de l'entreprise de Johan Beckmann qui introduit l'enseignement de la technologie pour les administrateurs, comme science camérale.

[51] *Descriptions des Arts et Métiers* Tome I, pages XVIII

Nous avons évoqué les circonstances qui ont conduit Diderot à utiliser des planches de l'Académie, récupérées dans des conditions peut-être douteuses. L'Académie a préféré fermer les yeux. Aux séances du 12 et du 19 décembre 1759 les commissaires chargés d'examiner les planches de l'*Encyclopédie* et celles de Réaumur sont d'abord obligés de faire nettoyer celles-ci avant d'en tirer des épreuves pour cette comparaison, à l'évidence l'entreprise de description était en sommeil sous la poussière. Les conclusions de cette comparaison blanchissent les éditeurs de l'*Encyclopédie* tout en reconnaissant que la comparaison a été faite sur des échantillons non représentatifs, ne traitant pas des arts et métiers. Ce qui permettra à ces éditeurs de mettre en avertissement, dans chaque volume paru, le certificat – de complaisance ? – des commissaires, que nous avons cité. Il nous parait suffisant d'illustrer, sans porter de jugement, cette « filiation » par des comparaisons entre les dessins de des Billettes et la planche correspondante de l'*Encyclopédie* :

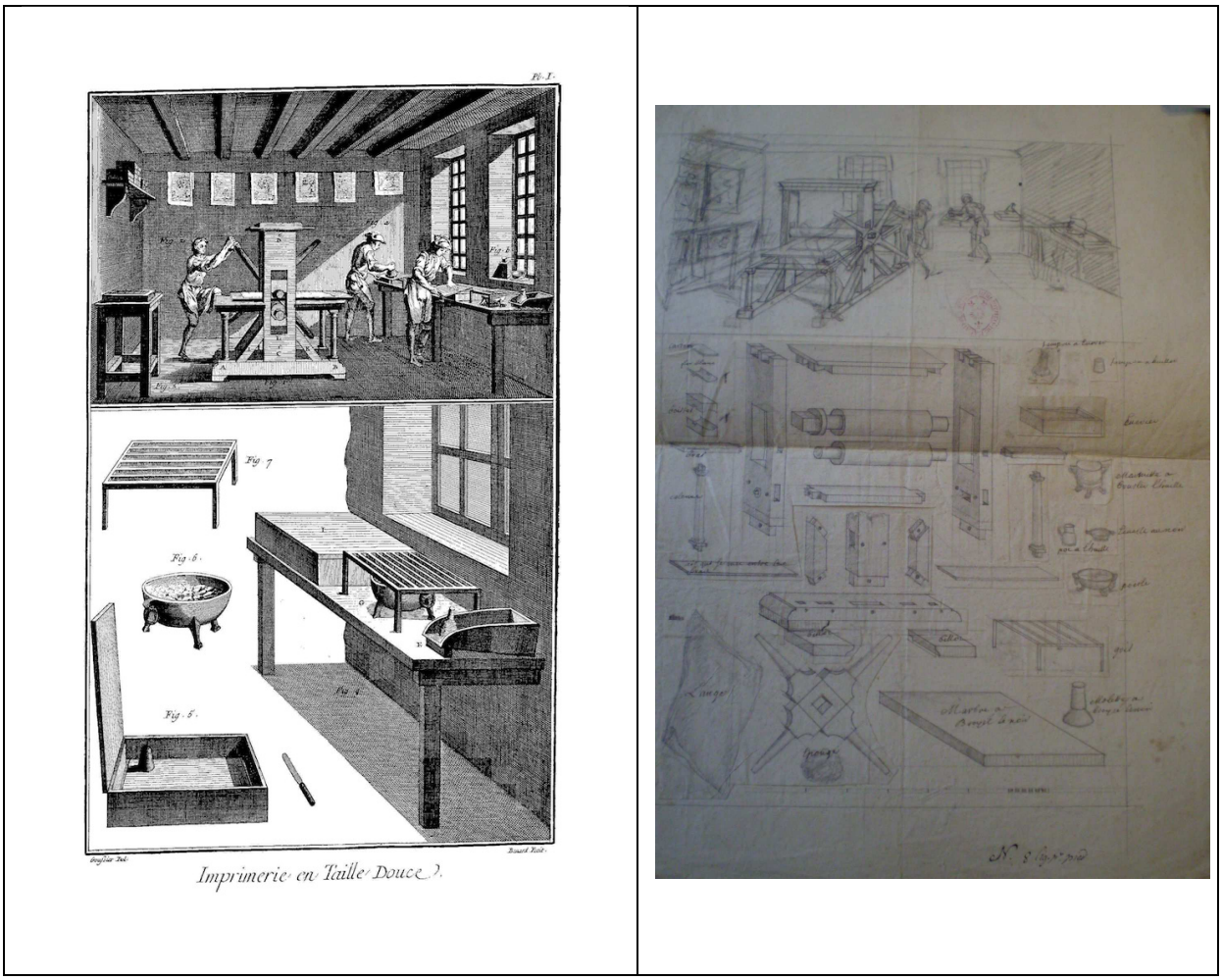


Figure 32 : Planche de l'Encyclopédie comparée au croquis de relevés initiaux (vue générale)
(Sources : l'*Encyclopédie* (Volume 7) Imprimerie en taille douce, planche 1 et AADS, dossier personnel de Gille Filleau des Billettes)

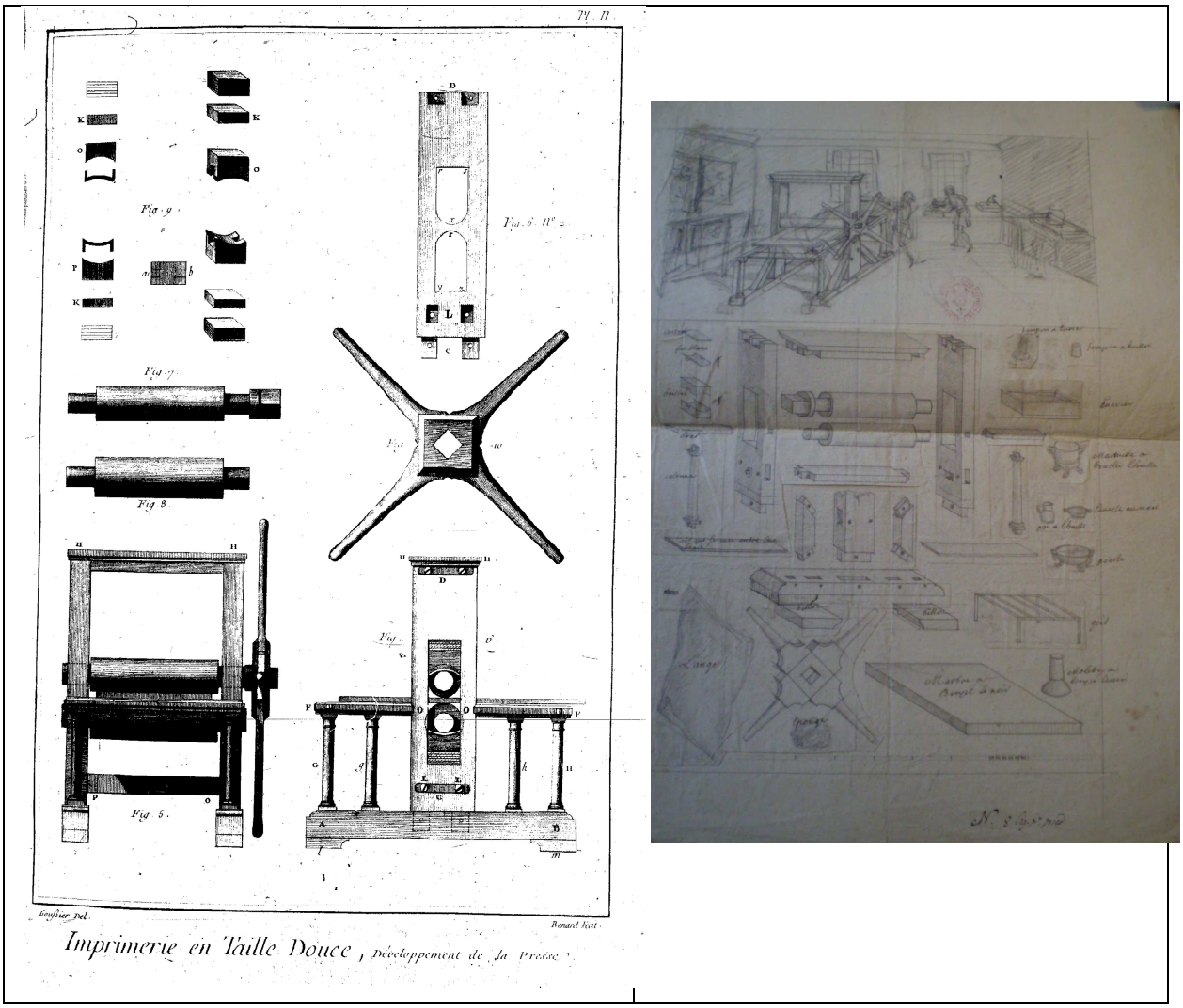


Figure 33 : Planche de l'Encyclopédie comparée au croquis de relevés initiaux (outils)
(Sources : l'*Encyclopédie* (Volume 7) Imprimerie en taille douce, planche II et AADS, dossier personnel de Gille Filleau des Billettes)

En reprenant le croquis de des Billettes qui avait certainement fait graver les planches correspondantes l'analogie est flagrante. Pour terminer, nous pouvons mettre en regard une planche de la *Description des arts* et une de l'*Encyclopédie* :

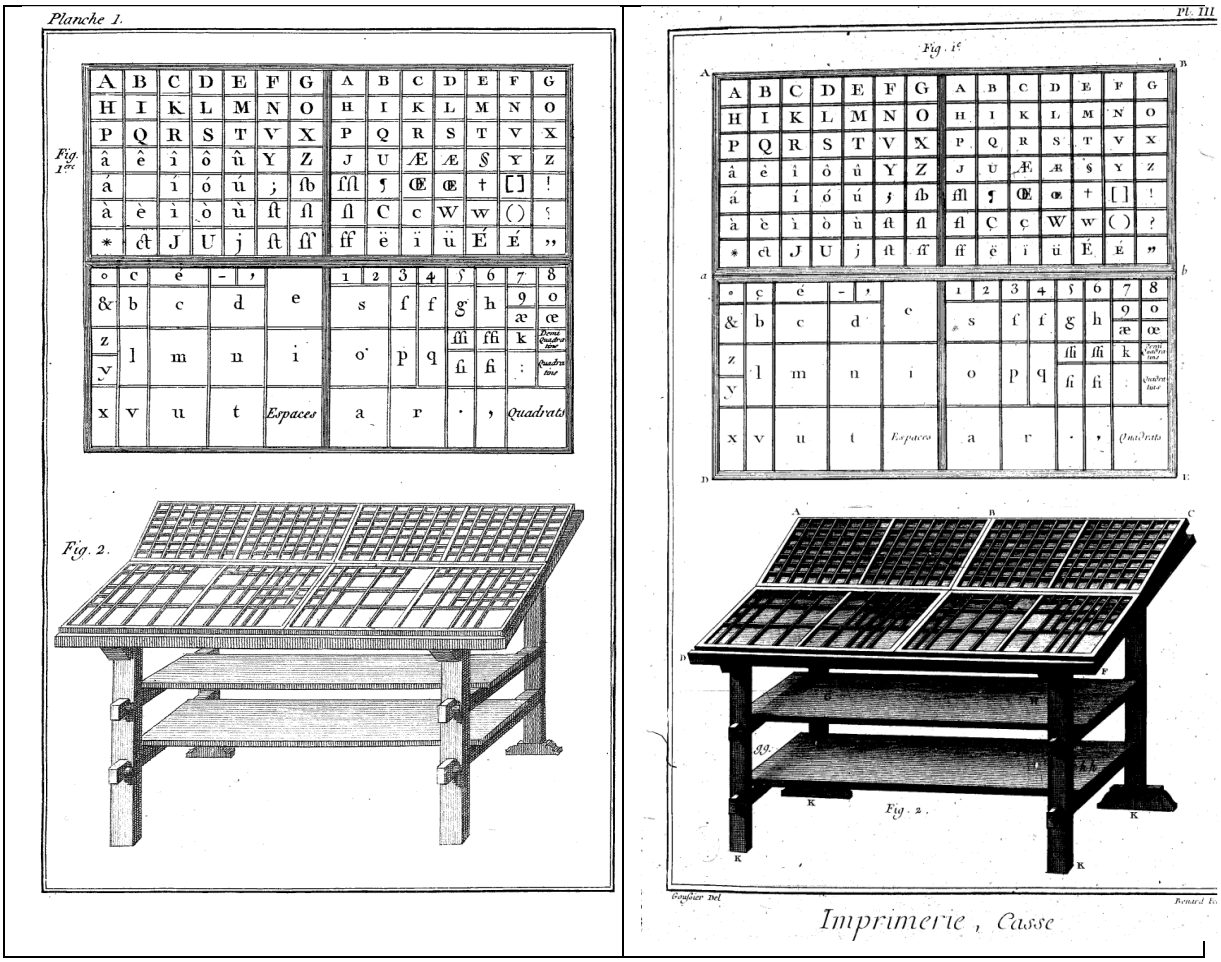


Figure 34 : Planches de l'Encyclopédie et de la description de l'art d'imprimer [52]

3.4 CONCLUSION DU CHAPITRE 3

Entre la demande d'un ministre soucieux de progrès technique et le début d'une publication, 84 ans se sont écoulés. Nous avons vu se dérouler une histoire, un peu chaotique, de la réalisation d'une demande, transformée en projet propre, celle de la description des arts et métiers. Projet sans cesse mis en sommeil, relancé, de nouveau mis en sommeil, se terminant par une publication et toujours porteur de l'ambiguïté persistante entre décrire une technique et l'expliquer par la présentation de ses « principes ». L'Académie exprime nettement sa volonté de fonder les techniques sur les sciences en construction. Les connaissances scientifiques sont notoirement insuffisantes pour rendre compte de tous les

[52] Nous laissons au lecteur, s'il en a le temps, le soin de décider quelle est la planche de l'Encyclopédie et celle de la description des Arts en ne donnant pas la totalité des références des sources (source Planches de l'Encyclopédie, volume 7 et Description de l'art d'imprimer)

phénomènes physiques ou chimiques mis en œuvres dans les techniques de cette première moitié du XVIIIe siècle mais la démarche obstinément répété est bien de « scientifiser » la technique. La première étape de cette « scientifisation » réside dans l'utilisation des mathématiques, dans la conduite d'expérimentations rationnelles, de mesures et, face au foisonnement des techniques déjà là, les académiciens ne veulent pas se laisser enfermer dans une description qui fige les techniques existantes, qui ne dévoile rien des phénomènes et qui, somme toute, ne permet pas le progrès, sauf à considérer que le progrès réside dans la diffusion des bonnes pratiques. Les techniques ne sont pas à décrire mais à étudier comme un phénomène physique dont l'étude doit permettre de tirer des lois scientifiques fondées en raison et permettant, à partir de la compréhension du « pourquoi » de construire un progrès technique à partir de la résolution des problèmes rencontrés par les « hommes de l'art » et par la mise à disposition de ces mêmes « hommes de l'art » d'outils intellectuels leur permettant d'imaginer, d'inventer, de dépasser les techniques existantes. C'est parce que l'écart est encore très grand entre cette technique scientifisée et les techniques existantes que la publication s'impose comme un moindre mal, si l'on ose dire, mais sous la condition que ces descriptions soient sous le contrôles des savants. Le projet de Diderot qui apparaît dans *l'Encyclopédie* vise à remettre à l'honneur les arts mécaniques, les techniques, il l'exprime dans l'article « Arts » de l'*Encyclopédie.* Il peut sembler moins ambitieux, plus immédiatement pratique, il a néanmoins conscience de cette nécessité de mettre de la raison dans la technique. Il n'y a une relative parenté entre son exposé des liens entre pratique et théorie et celui que nous avons vu dans l'Avertissement de l'Académie. Au technicien revient le soin de poser les problèmes, au savant de les résoudre, au technicien éclairé par le savant revient le soin de faire progresser la technique :

> *Il est évident par ce qui précède que tout Art a sa spéculation et sa pratique : sa spéculation qui n'est autre chose que la connaissance inopérative des règles d e l'Art, sa pratique qui n'est que l'usage habituel et non réfléchi des mêmes règles. Il est difficile, pour ne pas dire impossible, de pousser loin la pratique sans la spéculation et réciproquement de bien posséder la spéculation sans la pratique. (...) C'est à la pratique à présenter les difficultés et à donner les phénomènes ; et c'est à la spéculation à expliquer les phénomènes et à lever les difficultés, d'où il s'ensuit qu'il n'y a guère qu'un artiste sachant raisonner qui puisse bien parler de son art*[53].

Au-delà d'une opposition probablement un peu factice et circonstancielle entre l'*Encyclopédie* et les descriptions s'établit une volonté de rationaliser les techniques, de les

[53] *Encyclopédie,* Tome 1, p. 714.

gouverner par la science. Cette volonté est naturellement plus fortement exprimée par les académiciens qui ne cessent de répéter que découvrir les principes d'un art est plus important, voire plus urgent, que d'en donner tous les détails dans une description. Cet écart, cette bifurcation de deux régimes de la pensée opératoire de la pensée pratique et technique d'une part, à la pensée technologique se lit, comme en filigrane, dans les titres des descriptions de l'Académie. Soit il s'agit d'un art, d'un métier « artisanal » et le titre est celui du maître et de ses compagnons qui l'exercent, soit il s'agit d'une technique plus complexe, plus « industrielle », avec tout ce que ce mot peut comporter d'anachronisme et d'ambiguïté. La distinction n'est pas absolue, n'est pas explicitement exprimée, mais il n'est pas possible de la passer sous silence. Certes certains métiers qui clairement ressortent de métiers réglés n'ont pas de titre personnalisé comme l'art de la lingerie ou de la broderie du volume 14 mais les arts que nous avons rencontrés dans les centres d'intérêt des académiciens[54] par exemple dans les inventions, sont dépersonnalisés. Le volume 1 contient des métiers personnalisés : meunier, boulanger et vermicellier ; le volume 2 contient l'art des forges et fourneaux à fer et non pas l'art du forgeron ; le volume 6 contient l'art du serrurier, l'art du chandelier et l'art d'exploiter les mines de charbon de terre là encore le titre est dépersonnalisé ; dernier exemple, le volume 15 contient, entre autres, la fabrique des ancres, la forge des enclumes le nouvel art d'adoucir le fer fondu et l'art modeste du faiseur de peigne en acier pour la fabrique des étoffes de soie. Dans l'histoire de la rédaction de ces descriptions et dans la parution il n'est pas aisé de retrouver les véritables auteurs, il est permis de douter de la véritable paternité de la rédaction des arts du cuir attribuée à l'astronome Lalande[55]. En revanche pour des techniques majeures comme la métallurgie ou la forge des ancres les auteurs sont bien les académiciens qui apparaissent dans la page de garde ou dans l'introduction. Il y a deux catégories de descriptions pour les académiciens, celles qu'il « faut écrire » ou faire écrire et celles que l'on « veut écrire » car porteuses de progrès techniques.

Il subsiste une part d'hésitation devant ce que nous pourrions appeler l'aventure des Descriptions. Rejet, désintérêt exprimé en interne mais intérêt proclamé au moment de la parution, rédaction d'arts « intéressants », sous-traitance d'autres jugés plus mineurs, tout cela montre que sur la relativement longue période qui va de 1675 à 1761 l'Académie a hésité puis

[54] Ou que nous examinerons dans le chapitre suivant.

[55] Le site Internet de l'Académie des sciences ne mentionne d'ailleurs pas les descriptions dans la bibliographie de Lalande.

a choisi une formulation des descriptions plus en accord avec sa pensée qui devient technologique. L'expertise de Hellot que nous avons décrite au chapitre précédent montre bien cette transformation des descriptions purement factuelles, purement descriptives, en osant le pléonasme, vers des textes techniques d'une nature différente, plus à la recherche du « pourquoi ça marche ? » que du « comment ça marche ? ».

4 ETUDIER

Entre examiner, expertiser ou décrire, l'Académie répond à une demande, satisfait une obligation liée à son règlement ou à une obligation héritée, plus ou moins bien assumée. Mais tout ce travail consacré aux techniques, tourné vers l'extérieur, exogène en quelque sorte, se double d'un travail endogène, considérable par son ampleur et sa diversité. Sur le mode de la recherche scientifique qui est le cœur de son activité, l'Académie entreprend une recherche prenant pour objet des techniques existantes. Nous avons déjà cité l'article 22 du règlement qui encourage les académiciens à consacrer leurs recherches à « la conduite des arts » en soulignant bien que conduire ce n'est pas décrire. C'est bien par choix propre que se développe cette activité de recherche et de réflexion sur la technique. Au-delà de travaux de science « pure », spéculative, de l'ordre du vrai et du faux, l'Académie consacre une part significative de son activité à des recherches portant sur la technique, dépassant les descriptions ou les examens pour se situer plus dans l'ordre de la prescription et de nombreux mémoires sont produits sur des sujets techniques. Dans le même temps l'Académie fait place aux écrits techniques qui lui sont présentés en les jugeant au même titre que les inventions, en leur donnant ainsi notoriété et garantie de sérieux et en prenant en charge leur publication. A travers les sujets proposés pour le prix Rouillé de Meslay, le public savant est invité à participer à cette recherche technique, démultipliant ainsi les moyens de l'Académie qui, toutefois, garde ces travaux sous son contrôle en attribuant les prix. Cette démarche originale, n'était pas nécessairement contenue dans ce que l'administration royale attendait de l'Académie. Nous pouvons mesurer la place de ces recherches, nous verrons qu'elle est significative, entre 1699 et 1750 pas moins de 736 séances sur les 3909 séances tenues comportent une intervention d'un académicien sur une étude technique que nous distinguons d'un examen d'invention ou d'une description d'un art. De plus cette place tend à augmenter dans le temps d'une manière assez significative. Comme pour les inventions, une typologie de ces études est possible, elle présente des similitudes avec celle de ces dernières mais aussi des différences qu'il est intéressant d'analyser. Toutes ces recherches sur des sujets techniques ont des caractères communs, en particulier des méthodes que l'on doit rattacher à celles de la recherche scientifique qui s'est installée depuis le XVIIe siècle. Derrière le terme de « principes » qui revient comme un leitmotiv, nous chercherons à comprendre ce

qu'entendent les académiciens par ce mot qui, au long des discours, devient un peu « fourre-tout ». Les « principes », ce sont tout à la fois des lois que l'on tire de la compréhension de phénomènes techniques, des modélisations mathématiques permettant de prévoir ces mêmes phénomènes et, de là, de dimensionner les moyens techniques à mettre en œuvre. A partir d'observations raisonnées et d'expérimentations conduites rationnellement, la compréhension progresse et permet d'imaginer de nouveaux instruments ou de formuler des règles de conception. Comme pour les examens nous constatons que tous les académiciens ne sont pas également concernés par ces recherches et études mais qu'il existe une population plus restreinte qui s'implique dans ces travaux, population que l'on peut croiser avec les spécialistes des examens avec des recouvrements – ce qui n'est pas surprenant – ou des exclusions qu'il convient d'interpréter. Il faut enfin, à partir de 1720, faire une place à l'attribution de prix récompensant des travaux sur des sujets techniques. Les réponses à ces prix que nous connaissons pour ceux qui sont primés, nous renseignent sur ce qu'attendent les académiciens en termes de discours technique, de pensée technique. L'étude plus détaillée d'exemples significatifs nous permettra de mettre en évidence les caractères généraux qui caractérisent ces travaux. Nous y retrouverons − mais est-ce une surprise ? − la même volonté de comprendre le « pourquoi » des techniques pour en dégager ce qui est nécessaire à leur conduite, à leur mise sous tutelle de la science.

4.1 LES TECHNIQUES COMME OBJET DU TRAVAIL ACADEMIQUE

4.1.1 La place des études techniques au sein de la première Académie

Cette place n'était pas totalement absente dans la première Académie mais les registres sont inégalement tenus, très succincts, se limitant la plupart du temps à la mention des sujets abordés et des intervenants. Le nom des académiciens présents n'est jamais mentionné avant décembre 1694. Le texte des interventions est rarement cité, hormis les observations astronomiques, essentiellement de Cassini, ou les innombrables distillations de Bourdelin[1]. En 1683, à la mort de Colbert, l'Académie passe sous le contrôle de Louvois qui immédiatement fait savoir ses intentions :

[1] Il n'est pas impossible que l'institution du tour de rôle ait été destinée à obliger les académiciens à présenter leurs travaux mais aussi à empêcher quelques académiciens de monopoliser la parole.

Mrs. L'abbé Gallois et Blondel ont dit que l'intention de Monseigneur Louvois était qu'on travaillât particulièrement aux matières qui peuvent être utiles au public et contribuer à la gloire du Roi[2].

Une personnalité extérieure, de la Chapelle, qui n'apparaît pas dans la liste des académiciens, intervient assez souvent pour faire connaître les volontés de Louvois. Il lit en séance et fait copier dans le registre une lettre très explicite sur la visée utilitariste de Louvois :

J'appelle recherche curieuse ce qui n'est qu'une pure curiosité, un jeu et pour ainsi dire un amusement des chimistes, cette Compagnie est trop illustre et a des applications trop sérieuses pour ne pas s'attacher ici qu'à une simple curiosité.
J'entends une recherche utile ce qui peut avoir rapport au service du Roi et de l'Etat pas le grand œuvre (...) transmutation des métaux, dont M. de Louvois ne veut pas entendre parler ou bien la recherche et l'examen des mines, minières de France et de toutes les compositions «sulphurées» qui servent à la guerre[3].

Malgré cette injonction nous n'avons pas décelé d'inflexion particulière dans la pratique académique des années 1680. A partir de 1691 l'Académie passe sous le patronage du comte de Pontchartrain et la présence de l'abbé Bignon comme « président »[4] marque le début d'une « reprise en main ». Le fonctionnement des séances, les registres sont régulièrement tenus, le nombre de séances annuelles enregistrées est du même ordre de grandeur que celui que l'on observera après le Renouvellement mais l'activité « technique » est alors essentiellement consacrée aux descriptions dévolues à l'Académie « parallèle » réunie par Bignon dont il a été question au chapitre précédent. Les académiciens, de leur côté, ne se désintéressent pas de la technique, ils accueillent des inventeurs, examinent en séances leurs propres inventions ou machines et consacrent, par exemple, en 1690 et 1691, 8 séances à un travail de La Hire sur les machines d'Héron d'Alexandrie ou, en 1694 et 1695, 20 séances à la lecture du Traité des Mécaniques du même. Comme nous l'avons vu au chapitre précédent, ce traité s'inscrit probablement dans la réponse proprement académique à la demande de Colbert et à la tentative de relance de Bignon. La technique n'est donc pas absente, elle est aussi le fait de quelques académiciens qui proposent des machines, comme Perrault, ou de futurs académiciens de cette première Académie, comme Sauveur qui sera nommé en 1696 et de la Hire en 1694 ou encore de futurs académiciens nommés en 1699 comme Dalesme.

[2] AADS, R 17 novembre 1683.

[3] AADS, R 30 janvier 1686.

[4] Comme il n'y a pas de règlement écrit, formel, et donc de positions définies, il n'est pas désigné ainsi.

Occasionnellement, on note l'intervention de personnes étrangères à l'Académie qui font une présentation de mémoire ou d'invention, comme si un cercle plus éloigné du noyau central contribuait à la vie de l'Académie et se constituait comme une réserve d'académiciens dont la nomination intervient progressivement dans les années précédant le renouvellement ou à l'occasion de celui-ci. Les choses vont changer après le renouvellement. L'activité de l'Académie devient alors considérablement plus lisible dans les registres de séances, en particulier l'obligation faite au secrétaire d'y insérer le texte des mémoires lus en séance permet de disposer du contenu complet d'études sur des sujets techniques.

4.1.2 La place de la technique dans l'Académie renouvelée

Autant dénombrer et classer les inventions ne présentait pas de difficultés particulières autant la mesure de la place de la technique dans le travail académique proprement dit doit être justifiée. Pour évaluer la place de cette activité technique « endogène », il importe de définir un indicateur permettant de la mesurer. Si l'on considère que le cœur de l'activité académique se situe dans les séances bihebdomadaires et que ce qui ressort des registres de séances est la transcription des travaux présentés par les académiciens « à leur tour de rôle », mesurer la proportion de séances où la technique est présente par rapport au nombre de séances annuelles est l'axe choisi pour mesurer la place de la technique. Une séance au cours de laquelle un académicien a présenté un travail portant sur un sujet technique peut être classée comme une « séance technique interne ». La présentation d'un mémoire sur un sujet technique (ou scientifique) commence par des énoncés type : « *Monsieur ... a lu un écrit sur… »* ou bien : « *Monsieur ... a continué la lecture de son écrit sur… »*, ou enfin, pour ce qui concerne les descriptions : « *Monsieur ... a lu la description de l'art du… ».* La classification d'un tel écrit comme « technique » ou « scientifique » permet bien de marquer la séance comme séance technique interne. Cela ne signifie nullement que toute la séance a été consacrée à la technique, même si cela se produit fréquemment, mais permet de repérer, donc de dénombrer, les séances où la technique a été présente, sans les confondre avec celles consacrées à des comptes-rendus d'examens d'inventions. Un écrit peut apparaître au cours d'une ou de plusieurs séances, signe de son ampleur ou des discussions qui ont pu avoir lieu et sur lesquelles nous ne savons rien, mais le nombre de séances qui lui ont été consacrées représente donc son importance. Une séance peut parfois être l'occasion de plusieurs interventions techniques et, en cela, être comptée deux fois mais c'est rare et ne pèse pas sur les statistiques. La question centrale qui se présente est bien l'attribution du caractère

« technique » au travail d'un académicien. Dans une société complexe et économiquement structurée, cela se traduit par la possibilité d'insérer le résultat de ce travail dans la sphère marchande. Une autre façon de considérer ce choix se trouve dans la finalité propre de la recherche que présente un académicien, est-elle de l'ordre du savoir, du vrai, de la connaissance ou bien de l'ordre du « faire», de l' « agir », du « produire », du « vendre » ? On voit par là que ce questionnement indirect sur l'objet du travail exposé en séance permet, dans une grande majorité des cas, un partage entre ce qui est « scientifique » et ce qui est « technique ». Ajoutons que la plupart des cas considérés ne présentent pas d'ambiguïtés difficiles à trancher et que les nombres obtenus sont suffisamment importants pour que les statistiques qui s'en déduisent ne soient pas fragilisées par quelques erreurs de classification qui, d'ailleurs, peuvent se situer dans les deux directions et potentiellement s'annuler. Enfin, l'établissement d'une typologie pour ces séances, comparable à celle des inventions renforce la pertinence des critères qui ont été utilisés. Les séances où un écrit concernant une expertise est communiqué ont été considérées comme internes dans la mesure où il s'agit de résoudre un problème technique, assimilable à une étude technique. Nous avons isolé au chapitre précédent les séances consacrées à des lectures de descriptions des arts en soulignant le caractère particulier de cette activité. Si, dans un premier temps, nous les considérons comme « internes », de 1699 à 1750, l'Académie a tenu 3 907 séances et, sur ce total, 845 peuvent être qualifiées de séances techniques internes, toutes natures confondues. Soit un pourcentage global de 21,6 %, un peu plus d'une séance sur cinq donc. Si, maintenant, on retire les séances consacrées aux descriptions, le total est de 736, soit près de 19 %. L'évolution dans le temps du nombre de « séances techniques internes », hors description des arts, entre 1699 et 1750, est donnée par le graphique suivant[5] :

[5] Les tableaux annuels détaillés sont en annexe 11.

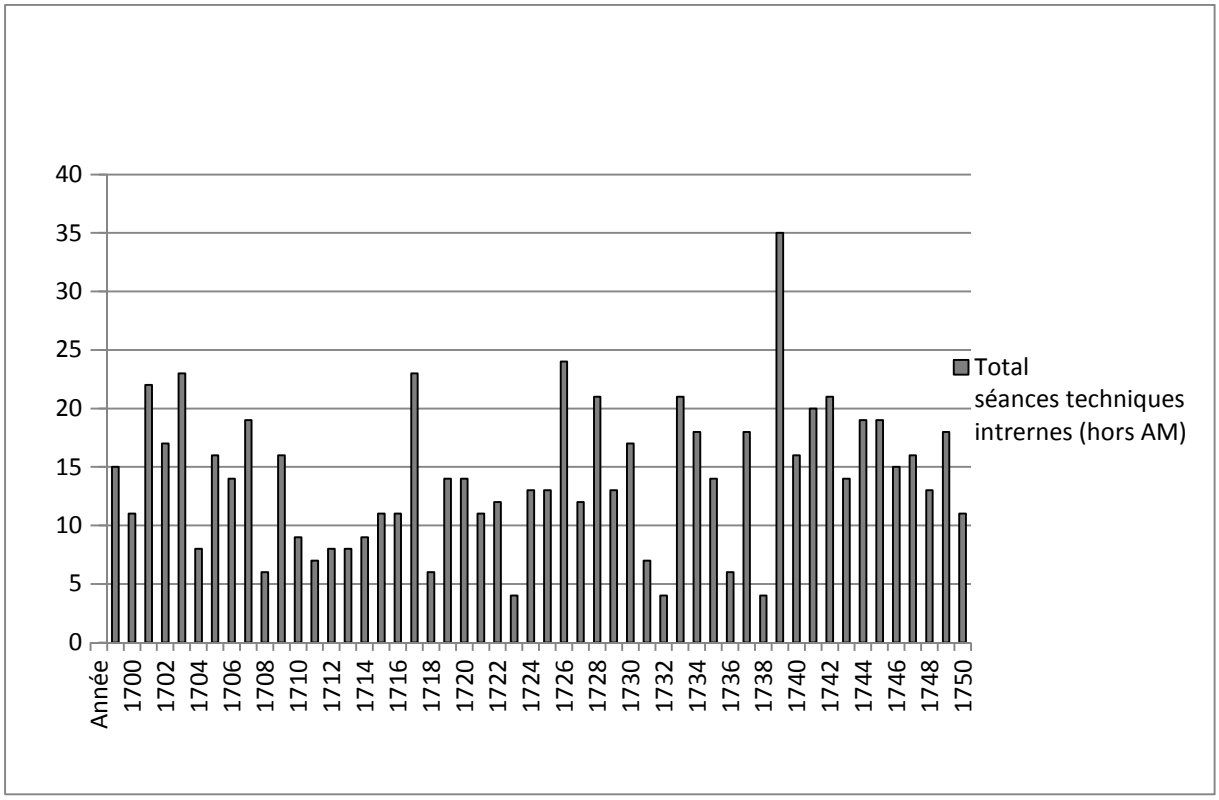


Figure 35 : Evolution dans le temps du nombre annuel de séances techniques internes
(Source : AADS, registres de séances)

Face à une distribution dans le temps assez dispersée nous pouvons observer que les années très peu pourvues en lecture de mémoires techniques sont presque toujours suivies d'années nettement plus fournies. Il faut sans doute y voir une périodisation du travail des académiciens, les années d'études étant suivies d'années de communications. Il convient également de tenir compte d'une dispersion inévitable liée à la liberté de choix des acteurs qui peuvent alterner travail scientifique proprement dit et travail technique. Le tracé du graphique de la moyenne mobile du nombre de séances, calculée pour chaque année sur cinq ans (deux ans avant, deux ans après) donne un lissage de ces fluctuations et permet d'en dégager une tendance.

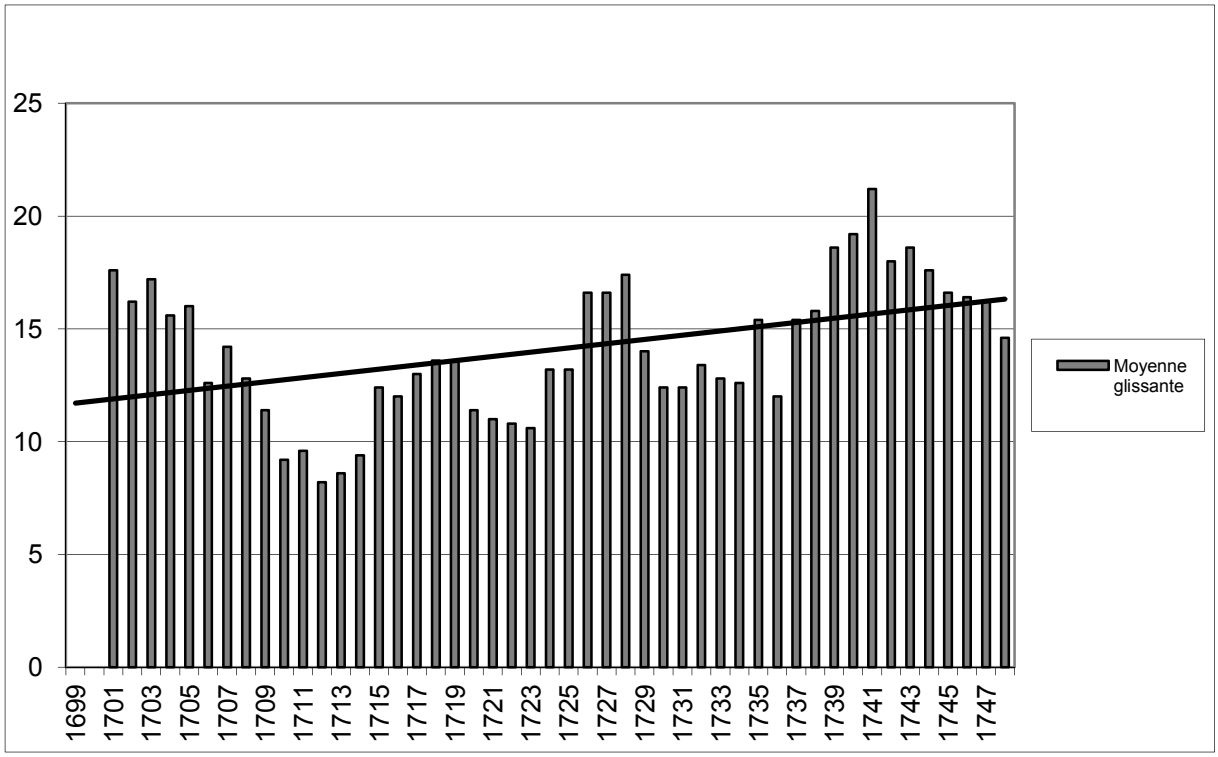


Figure 36 : Moyenne mobile (sur cinq ans, centrés) du nombre annuel de séances techniques internes, hors descriptions (Source : AADS, registres de séances)

La droite de tendance linéaire superposée au graphique montre bien la part croissante que prend la technique, croissance modeste mais réelle. Les fluctuations résiduelles indiquent le creux, déjà rencontré, de la guerre de Succession d'Espagne. Nous observons comme une apogée dans les années 1740 avec une relative diminution sur la fin de la décennie. Nous ne pensons pas qu'il soit possible d'interpréter ces fluctuations, sauf à étudier cette décroissance de la fin des années 1740 en prolongeant les dépouillements au-delà de 1750, ce qui sort du cadre temporel de notre étude.

Dans le regard que porte l'Académie elle-même sur sa propre activité, la différence de considération apparaît dans la publication de ces travaux techniques. Autant les descriptions étaient sans cesse renvoyées à un futur lointain et n'avaient jamais les honneurs de la publication dans l'*Histoire* annuelle, autant ces travaux font l'objet de publication immédiate. Ils sont en général repris dans la partie *Mémoires* de *l'Histoire* annuelle mais ce n'est pas systématique. Une classification des mémoires parus dans les *Histoires* annuelles a été faite dans *Les publications de l'Académie Royale des Sciences*[6] mais il n'y a pas dans cet ouvrage

[6] R. Halleux, J.E. Mac Clellan, D. Beraru, G. Xhayet, *Les publications de l'Académie Royale des Sciences de Paris (1666-1793).*

de distinction entre mémoires techniques et mémoires scientifiques et ceux qui n'ont pas été imprimées ne sont pas pris en compte. Le critère de choix des textes à publier est pour le moins laissé à la subjectivité académique et, dès 1700, un comité de librairie informel est mis en place. Son fonctionnement est fixé en 1731 par le règlement du comité de librairie ; il a été étudié par J. Mc Clellan[7] mais le registre pour la période qui nous intéresse a disparu. Le volume de *L'Histoire pour 1699* inaugure une longue série qui ne s'interrompt qu'en 1790 (dernière année publiée, l'Académie disparaissant en 1793), la préface donne les principes de rédaction de ces volumes, la section *Histoire* et la section des *Mémoires* avec la spécificité de chaque section. Cette séparation correspond à ce qui est spécifié dans l'article 40 du règlement, en dépassant même ce qui est demandé. Le volume annuel est à la fois une histoire raisonnée et un extrait des registres. Deux niveaux de lecteurs sont visés par l'Académie, la partie *Histoire* est destinée à un large public :

> *On a voulu (...) qu'elle fût plus proportionnée à la portée de ceux qui n'ont qu'une médiocre teinture de Mathématique & de Physique ...* [8]

La partie *Mémoires* est destinée au lecteur averti :

> *L'autre partie, ce sont les Mémoires, c'est-à-dire celles qui ont été jugées les plus importantes & les plus dignes d'être données au public dans toute leur étendue. Ces Mémoires sont à peu près ici ce que sont dans une Histoire ordinaire des Actes originaux, ou des preuves que l'on imprime quelquefois à la fin.*

Il s'agit donc d'une volonté de vulgarisation[9] qui prend une signification particulière quand il s'agit de recherches sur des sujets techniques. En attirant l'attention sur un sujet technique dans la première partie, l'Académie s'assure de toucher un large public, qui pourrait être rebuté par les sujets traités en détail dans la seconde partie et ce public, à son tour, peut relayer les textes complets vers des lecteurs plus compétents. Nous verrons dans les exemples que des mémoires réputés difficiles sont ainsi repris dans la partie « grand public », si l'on peut dire.

---

[7] J. Mc Clellan III, *Specialist control : the publication comittee of the Académie Royale des Sciences (Paris) 1700-1793*.

[8] Préface de *HARS* 1699, comme la citation suivante.

[9] Pour utiliser le vocabulaire contemporain.

4.1.3 Quels sujets d'étude ?

En conservant les mêmes catégories que celles que nous avons utilisées pour établir la typologie des inventions à celles des examens d'invention, nous obtenons la répartition suivante, d'abord en conservant une catégorie particulière pour les descriptions des arts :

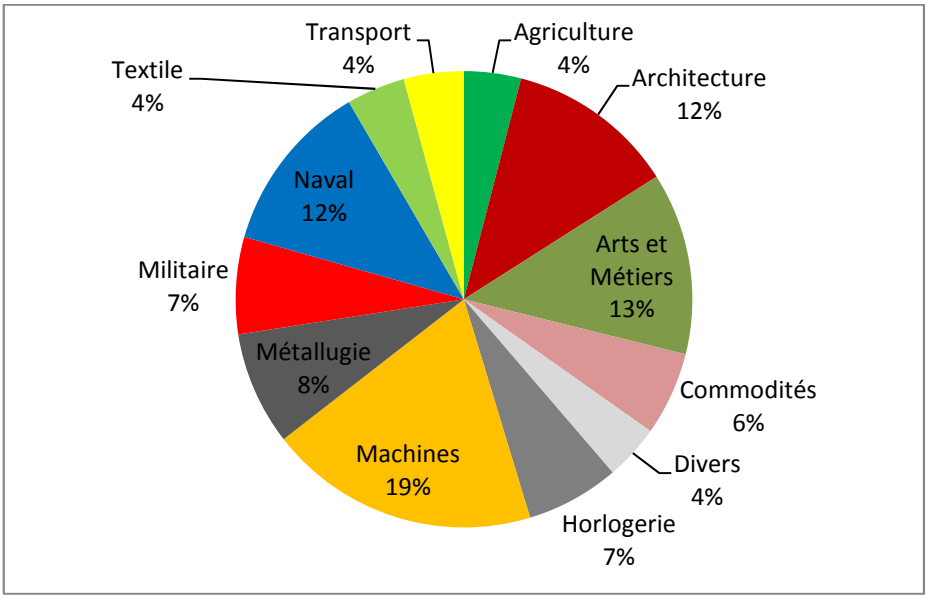


Figure 37 : Répartition des séances techniques internes par catégories (1699-1750)
(source : AADS, registres de séance)

Ce graphique montre bien la place modeste qu'occupent les descriptions dans la répartition de ces séances où un académicien expose un travail lié à la technique. Si maintenant nous retirons les séances consacrées aux descriptions, la répartition est donnée par la figure suivante :

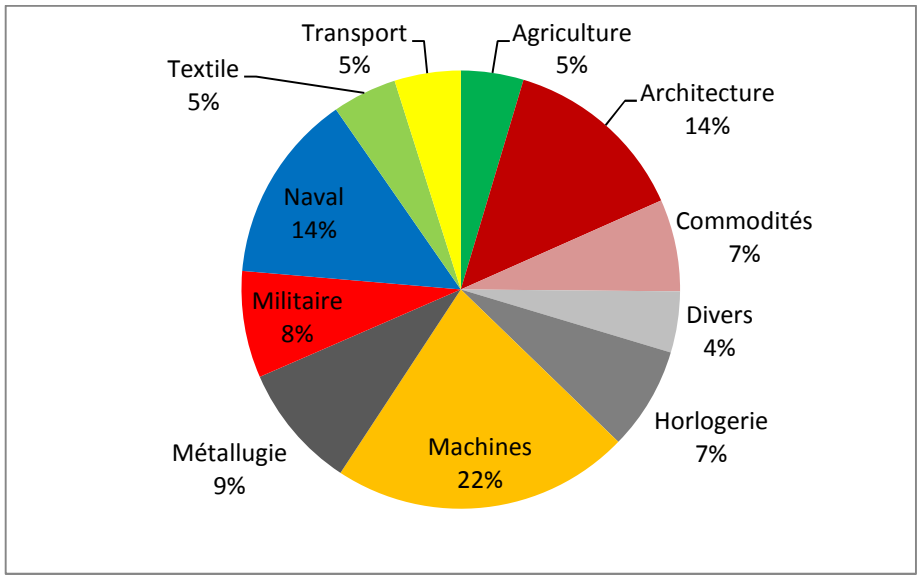


Figure 38 : Répartition des séances techniques internes, hors descriptions des arts, par catégories (1699-1750)
(source : AADS, registres de séance)

Il nous a paru intéressant de mettre cette répartition en regard de celle des inventions examinées par l'Académie :

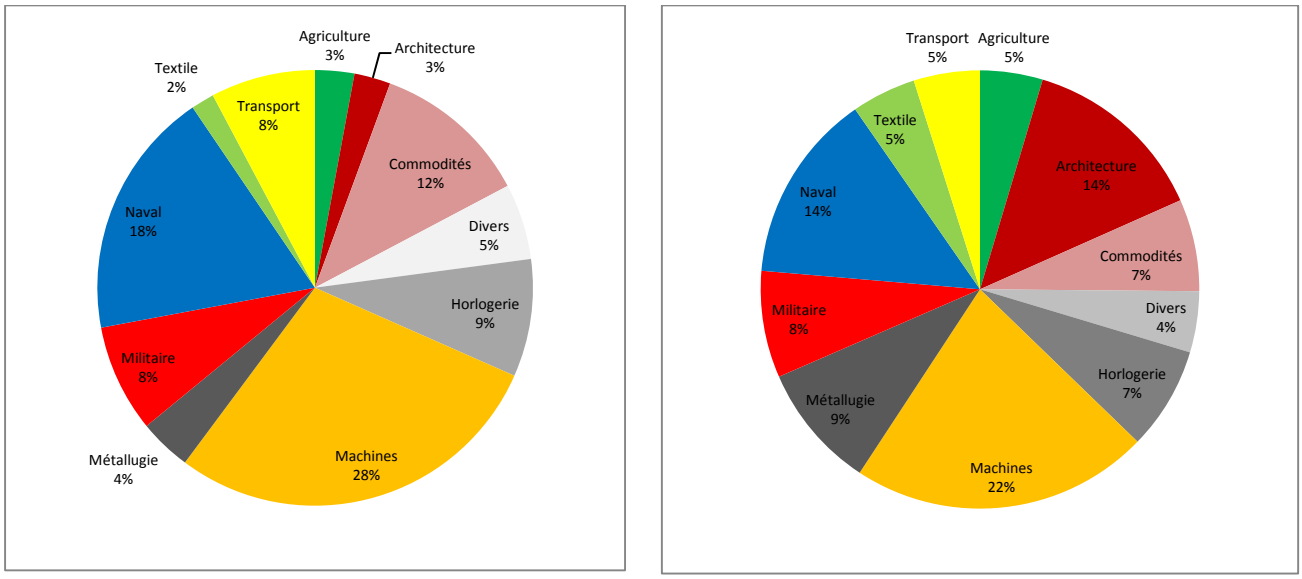


Figure 39 : Répartition comparée des catégories d'inventions (à gauche) et des sujets d'études techniques internes (à droite) (source : AADS, registres de séance)

Nous constatons une certaine homogénéité entre ces répartitions, du moins au premier regard. L'Académie se saisit des problèmes techniques qui correspondent aux inventions et machines qu'elle est amenée à examiner et il n'y a pas de différence d'ordre de grandeur entre les 28% d'inventions de machines et les 22 % d'études sur les machines. Mais ce qu'il faut regarder, selon nous, ce sont des catégories qui passent du simple au double ou plus, comme l'architecture, la métallurgie, le textile. Pour cette dernière catégorie nous avons constaté que l'administration disposait de son propre réseau d'experts avec les inspecteurs des manufactures. Mais, précisément, la double appartenance d'académiciens comme du Fay, Hellot et Macquer, également rattachés au bureau du commerce, les conduit à des recherches propres sur les inventions qu'ils sont amenés à examiner et sur les problèmes techniques rencontrés. Les recherches sur les teintures constituent la majorité des séances (26 sur 43) où sont présentés des mémoires techniques liés au textile. Dans la catégorie métallurgie, qui passe de 4% à 9%, la présence importante des mémoires de Réaumur sur le fer et l'acier explique bien cette différence. En ce qui concerne l'architecture la différence est due à de nombreuses recherches sur les dimensionnements, au sens large, des ouvrages d'architecture. Voûtes, cintres des voûtes, poussée des terres sur les murs, en sont des exemples types. La catégorie « Agriculture » ne recouvre pas les mêmes domaines techniques que les inventions

où une assez grande diversité de proposition apparaît alors que les académiciens s'intéressent plus spécialement à l'agronomie générale. Les catégories « Commodités », « Divers », « Horlogerie » recouvrent, pour les inventions et les études, des techniques assez proches les unes des autres. Dans la catégorie « Machines » les recherches des académiciens portent essentiellement sur des techniques de base nécessaires à la conception et à la réalisation pratique : dimensionnements des roues, réglages des machines, frottements, résistance des matériaux. Si nous trouvons quelques inventions directes, soit elles sont situées en début de période où la pratique de la première Académie des présentations de machines inventées par des académiciens subsistait encore, soit il s'agit de machines tout à fait nouvelles comme le tube de Pitot[10]. Nous retrouvons dans les autres catégories cette tendance affirmée à la théorisation technique de pratiques, à la normalisation par des expertises. Il est donc possible d'affirmer que ce que visent les académiciens est bien la production d'une technique rationalisée dont nous allons dégager les caractères généraux. Mais pour terminer cette partie consacrée à la place de la technique en interne, il est nécessaire de s'interroger sur les acteurs, comme nous l'avons fait pour les examens d'invention.

4.1.4 Quels acteurs ?

De même que tous les académiciens ne sont pas chargés de commissions d'examen, tous ne sont pas concernés par ces recherches techniques, caractérisées par des interventions en séances. Nous avons identifiés 73 académiciens qui sont intervenus au moins une fois en séance entre 1699 et 1750. Nous avons intégré dans cette population quelques correspondants, au nombre de 5, dont les mémoires techniques sont lus en séance par un académicien ou directement par eux-mêmes, les correspondants pouvant être admis aux séances[11]. Comme nous l'avons fait pour les commissions d'examen d'invention, nous avons pondéré ce nombre d'interventions par le nombre d'années de présence, comptées entre la date d'entrée et le décès[12] ou limitées à 1750. La répartition est sensiblement différente de celle des attributions de commissions. Elle est donnée par le graphique suivant :

[10] CF § 4.2.4.2.

[11] C'est le cas, par exemple, de Bélidor entré en séance pour lire un mémoire sur l'hydraulique le 28 février 1739.

[12] Dans quelques cas les académiciens quittent l'Académie quand ils sont admis à la vétérance, soit par incapacité physique, soit par départ de Paris.

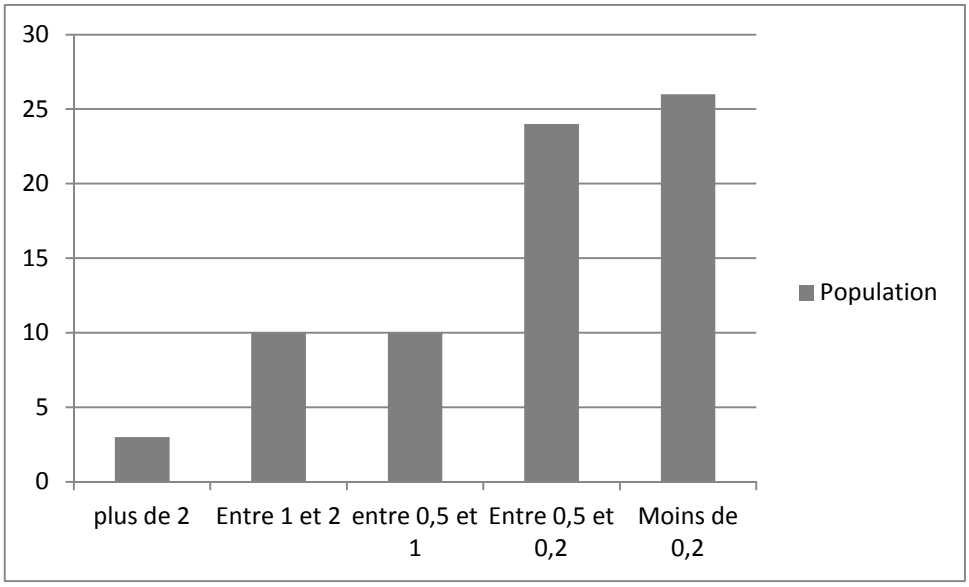


Figure 40 : Répartition des académiciens suivant le nombre annuel d'interventions techniques en séance (Source : AADS, registres de séances)

Si on compare cette répartition à celle des académiciens recevant une commission d'examen[13], nous pouvons constater que seuls 23 académiciens ont une activité soutenue. Les autres se répartissent entre les 24 qui ne font qu'une intervention tous les deux ans et ceux, encore plus nombreux, 26 qui en font moins d'une tout les cinq ans. Dans la mesure où il n'existe aucune obligation de travailler sur des sujets techniques, alors que participer aux examens correspond à une nécessité réglementaire, il est clair que la population qui se consacre de façon significative à ces études techniques est plus réduite. Ceux qui arrivent en tête de la distribution, les plus actifs, sont Parent, Réaumur, Duhamel, suivis de très près par Pitot et Hellot. Viennent ensuite La Hire, Camus, et Amontons. Nous avons exclu de cette liste des Billettes et Jaugeon qui lisent des descriptions en séance. Le choix de la moyenne annuelle est source d'une légère distorsion pour les derniers arrivés, à la fin de notre période, et nous ne pouvons totalement préjuger de ce que pourrait être ce chiffre sur une durée plus longue. Ainsi Macquer présente 4 mémoire en 6 années de présence. De même pour ceux qui ont une présence longue comme Couplet, académicien pendant 45 ans et responsable de 31 interventions, la moyenne annuelle peut être source d'une distorsion de l'importance de leurs contributions. Ces réserves faites, comme nous avons procédé pour les inventions, nous pouvons en tirer des profils dans le temps de ces académiciens techniciens. Afin de mesurer la corrélation entre le nombre de commissions d'examen d'invention et le nombre

[13] Voir au chapitre 1 § 1.3.4.

d'interventions techniques, nous les avons fait figurer sur le même graphique. Nous nous trouvons devant un profil très particulier, celui d'un académicien, Antoine Parent, très impliqué dans la technique mais qui ne reçoit aucune commission d'examen d'invention. Il présente la plus forte moyenne annuelle : 58 interventions en 18 ans de présence[14]. L'explication de cette « anomalie » est certainement à rechercher du côté de son caractère difficile et abrupt selon Fontenelle :

> *Mais cette grande étendue de connaissances jointe à son impétuosité naturelle le portait à contredire assez souvent sur tout, quelques fois avec précipitation, souvent avec peu de ménagement*[15].

Une telle description de son caractère, qui figure dans son éloge funèbre, laisse supposer sans grande hésitation, que lui confier un examen d'invention était, sans doute, risquer des difficultés de communication avec les autres commissaires et les inventeurs. Son profil est le suivant :

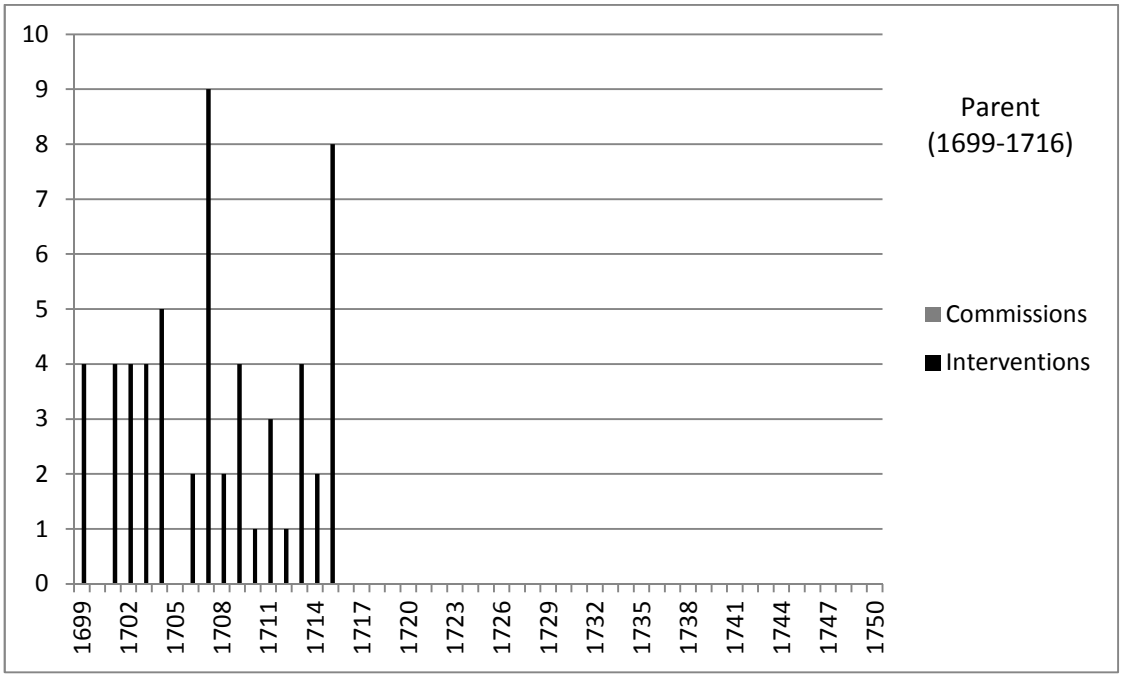


Figure 41 : Répartition dans le temps des interventions techniques de Parent (avec les dates de présence à l'Académie) (Source AADS, registres de séances)

[14] Nous analyserons un de ses mémoires techniques au paragraphe 4.3.

[15] AADS, *HARS* 1716, p.90.

En revanche, Réaumur participe de ces deux aspects de la technique pratiquée à l'Académie : il est en tête en valeur absolue, comme pour les commissions, même si sa longue présence minimise sa moyenne annuelle. Son profil est le suivant :

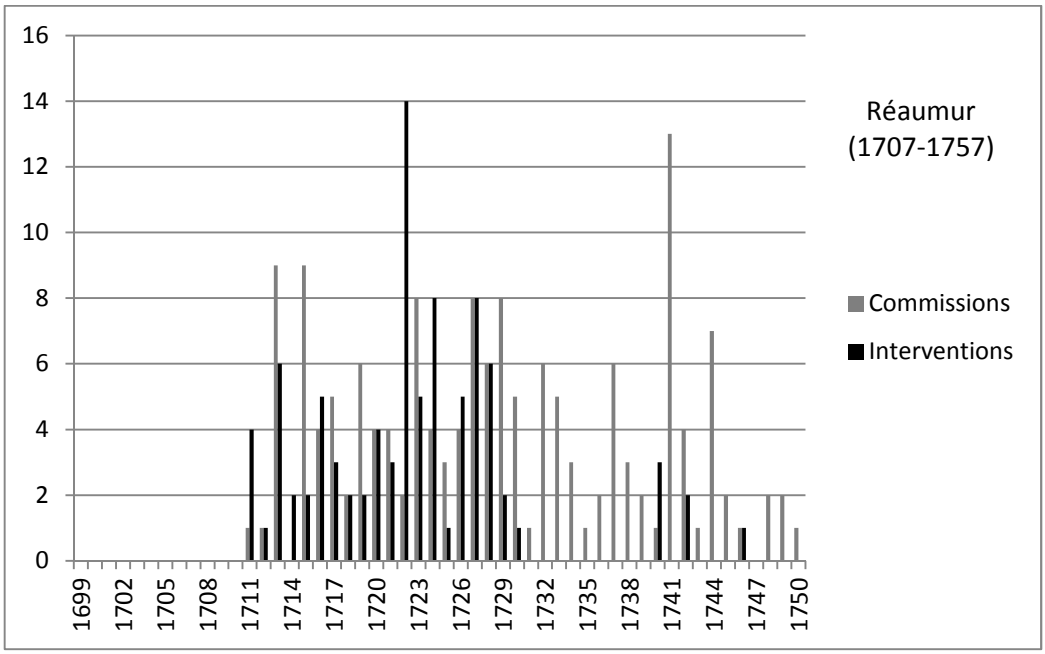


Figure 42 : Répartition dans le temps (limitée à 1750) des interventions techniques et des commissions de Réaumur (avec les dates de présence à l'Académie)
(Source AADS, registres de séances)

Nous pouvons constater deux phases, entre 1711 et 1728, Réaumur est autant commissaire que rédacteur de mémoire technique, avec un « pic » en 1722, l'année du fer en quelque sorte. Puis cet aspect disparait, il continue les examens d'inventions, ses interventions techniques deviennent marginales (sur la porcelaine en 1740, sur le cabestan à l'occasion du prix de 1741). Comme nous l'avons déjà signalé, dans cette deuxième phase, il s'intéresse principalement à l'histoire naturelle.

Le profil de Duhamel du Monceau est le suivant :

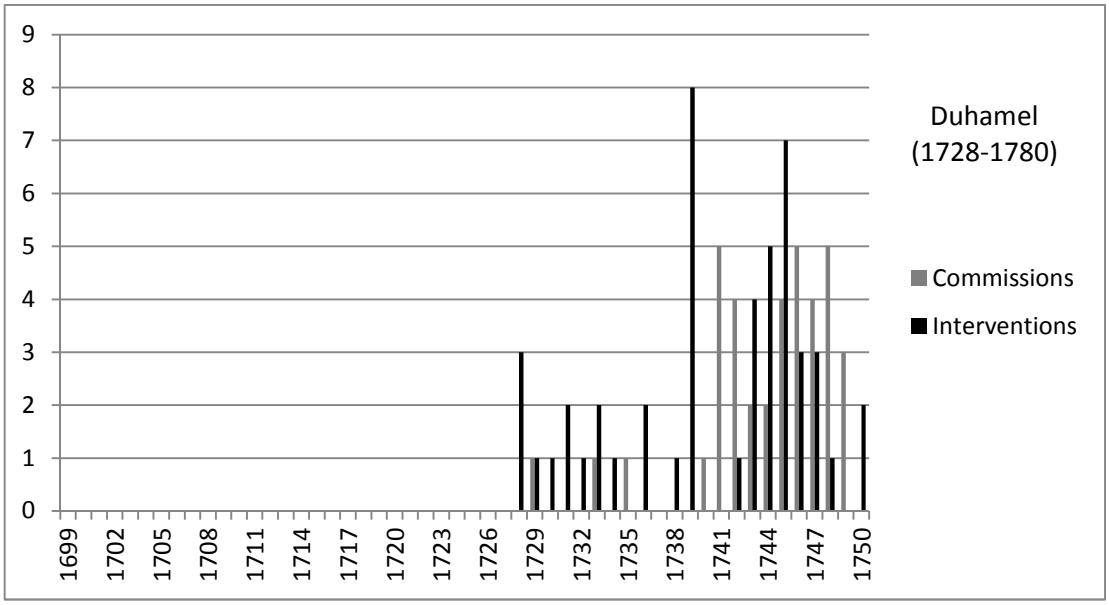


Figure 43 : Répartition dans le temps (limitée à 1750) des interventions techniques et des commissions de Duhamel avec les dates de présence à l'Académie)
(Source AADS, registres de séances)

Les deux aspects sont plus mélangés, peu de commissions dans un premier temps puis une activité technique plus soutenue, tant en commissions qu'en interventions.

Le cas de Pitot est plus équilibré, il a la plus forte moyenne cumulée des commissions et des interventions, Sans atteindre pour les commissions la moyenne de Camus, 6,29, il en est tout près à 6,0 et pour les interventions il est tout proche de Réaumur, Duhamel ou Hellot.

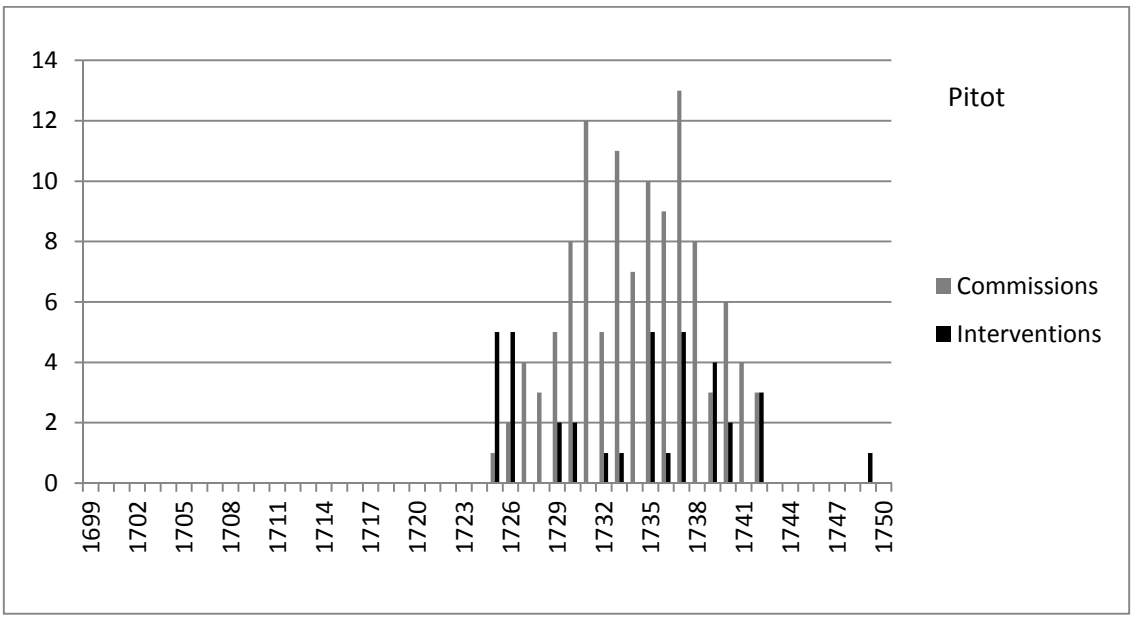


Figure 44 : Répartition dans le temps (limitée à 1750) des interventions techniques et des commissions de Pitot avec les dates de présence à l'Académie)
(Source AADS, registres de séances)

Enfin le profil de Hellot est le suivant :

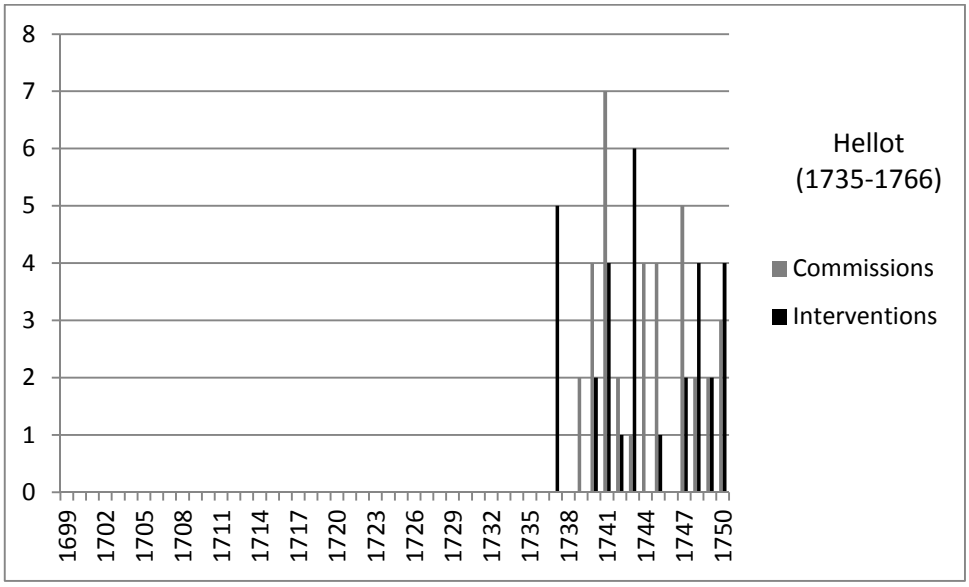


Figure 45 : Répartition dans le temps (limitée à 1750) des interventions techniques et des commissions de Hellot (avec les dates de présence à l'Académie)
(Source AADS, registres de séances)

Lorsque l'on regarde les résultats détaillés[16] de tous les académiciens nous pouvons affirmer qu'un nombre significatif d'entre eux produisent un travail soutenu dans des domaines techniques divers. Naturellement il y a des spécialistes, ils sont reconnus comme tels, puisqu'ils sont souvent chargés d'examens d'inventions. Ce ne sont pas des personnalités un peu marginales, à l'exception de Parent, au contraire il s'agit souvent d'académiciens de premier plan. Si l'on cumule les commissions et les interventions pour en faire la moyenne annuelle nous découvrons un groupe de six académiciens qui totalisent en moyenne plus de 5 interventions ou commissions, ce sont Pitot, Camus, Réaumur, de La Hire, du Fay et Hellot, Réaumur ayant en valeur absolue le plus grand nombre des deux types d'actions. La présence en tête de Réaumur n'est pas une surprise, il avait repris en charge les descriptions des arts et métiers mais, progressivement, s'était davantage investi dans la recherche technique, la « découverte des principes ». Manifestement, la technique a tenu une place importante dans la première partie de sa carrière académique. Nous pouvons supposer que dans la deuxième il s'en désintéresse progressivement. La mise en sommeil des descriptions participe probablement de ce changement d'attitude vis-à-vis de la technique. Pitot, qui a été formé par

[16] Voir en annexe 6 le tableau détaillé des commissions et interventions par académicien.

Réaumur, présente la plus forte moyenne et son histoire personnelle éclaire ce double investissement dans les commissions et les interventions[17].

Au total, le groupe des académiciens qui s'impliquent fortement dans des recherches techniques représente bien une proportion, minoritaire mais très significative, des membres de l'Académie. Cette implication dépasse de très loin celle que nous avons rencontrée dans les descriptions des arts et montre un enracinement permanent dans la pratique académique.

4.2 DES MEMOIRES « TECHNIQUES » SIGNIFICATIFS

L'Académie est bien un lieu de recherche sur la technique, pratiquée par un assez grand nombre d'académiciens et tournée vers des domaines plus nouveaux que les techniques en usage, celles des arts et métiers. Dans ces recherches diverses, destinées à un public capable de les utiliser, se trouve aussi un souci constant de rendre les résultats accessibles au plus grand nombre. Le public des techniciens « savants », au fait des principes de leur technique, que les académiciens appellent de leurs vœux, est visé en priorité mais le souci pédagogique, en quelque sorte, reste présent et ces mémoires ne se présentent pas comme des recherches de « technique théorique », si l'on ose ce rapprochement. L'utilisation de tableaux présentant les résultats d'applications numériques des formules établies par le raisonnement ou l'expérimentation est pratiquement toujours la règle quand les formules ne sont pas d'une utilisation commode. Les académiciens utilisent différentes approches qui vont du calcul le plus savant à partir d'observations, de la théorisation des inventions qui sont présentées à la modélisation mathématique ou enfin à l'établissement de formules obtenues par des séries expérimentales rigoureuses. De commissaires ou de théoriciens de la technique les académiciens peuvent à l'occasion se montrer eux-mêmes inventeurs.

En dernier lieu, par l'approbation de mémoires ou de livres, l'Académie encourage et contribue à la diffusion d'une nouvelle forme de littérature technique qui va servir de base à une autre forme de transmission des savoirs techniques comme nous le verrons plus loin.

4.2.1 Observer et calculer : la plus grande perfection possible des machines

En séance, le 29 novembre 1704, Antoine Parent qui n'est qu'élève – rebaptisé adjoint en 1716 – lit un écrit intitulé *Sur la plus grande perfection possible des machines.* Le texte complet de ce mémoire, qui a eu une importance technique considérable pendant tout le

[17] Voir annexe 17 quelques éléments de la biographie de Pitot.

XVIIIe siècle, est imprimé dans les *Mémoires de 1704*[18] mais aussi, compte tenu de son importance aux yeux de l'Académie et de son secrétaire perpétuel Fontenelle, il est d'abord résumé dans *Histoire pour 1704*[19]. Ce résumé est destiné à faire comprendre grâce à des explications qualitatives et quantitatives et par le calcul, la notion fondamentale d'un optimum du rendement[20] de la machine en fonction des dimensions des diverses roues et engrenages et du débit et de la vitesse du courant d'eau qui entraîne la machine. Le mot de rendement n'est pas utilisé mais l'expression « la plus grande perfection » a une signification au moins équivalente sinon presque identique puisqu'il y a comparaison entre ce qui est fourni à la machine et ce qui est restitué comme « travail utile » :

> *Quand on a l'expression algébrique de la grandeur variable on reconnaît très facilement par la géométrie des infiniment petits si elle à un plus grand et en même temps on le trouve et on le détermine. M. Parent employant cette méthode a vu que l'effet général et variable d'une machine mue par un fluide était capable d'un plus grand et que ce plus grand arrivait lorsque le poids diminué était les 4/9 du poids de l'équilibre. Cette grande diminution vient de ce que le fluide n'a de force pour mouvoir la machine que l'excès de sa vitesse sur celle de la vanne*[21].

Fontenelle effectue un travail de pédagogie sur un texte assez difficile à suivre et qui était probablement impossible à comprendre par un mécanicien de l'époque, en mettant en évidence les notions de réglage optimum de la vitesse de la roue par rapport à la vitesse du courant et à la charge mise en mouvement[22]. C'est l'illustration des deux niveaux d'énoncés techniques que nous avons indiqués au paragraphe précédent. Un lecteur qui ne serait pas capable de comprendre les calculs détaillés du mémoire peut se contenter des résultats finaux caractérisés par les formules liant le résultat (le poids que la machine peut lever) et « l'énergie » disponible caractérisée par le « poids » de l'eau frappant l'aube de la roue. Le texte complet du mémoire est un exemple très significatif de la manière avec laquelle l'Académie aborde la technique.[23]

---

[18] *MARS* 1704 p. 323-338.

[19] *HARS* 1704 p. 116-123.

[20] En utilisant le vocabulaire contemporain.

[21] *HARS* 1704 p. 121, les parties soulignées sont en italiques dans le texte original.

[22] Pour un train d'engrenage donné qui conditionne le poids de blocage et auquel correspond la vitesse optimale d'élévation de la charge. Par « vitesse de la roue » il faut naturellement comprendre vitesse tangentielle de la pale et non vitesse angulaire de la roue.

[23] Cf également J-P. Séris dans *Machine et communication*.

Une question préalable s'impose du fait du titre même du mémoire, *Sur la plus grande perfection possible des machines,* de quelle perfection s'agit-il ? Ni concept de rendement ni les définitions précises des grandeurs physiques de la mécanique ne sont acquises, nous avons rencontré cette difficulté dans le calcul de la machine du pont au Change[24]. Entre force, puissance, effet, le vocabulaire se perd. Les théoriciens de la mécanique n'ont pas encore défini clairement ces grandeurs et, en particulier, travail et énergie qui éclaireraient le problème ne sont pas disponibles, encore que Parent pressent nettement qu'il existe des relations entre poids soulevé, déplacement et vitesse de la charge. Par l'observation des machines, il constate ces relations de dépendance physique réciproques et il remarque qu'il y a des machines plus parfaites que d'autres, plus efficaces si l'on peut dire. Il discerne clairement que pour un courant d'eau de vitesse donnée et ayant un débit disponible fixé par les conditions naturelles, il est possible de concevoir, de faire le « dessein » d'une machine qui produirait un couple vitesse et poids soulevé le plus grand, d'où ce mot de perfection.

Tout d'abord Parent a commencé par l'observation des machines en service :

> *Ce fut en visitant et en calculant les différentes machines hydrauliques de Paris et des environs que j'eus l'occasion de faire la première fois ces sortes de réflexions*[25].

Observation donc, mais aussi mesure et transformation de l'observation en données numériques afin d'obtenir une base solide à des déductions sur ces observations en identifiant les paramètres qui déterminent la machine et sa « perfection ». Observer ce n'est pas seulement regarder, c'est faire un effort d'abstraction préalable pour « voir » les paramètres importants et leurs relations. Autant l'observation que « l'eau pousse la roue » est triviale autant se poser la question des vitesses relatives de l'eau qui pousse et de l'aube qui est poussée suppose une réflexion qui structure l'observation. Cette observation lui donne l'occasion de critiquer les praticiens de ces machines qui, s'ils ne sont pas indifférents à la recherche d'un optimum, se contentent d'une méthode de réglage « empirique ». La critique est sévère car il faut bien supposer que ces entrepreneurs cherchent à tirer le meilleur parti de ces machines et qu'une pensée technique est à l'œuvre dans ces pratiques, pensée qui ne s'énonce pas et que Parent ne cherche pas à connaître puisqu'il exerce une nouvelle modalité de la pensée technique :

---

[24] Voir chapitre 1 §1.3.3.

[25] Cette citation, ainsi que les suivantes concernant ce mémoire sont extraites de R 29 novembre 1704 (ou *MARS 1704* p. 323-338, texte identique).

> *Toute la perfection que les plus habiles machinistes ont pu atteindre s'est bornée à les mettre d'abord en équilibre avec la charge qu'il s'agissait de faire monter et à diminuer ensuite au hasard cette charge ou à augmenter le rayon de quelqu'une des roues, ou raccourcir celui de quelqu'une des lanternes ou à faire enfin quelque chose d'équivalent afin que la puissance motrice l'emportant sur la charge, elle mit la machine en mouvement ; encore le nombre de ces savants machinistes est il très petit.*

Il poursuit par une critique en règle contre les autres qui sont encore moins savants en allant jusqu'aux conséquences ultimes, le préjudice économique causé aux propriétaires et à leurs associés. Il s'agit bien de substituer une pensée raisonnée à ces approximations successives. L'observation réfléchie et mathématisée lui permet de comprendre que les réglages qu'il observe sont fondés sur une vision statique de la machine alors qu'il est indispensable de raisonner d'une manière dynamique. Autre manifestation de cette pensée, Parent raisonne sur une machine type, pas une de celles qu'il a observées ou mesurées, mais une machine conceptualisée permettant de raisonner sur des paramètres clairement séparés. On peut le voir sur la figure[26] :

[26] *MARS* 1704 p.326

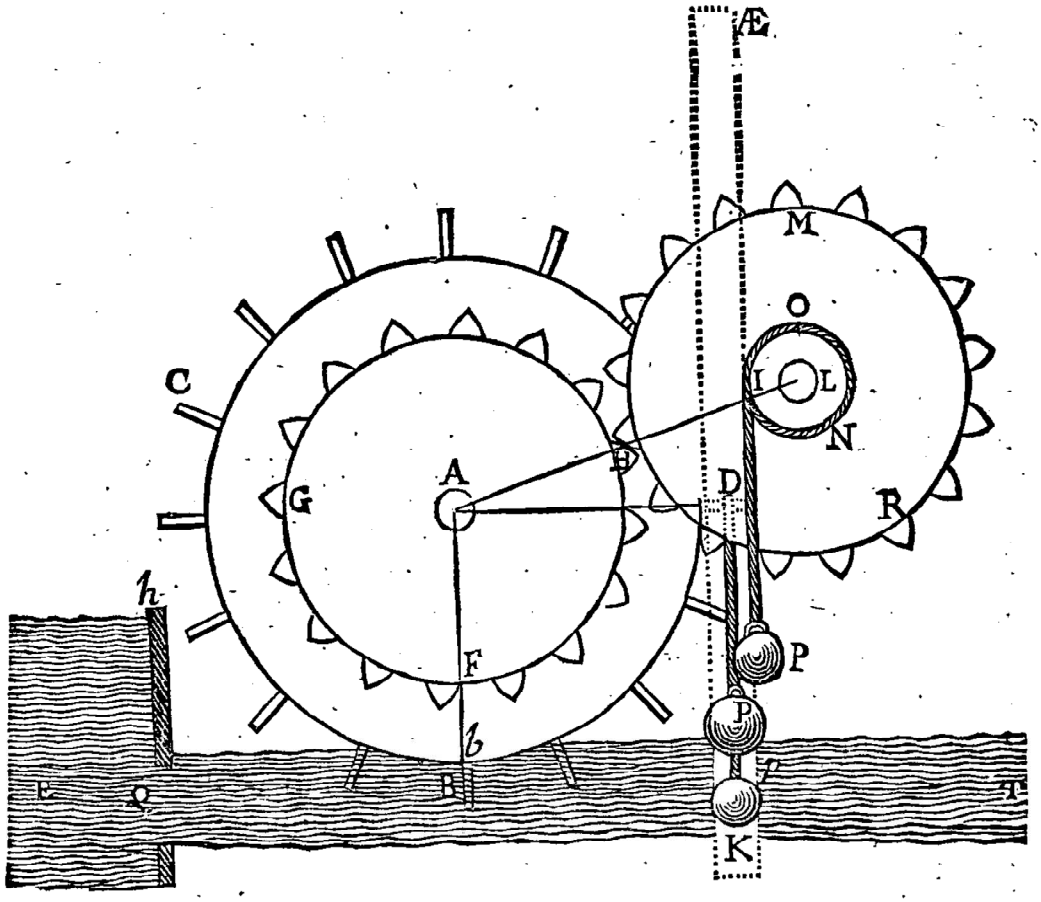


Figure 46 : Machine conceptualisée
(Source Registre de séance, 29 novembre 1704)

Ce n'est pas le dessin d'une machine existante, les engrenages représentées ne sont pas ceux des mécanismes de lanternes et de roues à dents, il va même jusqu'à suggérer des profils de dents en épicycloïdes selon les recommandations de La Hire, difficiles à réaliser en bois. Nous pouvons remarquer ici que cela représente un rôle nouveau pour le dessin technique. Les dessins des théâtres de machine visent idéalement à faire comprendre comment marche la machine en déroulant le fonctionnement étape par étape[27], ceux des *Descriptions* à montrer comment est construite la machine et son fonctionnement, ceux de l'*Encyclopédie* à mettre en valeur les arts dans une présentation idéale des ateliers où paraissent les ouvriers, les machines, les outils. Ici le dessin ne sert que de support au raisonnement et au calcul en représentant clairement les grandeurs mises en jeu avec les symboles qui sont utilisés dans le calcul algébrique. Parent formule des hypothèses sur l'action de l'eau sur les pales, se référant

[27] Je dois cette interprétation à Benjamin Ravier docteur en histoire des techniques de l'université Paris 1.

à Mariotte, montrant que la connaissance technique se transmet et s'accumule de façon explicite, hypothèses inexactes peut-être mais pas totalement fausses (proportionnalité au carré de la vitesse, une seule pale reçoit une poussée de l'eau, ce qui est inexact sur son croquis même) Il déroule ensuite les calculs qui vont lier l'énergie[28] maximale disponible représentée par le poids qui bloque la machine, à l'énergie maximale restituée, représentée par le poids qui est élevé (en tenant compte de la vitesse). Ces calculs conduisent à exprimer la relation sous forme de fonction algébrique. Il faut souligner la rupture fondamentale dans le calcul mathématique qui est introduite par le nouvel outil disponible depuis moins de vingt ans, le calcul différentiel. Devant une expression algébrique dont on cherche à connaître le maximum il utilise le calcul différentiel pour trouver ce maximum en annulant la dérivée de la fonction qui lie le poids optimum aux autres paramètres :

> *Et prenant la différentielle de cette valeur, savoir (...) afin de l'égaler à zéro (selon la méthode des Infiniment petits) il en résulte l'égalité…*

Et il arrive à la formule qui lie l'énergie maximale disponible fournie par la machine :

$$E = 4/27xVxP$$

P est le poids que Parent nomme poids d'équilibre qui correspond à la charge qui bloque la machine et, c'est une conceptualisation intéressante, ce poids de blocage représente la force maximum que peut exercer le courant d'eau sur la roue, V est la vitesse du courant et il en déduit la vitesse optimale de la roue :

$$x = V/3$$

Le produit de la force par la vitesse du déplacement est, en mécanique, homogène à une puissance[29], il n'y a pas erreur sur ce que l'on nomme en physique la dimension de la grandeur E. Après avoir obtenu des résultats, à partir d'une modélisation, d'une théorisation, Parent développe les applications en montrant que, suivant les cas, le raisonnement à partir des formules permet de calculer la machine suivant l'effet que l'on souhaite obtenir (plus ou moins de vitesse de la charge, consommation d'eau à une vitesse donnée), tous les paramètres qui permettent une réalisation pratique d'une machine, optimisée dirons nous, à sa plus grande perfection dit Parent :

> *Pour faire maintenant application de ces principes à quelque chose d'usage, je supposerai que EB soit le jet horizontal d'une vanne dont l'ouverture soit Q que Qh soit*

[28] L'utilisation de ce mot anachronique est indispensable à la compréhension contemporaine.

[29] Qui serait exprimée en watt.

la distance du centre de cette ouverture à la surface de l'eau et qu'il faille connaître la quantité d'eau que cette vanne est capable d'élever à une hauteur donné KAE avec la machine la plus parfaite…

Le mémoire se présente comme un manuel technique à l'usage du constructeur de machine. Le calcul et la mesure précèdent maintenant la réalisation, avec l'hypothèse simplificatrice mais incontournable, de l'absence de frottements, ce qui n'invalide en rien le raisonnement[30].

En 1725[31], Pitot démontre d'une autre façon la même formule, ne citant pas Parent dans son mémoire. Il ne fait référence qu'aux travaux d'un autre académicien, La Hire, ce qui manque d'élégance et sera rectifié par Fontenelle dans l'*Histoire*. Ces références aux travaux antérieurs sont pourtant fréquentes, Parent citait Mariotte, de La Hire, Galilée. Mais cette petite mesquinerie de Pitot n'empêche pas que la formule ne soit continûment attribuée à Parent au cours du siècle. On retrouve dans ce mémoire les mêmes caractères d'une pensée technique élaborée avec le souci de terminer le texte par des exemples pratiques permettant de calculer les effets d'une machine à partir des dimensions que l'on envisage et du courant d'eau disponible. Peu importe que la formule ne soit pas rigoureusement exacte – il faudra un siècle pour trouver la vraie – elle a été connue très vite et surtout appliquée. Nous avons vu dans le calcul de la machine du Pont au Change, au chapitre 1, que ce rapport entre vitesse du courant et vitesse de la roue était une donnée d'entrée du calcul. Bélidor qui est connu, en particulier, pour son *Architecture hydraulique* parue en 1737 exprime son admiration :

Cette découverte mérite d'être regardée comme une des plus importantes que l'on ait fait[e] depuis le renouvellement des Sciences et des Beaux Arts ; quand tous les travaux de Monsieur Parent n'auraient abouti qu'à ce seul objet, il devrait suffire pour le rendre recommandable parmi ceux qui sont touchés du bien public, d'autant mieux qu'elle est le fruit d'un grand nombre de connaissances acquises et d'une nature à ne rien tenir du hasard ; j'avouerai ingénument que la première fois que je la vis dans les Mémoires de l'Académie de l'année 1704, j'en fus si frappé que je la regardai comme ce que j'avais appris jusque là de plus intéressant en mécanique[32].

Un autre indice de la pénétration de cette formule se trouve dans la pochette de séance de juin 1743 qui contient un mémoire transmis pour examen à l'Académie par le maire et les consuls de Narbonne. Il s'agit de donner un avis sur un projet qui leur est soumis pour la

[30] Nous avons vu dans l'examen de la pompe du Sieur le Brun que les académiciens réintroduisent les frottements en fin de calcul comme une diminution « forfaitaire » de l'énergie fournie par la roue hydraulique.

[31] Plusieurs séances R, 5,7, 12,15 décembre 1725, *HARS* p.80-87 et *MARS* p. 78-102.

[32] Bélidor, *Architecture hydraulique*, Tome I, p. 248.

construction d'une roue à godets pour élever l'eau. Le projet intitulé « Calcul d'une roue à godets », montre que la pensée technique qui se développe à l'Académie pénètre le monde des « hommes de l'art ». Il fait référence à la formule de Parent :

> *Lorsqu'une machine produit le plus grand effet elle élève comme nous l'avons dit les 4/9 du poids du choc et la vitesse de la roue est alors le 1/3 de celle du liquide choquant*[33].

Depuis l'observation des machines parisiennes et les calculs qui en résultent jusqu'à l'utilisation de formules pratiques dans un projet languedocien, la recherche conduite par Parent sur le problème technique des roues hydrauliques a produit un énoncé technique dont les résultats ont été diffusés et sont assimilés par les hommes de « la technique ».

Parent a produit un autre mémoire sur les problèmes de machines hydrauliques en 1714. Celui-ci est lu en séance les 4 et 7 juillet 1714. Il n'est pas imprimé dans les *Mémoires* de 1714 mais simplement présenté en résumé dans les *Histoires.* Ce résumé et le mémoire sont l'occasion de constater d'autres expressions de la pensée technique rationalisée et mathématisée. Les notions physiques contemporaines de travail et de puissance ne sont pas conceptualisées explicitement mais la conscience du lien entre force, déplacement et vitesse est nettement perçue :

> *Ainsi si l'effet naturel de la force d'un homme est d'élever vingt quatre livres en faisant 1000 toises par heure et d'un cheval d'élever 170 livres en faisant par heure 1800 toises, jamais une machine mue par un homme ou par un cheval n'en pourra faire davantage, avec quelque art qu'elle soit composée et même elle en fera beaucoup moins à cause des frottements inévitables*[34].

Il serait facile, et injuste, de souligner les erreurs d'hypothèses et les approximations qui jalonnent la démarche de Parent. En supposant que l'action de l'eau sur les pales est proportionnelle au carré de la vitesse relative de l'eau sur la pale en mouvement il ne fait que suivre les conclusions de Mariotte, Newton, Bernouilli. Ce qui, bien au contraire, est significatif est de faire une hypothèse à partir d'observations, de résultats antérieurs et de développer un raisonnement structuré par les mathématiques pour déboucher sur une formule pratique. Ce qui est visé, c'est de donner une règle de conception de la machine, nous insistons, conception et non construction. La conception raisonnée, « scientifique » précède la construction en lui fournissant les dimensionnements et leurs relations. Le moulin hydraulique a fait l'objet de travaux tout au long du siècle, tant que ce type de moteur est resté le seul

[33] AADS, PS juin 1743 et R 15 juin 1743.

[34] *HARS* 1714 p. 93.

disponible et il faut attendre Borda pour réviser les hypothèses et arriver à la formule exacte, V/2 et non V/3[35].

4.2.2 Théoriser à partir des inventions,

L'Académie trouve d'autres sources de questionnement technique dans les inventions qui lui sont proposées. L'initiative technique vient de l'extérieur de l'Académie mais celle-ci s'en empare, en quelque sorte, pour en faire un sujet d'étude en s'interrogeant sur les conditions de fonctionnement ou de réussite de telle ou telle invention. Il s'agit de transformer les conditions d'approbation technique en règle générale. Au-delà de la diversité des inventions, la réflexion se porte alors sur les points communs que présentent entre elles des inventions de machines ou de procédés de fabrication analogues. Observer beaucoup permet de dépasser le « comment ça marche » pour réfléchir au « pourquoi ça marche ». C'est ce type de démarche qu'effectuent Réaumur et Pitot, travaillant sur la fabrication du fer blanc, les pompes et les machines hydrauliques.

4.2.2.1 La fabrication du fer blanc

Nous avons mentionné au chapitre 1 les diverses inventions présentées en 1724 pour la réalisation de plaques de fer blanc, les examens des commissaires, les débats technico-économiques qui se développent pour l'obtention des privilèges et l'implication des commissaires dans l'évaluation des procédés. Au terme de ces expertises, Réaumur qui a été commissaire, présente un mémoire dont le titre mérite déjà qu'on s'y arrête : *Principe de l'art de faire du fer blanc*[36]. Il ne s'agit plus de décrire mais de produire un discours qui est en surplomb sur l'art, qui a pour objet de formuler des principes généraux dans un mémoire qui devient une instruction technique générale[37]. L'occasion de la réflexion technique plus générale a été le travail d'examen des inventions l'année précédente :

> *Enfin depuis quelques mois, deux compagnies différentes et deux particuliers ont sollicités des privilèges pour des établissements de fer blanc. Car comme s'il y avait des saisons pour les productions de l'Art comme il y en a pour celles de la nature, rien ne nous est plus ordinaire que de recevoir presque à la fois de différents côtés des propositions sur la même matière. Nous voyons des temps fertiles en longitudes, d'autres en quadrature du cercle (...) Les propositions pour le fer blanc sont d'une espèce fort différente. On a accordé des privilèges aux deux compagnies et à un des particuliers qui*

[35] cf. M. Daumas, *Histoire générale des techniques,* Tome 3, p.12.

[36] *MARS* 1725 p. 102-130, synthèse dans *HARS* 1725 p.29-33, manuscrit dans AADS, R 11 avril 1725

[37] Nous utilisons le terme contemporain « instruction technique » en usage dans l'industrie pour définir par exemple les procédés de fabrication.

se sont présentés. Il n'y a pourtant eu que dans une des compagnies où nous ayons rencontrés des gens bien au fait du travail[38].

Au passage Réaumur égratigne les inventeurs fantaisistes[39] et les « modes » avant de rappeler que la fabrication du fer blanc est une affaire sérieuse pour laquelle des privilèges ont été accordés. L'avis de l'Académie n'a pas bloqué l'attribution de privilège, même s'il était réservé, mais une seule fabrication a été jugée sérieuse. A partir de ces expertises, Réaumur rassemble les divers points-clés de l'art du fer blanc qui est réputé être un secret bien gardé des métallurgistes germaniques. Après le lieu commun habituel sur les secrets que gardent les ouvriers, il énonce son but : effectuer une recherche, c'est le mot qui est employé, mettant la recherche technique sur le même plan que la recherche scientifique :

C'est au moins une recherche que le bien du Royaume demandait qu'on fit[40].

S'il fallait encore souligner la différence de ce type de travail avec les *Descriptions,* il suffit d'écouter Réaumur qui en formule lui-même la distinction :

Nous espérons au moins, qu'après la lecture de ce mémoire, on cessera de mettre la fabrique du fer blanc au rang des Arts qui nous sont inconnus et que ceux qui voudront en faire des établissements seront en état de se conduire par principes et de pousser plus loin les vues que nous aurons données. Nous négligerons pourtant de rapporter le détail d'une infinité de pratiques qui allongeraient trop un simple mémoire et que nous ne manquerons pas de donner lorsque nous publierons une description complète d'un art dont nous ne voulons actuellement que découvrir les principes[41].

Le premier principe qu'expose Réaumur est que la qualité de fixation de l'étain sur le fer dépend de la propreté de la surface de la plaque de fer à étamer :

Le secret qui est à la base du travail du fer blanc se réduit donc à décrasser ou en terme de l'art à décaper le fer[42].

Le procédé idéal serait donc un décapage mécanique à la lime mais ce procédé est trop couteux en main d'œuvre et toutes les fabriques utilisent un décapage par trempage dans une solution acide, la comparaison économique est sans appel :

---

[38] *op. cit.* p. 103.

[39] La quadrature du cercle par exemple.

[40] *op. cit.* p. 104.

[41] *op. cit.* p. 104

[42] *op. cit.* p. 104

Une femme écure alors plus de feuilles dans une heure que l'ouvrier le plus expéditif n'en limerait en plusieurs jours[43].

Réaumur liste toutes les solutions acides possibles et les a toutes expérimentées par principe, pour se confirmer que les eaux acides issues de la fermentation de céréales sont les plus efficaces et les moins coûteuses tout en mentionnant qu'il savait déjà que c'était le procédé, à base de seigle, utilisé en Allemagne, information recueillie dans une manufacture du Nivernais ayant débauché des ouvriers allemands. Le principe étant établi il expose ensuite les pratiques de décapage, préparation des bains acides, décapage par trempage en atmosphère chaude (il souligne l'extrême pénibilité du procédé pour les ouvriers en charge de manipuler les feuilles de fer). Mais il ne s'arrête pas à la description de ce procédé et cherche à comprendre la cause de l'action du bain acide et imagine, à partir de ses hypothèses sur le processus chimique observé, d'autres méthodes, plus économiques et moins pénibles. La description théorique du décapage chimique le conduit à une nouvelle façon de procéder, qu'il vérifie expérimentalement et justifie par des considérations théoriques prenant en compte la fabrication en forge des feuilles de fer noir, fer à étamer, et les hypothèses qu'il fait sur la rouille, l'action de l'eau, l'action des bains acides. Peu importe que ces hypothèses puissent nous paraître étranges voire totalement inexactes au vu de nos connaissances scientifiques actuelles. Ce que nous voulons souligner se situe dans la démarche de « théorisation » de l'action des bains acides, de l'eau sur le fer à partir d'observations raisonnées[44] et d'expérimentations comparatives.

Réaumur préconise un nouveau procédé, à partir de ses observations et de ses raisonnements, consistant à remplacer le bain de céréales fermentées par un bain d'eau vinaigrée en ne trempant qu'un instant la feuille dans le bain :

Il est visible que la dépense qui se fera en vinaigre sera bien modique, qu'en faut-il pour mouiller une feuille ? La façon n'augmentera pas non plus le prix du décapement, un homme qui ne ferait que tremper les unes après les autres des feuilles et les poser ensuite en tas en décaperait bien des milliers ou plutôt bien des millions par jours[45].

---

[43] *op. cit.* p. 106.

[44] On peut regretter qu'il passe à côté de l'observation de la corrélation entre la rouille et la présence d'air, bien qu'il remarque que le fer entièrement plongé dans l'eau ne rouille pas aussi vite qu'à l'air et il remarque que l'action des bains acides est aussi efficace, voire plus, en laissant les plaques de fer soumises au bain d'acide puis laissées à l'air mais la découverte scientifique est rarement évidente.

[45] *op. cit.* p. 114.

La visée pratique est affirmée : il faut fournir aux entrepreneurs les principes nécessaires à une conduite raisonnée des fabrications, prenant bien en compte les contraintes économiques, charge à eux d'élaborer les procédures détaillées de mise en œuvre de ces principes :

> *Quoiqu'il en soit des décapements qu'on voudra choisir, soit qu'on s'en tienne aux anciens dont nous avons appris le mystère, soit qu'on en prenne quelqu'un des nouveaux que nous venons d'indiquer, cette première façon ne doit plus arrêter ceux qui auront à faire du fer blanc*[46].

La suite du mémoire est consacrée à la deuxième étape du processus, l'étamage proprement dit et comme il l'a fait pour le décapage Réaumur part de l'observation de ce que font les ouvriers appelés « blanchisseurs ». Il décrit rapidement l'installation, la rapproche et la compare à celles d'autres artisans utilisant l'étamage comme les serruriers ou les fabricants d'épingles. De même il se réfère à d'autres méthodes qui ont été envisagées et enfin à ce que propose Agricola. Comme il a observé que l'étamage n'était pas simplement effectué en plongeant la feuille de fer dans l'étain liquide et que des préparations additionnelles était nécessaires :

> *Ils ont un secret qu'ils se conservent comme le maître décapeur se conserve celui des eaux aigres*[47].

Il théorise encore sur ces dispositions diverses, suif, sel d'ammoniac, effectue également des expérimentations comparatives, essaie différentes manières d'étamer, s'intéresse aux conditions de l'étamage : température des bains d'étain, nombre de passages au bain etc. La démarche est volontairement exhaustive. Il s'agit de ne rien oublier des étapes du processus, de les comprendre, d'en chercher les raisons, de les justifier par une connaissance théorique pour en déduire d'autres méthodes ou au moins de valider les méthodes existantes par des explications qui sont en surplomb de la technique.

Ce mémoire que nous venons de présenter mérite bien son titre *Principes de l'art de faire le fer blanc*, principes et non description. Le passage par l'observation et la description est certes indispensable mais il permet la théorisation, la réflexion, la formulation d'hypothèses que l'on vérifie expérimentalement et la formulation de nouvelles règles de l'art. Les « vues » de l'Académie doivent bien, selon Réaumur, précéder les applications. La mise en application

[46] *op. cit.* p. 117-118

[47] *op. cit.* p. 118

de ces principes doit ensuite permettre le progrès technique en dépassant les principes généraux. Autrement dit, la technique ne peut que suivre les principes, la connaissance scientifique, condition nécessaire et suffisante au prolongement des principes dans des applications nouvelles. Répétons le, peu importe que, dans le cas du fer blanc, les hypothèses scientifiques apparaissent bien étranges, seule compte l'inversion de la démarche technique qui, de fait, met celle-ci sous la tutelle de la connaissance et du raisonnement scientifique. Nous pouvons formuler une dernière remarque, dans ce cas, comme pour les inventions, l'intérêt de l'Académie et son implication se portent plus sur les techniques en devenir que sur celles, réglées, des métiers constitués.

4.2.2.2 Les pompes

Un autre exemple du passage des inventions aux principes nous est fourni dans *l'Essai d'une théorie nouvelle des pompes*[48] formulée par Pitot en 1735. On y trouve, dès l'introduction, la même distinction entre description et principes pour bien souligner que la description n'aide guère la technique à progresser alors que la réflexion sur les principes structurée est bien destinée à ce progrès :

> *Du reste, tout ce qu'on trouve sur les pompes, soit dans le traité du Chevalier Morlan, soit ailleurs, ne sont que des descriptions dans lesquelles les vrais principes de ces machines ne sont point établis. C'est cependant de ces principes qu'on peut déduire les moyens de rendre les pompes les plus parfaites pour en tirer le plus grand effet possible.*

Pitot a été de nombreuse fois commissaire pour des inventions de pompes, il a travaillé sur les problèmes hydrauliques, nous l'avons vu reprendre les travaux de Parent sur les moulins hydrauliques, il énonce donc ainsi une « technologie » des pompes. Nous ne répèterons pas les différentes étapes de sa démarche, plus complète nécessairement que celle de Réaumur parce que ces machines se prêtent mieux à la mathématisation que la métallurgie, mais sur le fond la pensée est la même. La référence aux inventions examinées sert également de moyen de validation du raisonnement. Puisque des expériences ont été faites avec une nouvelle pompe, avec des mesures d'efficacité et des mesures comparatives avec une pompe déjà connue, cela valide le raisonnement qui a été conduit :

[48] R 23 novembre, 7 décembre, 23 décembre 1735 *HARS* 1735, p. 72-81, *MARS* 1735 p. 327-347, toutes les citations qui suivent concernant les pompes sont extraites de *MARS* (et donc de R).

Cet exemple approche beaucoup de la comparaison des quantités d'eau élevées par deux pompes dont l'expérience fut faite cette année au Jardin du Roi, en présence des commissaires nommés par l'Académie[49].

La remarque que nous avons faite à propos de la machine hydraulique de Parent sur la notion de schéma de principe pour raisonner, en ne faisant apparaître que ce qui est utile à la compréhension du raisonnement, s'applique également à cette théorie des pompes. Les différentes figures qui illustrent le mémoire et qui servent de support au raisonnement ne décrivent pas en détail une pompe particulière avec tout son environnement. L'eau n'y est même pas représentée. L'important n'est pas de « voir » le fonctionnement de la pompe, mais de le comprendre rationnellement, en remontant aux principes, à l'essentiel du fonctionnement, réduit aux positions du piston dans le cylindre et aux mouvements des clapets et des soupapes en faisant apparaître l'impact sur le résultat des sections des cylindres et pistons [50] :

[49] Le compte-rendu des essais – mot préférable aujourd'hui à expérience – est dans R 22 juin 1735, les résultats des essais sont résumés dans *HARS* 1735 p.102

[50] *MARS* 1735 p.346

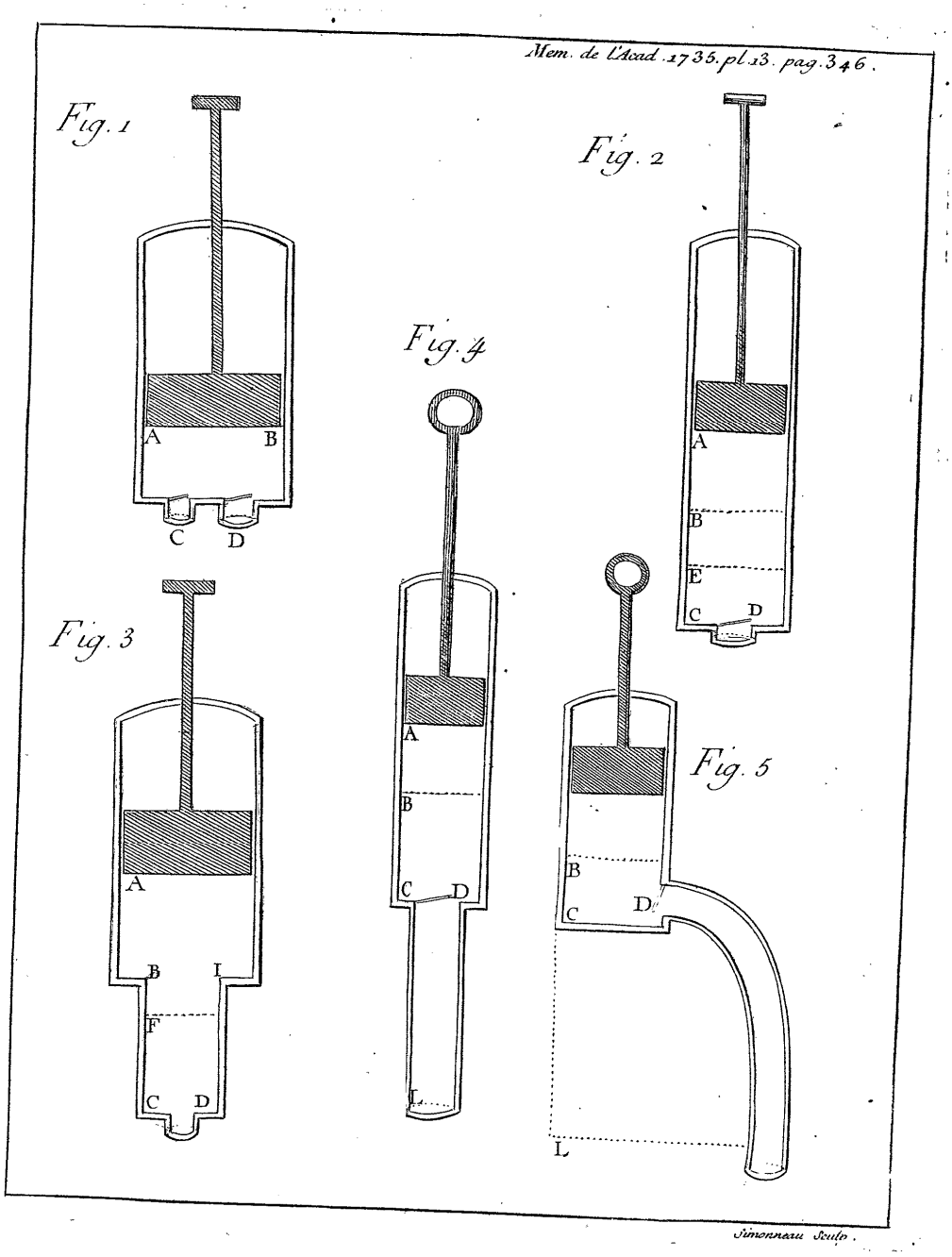


Figure 47 : Schémas de pompes tirés du mémoire de Pitot (source AADS, *MARS* 1735, p. 346)

Par la suite, en 1735, Pitot continue d'écrire sur les pompes en complétant sa théorie. Il se trouve même un cas, en 1725, où un académicien, du Fay, reconstitue le principe d'une pompe dont l'inventeur cache le mécanisme :

> *Voyant qu'il ne m'était pas possible de deviner la construction intérieure de cette pompe par ce qui en paraissait en dehors, j'ai taché d'en imaginer une qui pût en avoir la même forme apparente et qui fit les mêmes effets*[51].

4.2.2.3 Les machines hydrauliques

En 1729, le même Pitot, suite à plusieurs examens d'inventions, entremêlées de contestations, voire de disputes, entre les inventeurs Boulogne et Caron,[52] effectue une recherche plus globale en faisant la synthèse de ce qu'il observe dans les machines hydrauliques. Il en déduit des préconisations générales pour la conception et la construction des roues à aubes. Signe de l'importance que lui accorde l'Académie, son mémoire est cité dans la partie *Histoire de 1729* avant d'être imprimé *in extenso* dans les *Mémoires de 1729* :

> *La matière du remontage de bateaux s'éclaircit toujours. La concurrence de quelques personnes qui ont proposé à l'Académie différentes idées, accompagnées le plus souvent de l'exécution en grand, y a donné lieu et nous allons rendre compte de quelques remarques de M. Pitot qui semble s'être mis plus qu'un autre en possession de ce sujet*[53].

Dans son mémoire, Pitot s'attache à calculer le nombre et la disposition des roues à aubes pour tirer le meilleur parti possible de l'action du courant d'eau. Cette fois il s'agit d'un calcul géométrique et trigonométrique qui aboutit à une table numérique. Il prend en compte le fait que, s'il y a plus d'une seule aube pénétrant dans l'eau, seule celle qui est perpendiculaire au courant est efficace et la largeur des aubes est déterminée par la table numérique issue du calcul :

---

[51] *MARS* 1725 p.35.

[52] Le père de Beaumarchais.

[53] *HARS* 1729 p.81.

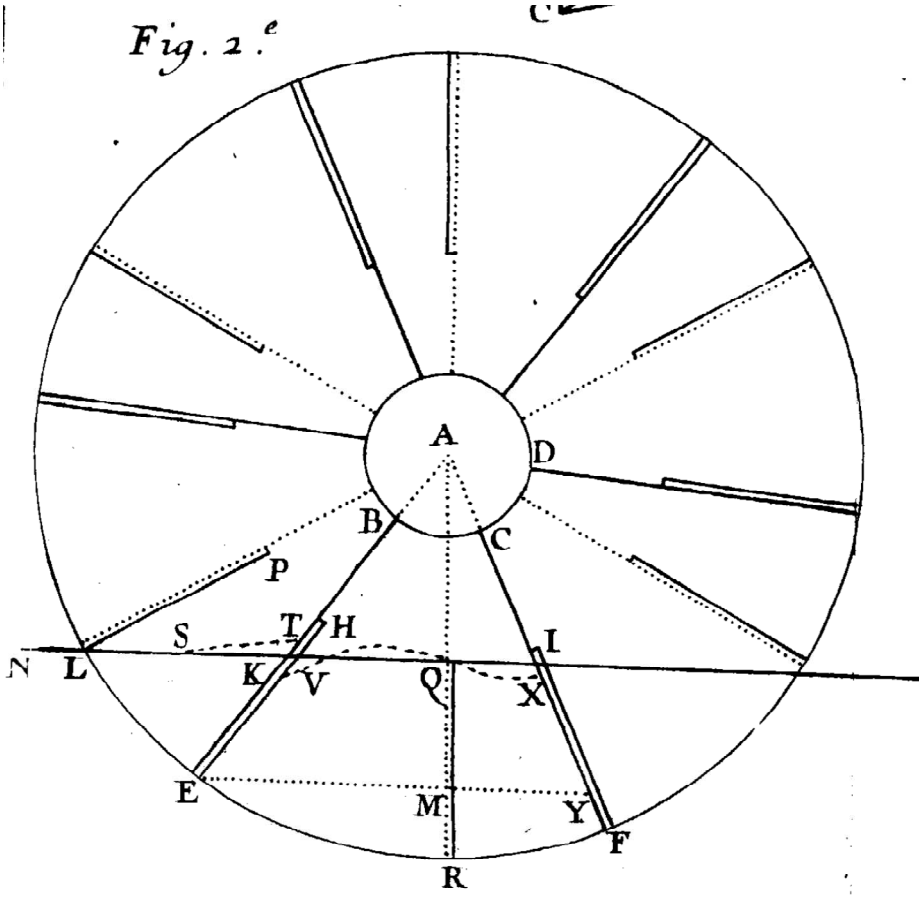


Figure 48 : Disposition des aubes expliquée par Pitot
(Source AADS, *MARS* 1729, p. 258)

> *Pour déterminer le nombre des aubes qu'on doit donner à la roue de moulin pour faire le plus d'effet (...) il est aisé de voir, après les remarques précédentes que l'espace ou l'arc EF et LR entre deux aubes doit être tel que pendant qu'une aube RQ sera verticale ou perpendiculaire au courant, l'aube LP qui la suit doit seulement commencer à entrer dans l'eau.*[54]

En appliquant son raisonnement il observe que le Sieur Caron a mis 9 aubes sur sa roue au lieu des 7 que donne le calcul, alors que le Sieur Boulogne qui aurait du en mettre entre 5 et 6, en a mis 6. En appliquant sa table numérique, il démontre que Boulogne leur a donné un peu trop de largeur et il fournit la bonne dimension à adopter. Nous verrons plus loin[55] que ce raisonnement est fondé sur des hypothèses inexactes mais, comme cela a été dit à plusieurs reprises, la méthode utilisée représente l'apport le plus important. Les hypothèses peuvent être erronées mais la démarche de raisonnement scientifique est bien précise.

[54] *MARS* 1729, p. 256-257.

[55] Voir ci-après le paragraphe 4.2.6.

Une autre approche de la théorisation des inventions se trouve dans le mémoire de Pitot concernant les *Règles pour connaître l'effet que l'on peut espérer des machines*[56]. Nous avions remarqué au chapitre 1 que dans le calcul de la machine du pont au Change le principe du calcul était d'énoncer la règle fondamentale[57] « Puissance Motrice = Puissance résistante + Puissance dissipée en frottements ». Cette règle est clairement énoncée dans ce mémoire, avec un vocabulaire qui n'est plus le nôtre mais avec une vision nette des grandeurs physiques mises en jeu :

> *Dans toutes les machines il ya quatre quantités à considérer.*
> *La première est la puissance ou la force motrice (...)*
> *La seconde quantité c'est la vitesse ou le chemin de la force motrice dans un temps donné, La troisième est la force de la résistance ou du poids mû par la machine,*
> *Et la quatrième c'est la vitesse ou le chemin de ce poids dans le même temps donné.*
> *De ces quatre quantités le produit des deux premières est toujours égal au produit des deux dernières*[58].

Le mémoire est présenté de façon conjoncturelle car l'auteur fait référence à la publication dans « *les nouvelles et les gazettes* » d'un projet de machine pour donner l'eau à la ville de Paris tellement fantastique que Pitot démontre aisément que la puissance motrice nécessaire serait celle de 1400 ou 1500 hommes ou de 200 chevaux, en négligeant les frottements et en les faisant travailler continument, donc qu'il en faudrait trois fois plus pour être réaliste. Le calcul est clair et irréfutable. L'hypothèse faite sur la puissance que peut développer un homme ou un cheval tout à fait comparable à ce que l'on estime couramment (environ une centaine de watts en continu pour un homme et cinq cent watts pour un cheval). Détromper les multiples inventeurs de machines, voilà ce qui est recherché :

> *Les avantages et les secours qu'on retire des machines portent quantités de personnes à en inventer de nouvelles mais la plupart de ces personnes n'étant que peu ou point au fait des vrais principes des mécaniques on ne doit pas être surpris si parmi le grand nombre de machines nouvelles qu'on propose tous les jours il s'en trouve si peu de bonnes et d'utiles.*[59]

Nous avons vu dans l'examen des inventions la place que prenait ce critère de connaissance des principes, de connaissance de la mécanique de la part de l'inventeur pour qualifier une invention ou la disqualifier du fait de l'incompétence de son auteur. En énonçant

[56] AADS, R, 23 novembre 1737, *MARS* 1737, p. 269.

[57] En langage contemporain.

[58] *MARS* 1737, p 269-270.

[59] *op. cit.* p.269.

une règle générale de calcul d'une machine, l'Académie publiant ce mémoire de quelques pages, se place en théorisation de la conception des machines à l'usage des inventeurs. Elle impose, pour l'utilité publique, l'idée qu'une machine « se calcule »[60].

Nous n'avons cité que quelques exemples de cette démarche de théorisation et de calcul déduite de l'observation et de l'analyse des inventions mais ils sont significatifs de l'effort intellectuel visant à dépasser le seul constat du fonctionnement de telle ou telle machine ou de l'application de tel ou tel procédé de fabrication. Comprendre le fonctionnement, les phénomènes physiques mis en œuvre dans la machine où le procédé devient, aux yeux des académiciens, indispensable à tout développement technique maîtrisé par une approche scientifisée afin, comme le dit Parent dans son mémoire de 1704, d'éviter « *de faire tout au hasard* ».

4.2.3 Modéliser pour calculer

Dans son calcul du réglage des vitesses des roues de moulins hydraulique, Parent utilise une approche théorique intégrale et non analytique. Il part de l'expression de la force exercée par le courant sur les aubes des roues et il arrive à une formule générale liant la puissance restituée à la vitesse de la roue et à celle du courant. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de recourir à une représentation différentielle du phénomène physique mis en œuvre dans la technique considérée. Mais il se présente d'autres cas où cette formule de départ, la force exercée sur l'aube, n'est pas accessible, comme dans le cas du calcul de la résistance des revêtements à la poussée des terres par Couplet ou bien de la détermination par Bouguer des profils de voûtes en dômes garantissant une stabilité à celles-ci.

4.2.3.1 La résistance des parapets à la poussée des voutes

Le problème que se pose Couplet en 1726 nécessite de passer par une modélisation. Pas moins de 7 séances[61] sont consacrées à la lecture par Couplet de son mémoire *De la poussée des terres contre leurs revêtements et la force des revêtements qu'on doit leur opposer*. Le mémoire est très long par comparaison aux autres, il occupe 61 pages des *Mémoires de 1726*[62]. Le but de cette étude est de déterminer l'épaisseur à donner aux parapets retenant les

[60] Nous retrouverons au chapitre 6 l'idée que ce calcul des machines s'enseigne.

[61] AADS, R 30 janvier, 6 et 27 février, 2, 6, 9 et 13 *MARS* 1726, le texte est transcrit à la date du 13 mars.

[62] *MARS* 1726, p. 106-164 (les figures ne sont pas paginées). Notons au passage que cela justifie la notion de séances internes dont le nombre est significatif de l'importance d'un mémoire ou de sa difficulté ce qui est peut-être le cas de celui de Couplet.

terres. Derrière cet énoncé un peu vague, il faut y voir le calcul des fortifications, talus s'appuyant sur les parois des fossés par exemple ou bien des ouvrages de voierie. Le mémoire commence par une partie polémique où Couplet souligne les insuffisances des recherches antérieures effectuées par Bullet, architecte du Roi et de l'Académie royale d'architecture et Gautier, architecte, ingénieur et inspecteur des grands chemins et des ponts et chaussées :

> *Ils ne font aucune attention aux leviers qui se trouvent employés, tant dans la poussée des terres que dans la résistance des revêtements, ils sont encore tombés dans plusieurs erreurs considérables, tant dans le calcul des forces que dans la manière de considérer le talus des terres*[63].

Les calculs partent d'une modélisation de la terre ou des sables sous forme de boulets empilés les uns sur les autres :

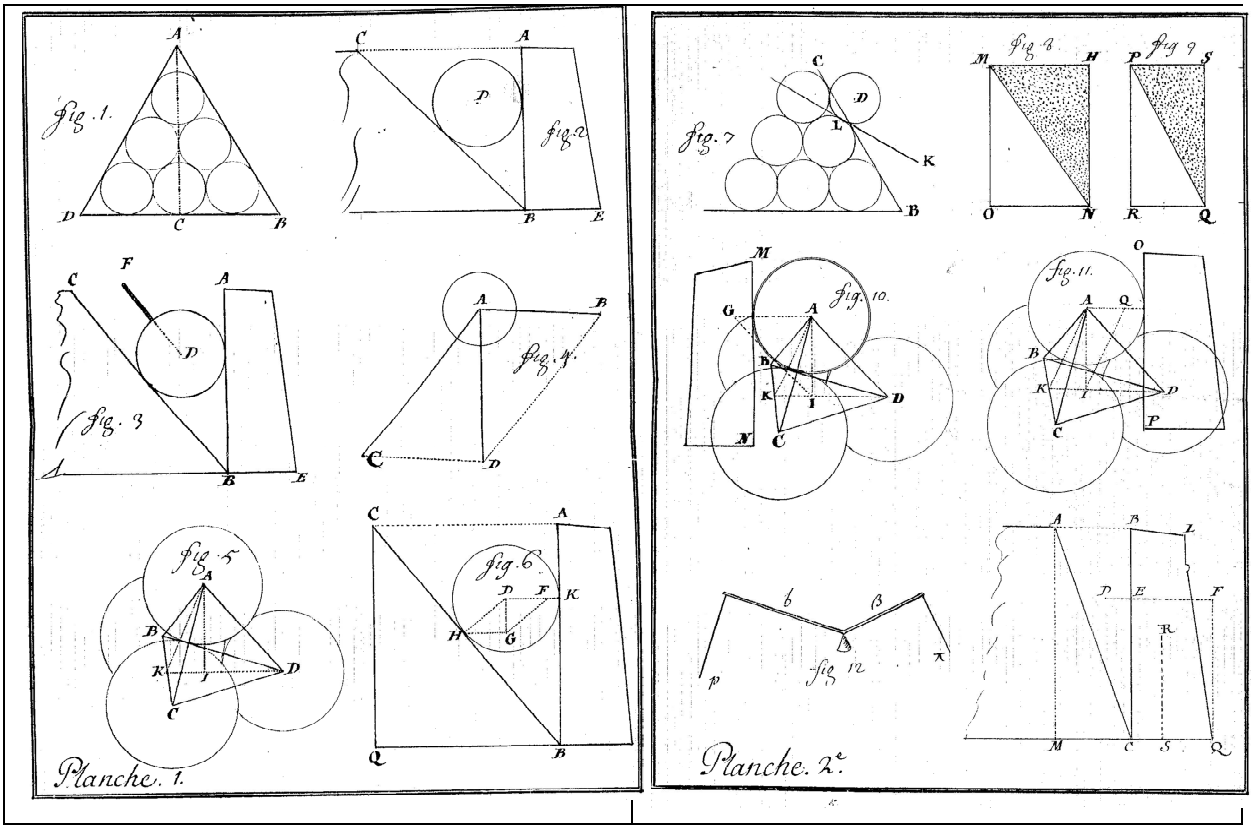


Figure 49 : Schéma de calcul des forces s'exerçant sur les parapets et sur la formation des talus naturels (Source AADS, R 13 mars 1726)

La terre est modélisée par des boules élémentaires, ce qui permet ensuite de déduire des forces et leurs compositions, par l'observation et le calcul géométrique sur des boulets ronds. Il s'agit d'un calcul de statique des forces exercées par chaque boulet, des conditions d'équilibre et de la poussée exercée sur le parapet. Même si son raisonnement peut apparaître

[63] *op. cit.* p. 106

un peu difficile à suivre, Couplet en arrive à formuler des règles de calcul de l'épaisseur des parapets, de leur forme idéale, c'est-à-dire la moins consommatrice de matériaux de construction. Pour développer calculs géométriques et raisonnement il utilise le théorème du parallélogramme des forces[64], notion encore peu maîtrisée, pressentie par Simon Stevin et formulée par Newton. Apparemment Couplet n'a pas connaissance de la démonstration de Newton mais il commence ses démonstrations en le posant :

> *Quand un corps A est poussé par feux forces exprimées par les côtés AB, AC d'un parallélogramme il parcourt la diagonale AD du parallélogramme (...) comme il n'y a aucune mécanique qui ne démontre ce lemme, je me contenterai de l'énoncer sans en rapporter la démonstration*[65].

On trouve dans le mémoire, après la première démonstration de la formule, des variations sur le calcul d'un paramètre, les autres étant connus : base du parapet, hauteur fonction de l'inclinaison du talus, etc. On trouvait de telles variations dans les travaux de Parent, comme s'il s'agissait de montrer, par des exemples répétitifs, qu'une formule établissant un lien mathématique entre grandeurs pouvait être manipulée afin de pouvoir en calculer n'importe laquelle en fonction des autres, ce qui probablement n'allait pas de soi pour les utilisateurs directs de ces formules.

Couplet continue son travail en 1727 avec un deuxième mémoire[66] tout aussi long et touffu dans lequel il ne suppose plus l'absence de frottement de grains infiniment lisses mais où il prend en compte les irrégularités des grains de terre élémentaires et des parapets. Cette fois le mémoire se termine par des tables numériques et, comme c'est le cas le plus proche de la réalité, Couplet prend soin de comparer ses résultats obtenus par le calcul aux pratiques des ingénieurs en discutant les résultats et en les comparants, ce qui est une façon de faire une place à l'expérience, prise dans le sens de la mémoire de ce qui est mis en pratique.

> *(...) et que l'épaisseur des revêtements graveleux, comme ils le sont tous, approche plus celle de l'expérience a fait connaître à nos plus habiles ingénieurs et architectes, quoiqu'ils n'aient pas déterminé quelle est la quantité du revêtement employé pour faire*

---

[64] Une force est représentée, en physique contemporaine par un vecteur, la somme de deux vecteurs, donc de deux forces s'obtient en traçant la diagonale d'un parallélogramme formé par les deux vecteurs à additionner.

[65] *op. cit.* p. 109

[66] *MARS* 1727, p. 139-184

> *équilibre avec l'effort des terres, ni connu ce qui leur restait pour la solidité du revêtement*[67].
> *(...) Les tables que je propose, étant faites pour trois hypothèses d'arrangement de terres, sont toutes trois différentes mais il faut remarquer que la troisième qui est celle de la pyramide carrée V est assez approchante de celle de M. de Vauban (...) Il faut aussi remarquer que cette troisième table est assez conforme à celle que donne M. Gautier pour les revêtements des terrasses.*[68]

Nous pourrions percevoir comme un regret de Couplet de ne pas retrouver exactement par son calcul les pratiques des experts reconnus mais son apport doit être considéré pour ce qu'il représente, la justification par le calcul des pratiques et la compréhension du phénomène.

4.2.3.2 Le profil des voûtes en dôme

Dans un autre domaine de l'architecture, la réflexion à partir des mathématiques conduit Bouguer à calculer la courbe la plus propice à former une voûte qui ne soit pas un demi-cercle. La voûte en demi-cercle ou en arc a été étudiée, rappelle Bouguer, mais, observant que l'on utilise dans les édifices des dômes de formes courbes non circulaire, qu'il nomme « voûte en dôme », il présente le 19 mai 1734 un mémoire intitulé *Sur les lignes courbes qui sont propres à former les voûtes en dômes.* Bouguer se place dans le cas limite des voussoirs infiniment lisses, autrement dit sans liant entre eux et sans frottement. Une telle voute doit donc pour se soutenir avoir un profil capable de répartir le poids de la voute progressivement jusqu'au pied-droit :

> *Si un dôme doit se soutenir dans cette supposition, on en sera que plus sur qu'il se soutiendra dans l'état actuel où sont les choses, lorsque les voussoirs ne peuvent glisser les uns contre les autres qu'avec une assez grande difficulté*[69].

Par modélisation d'un « éléments de voûte » en représentant les forces de poussées qui s'exerce, en les décomposant, suivant les axes de poussée, enfin en considérant cet « élément de voûte » comme une différentielle, il arrive à l'expression d'une condition analytique que doivent satisfaire les coordonnées des points de la voûte pour que celle-ci soit stable, donc cela donne une définition des profils possibles ; la difficulté réside dans le fait qu'il s'agit d'une équation aux dérivées secondes dont l'intégration n'est pas possible dans tous les cas :

---

[67] *MARS* 1727 p. 140

[68] Op. cit. p. 178

[69] *MARS* 1734, p. 164

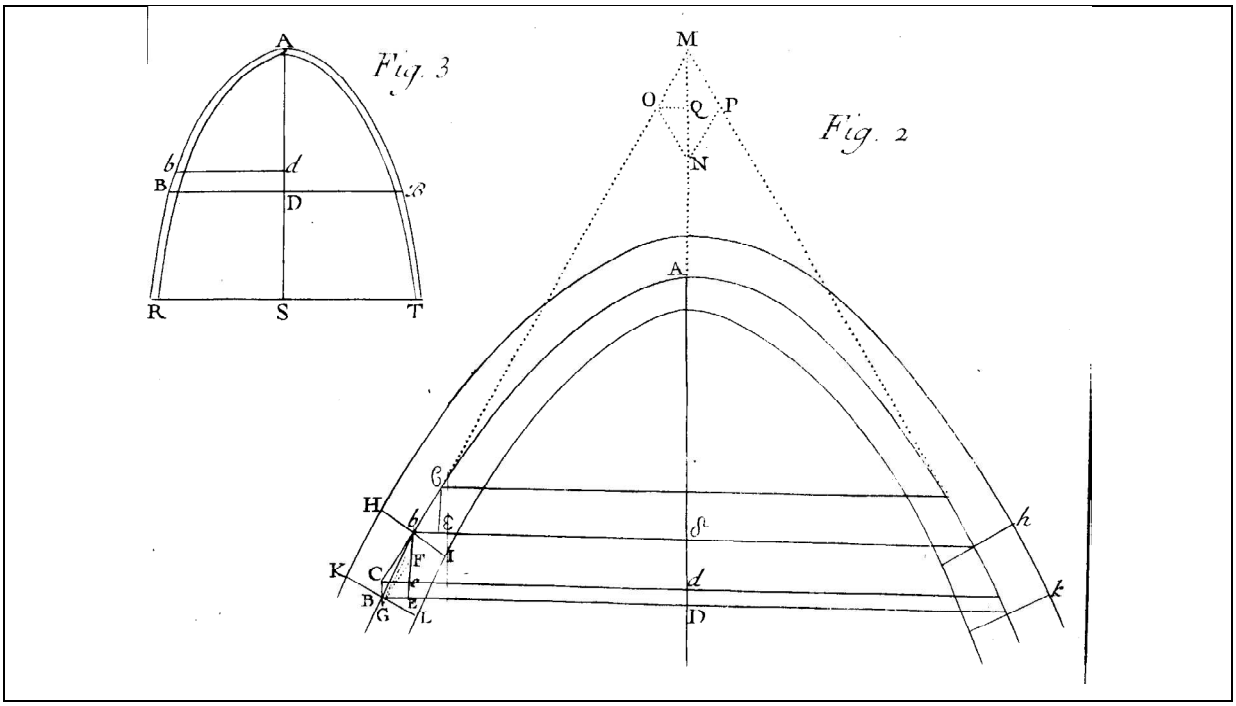


Figure 50 : Figures des courbes propres à former des dômes « autoporteurs »
(Source : AADS, *MARS* 1734, p.164)

comme la petite ligne CB, interceptée entre la courbe & la tangente, eſt la différentielle des dx, pendant que les dy ſont conſtantes, nous aurons $\frac{eydx\sqrt{dy^2+dx^2}}{\int ey\sqrt{dy^2+dx^2}} \geqq ddx$ pour l'expreſſion analytique de $CG \geqq CB$. Cette formule nous fera connoître toutes les courbes dont on peut ſe ſervir pour former des Voutes en Dome, & parmi toutes ces courbes

Mem. 1734. V

Figure 51 : Formule différentielle générale des courbes propres à former des dômes « autoporteurs »
(Source : AADS, *MARS* 1734, p.153)

La formule est évidemment peu maniable, Bouguer la discute, l'intègre dans plusieurs cas de figure, le premier étant de déterminer l'épaisseur de la voûte connaissant la courbe qui la définit. Au passage il redémontre la possibilité des voutes circulaires ou elliptiques. Le deuxième cas, le plus complexe, est celui qui consiste à vérifier la faisabilité d'une forme de voûte connaissant l'épaisseur. Le calcul « bute » sur l'intégration de la formule qui n'est pas possible sauf dans le cas des voûtes sphériques, à condition de ne pas prendre la demi-sphère

complète. Cependant, remarque Bouguer, l'intégration approchée est possible par développement en série. La formule générale étant une inégalité non stricte, l'égalité donne la forme limite qu'il calcule en particulier, en remarquant qu'il s'agit d'une courbe transcendante. Sans que nous puissions l'affirmer avec une certitude complète, compte tenu de la difficulté d'interprétation des calculs et des résultats, il nous est apparu que cette forme « idéale », limite, correspondait en inversée à la « chaînette » de Bernouilli, forme que prend une corde pesante sous l'effet de son propre poids et dont l'équation est celle d'un cosinus hyperbolique, la forme de ces courbes[70] montre la similitude avec celle de Bouguer :

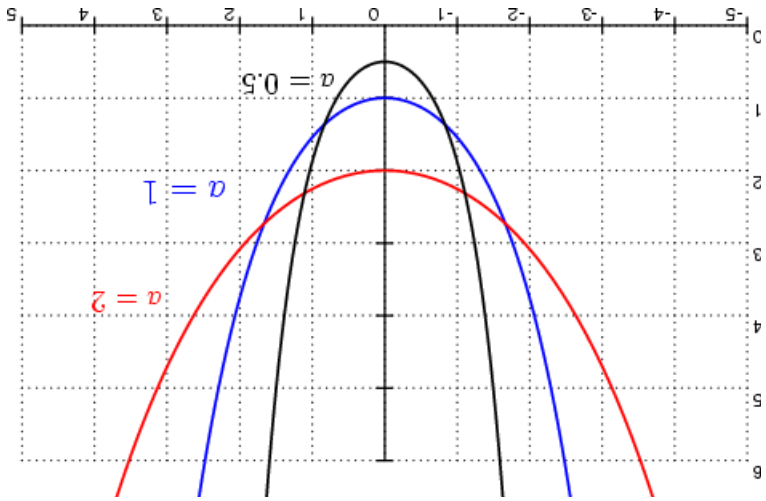


Figure 52 : Forme de chaînettes de Bernouilli paramétrées suivant leur ouverture
(source : http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Catenary-pm.png?uselang=fr consultation du 27 février 2013)

Nous savons également que certaines voûtes primitives en dôme[71] adoptent des formes extrêmement voisines. Ce que nous retenons de ce travail de Bouguer est de l'ordre de la théorisation de la conception, de sa mise en équation qui justifie la stabilité des voûtes en dôme existantes non plus par l'expérience mais par le calcul préalable. Une fois ce calcul effectué, les résultats sont présentés sous forme de tableaux numériques afin d'être facilement utilisables par des architectes, en leur épargnant la difficile intégration numérique des formules.

[70] Les courbes de chainettes ont été « retournées pour rendre significative la similitude avec la figure de Bouguer

[71] Voûtes dite nubienne, burons de pierres sèches du Cantal par exemple.

4.2.4 Mettre en pratique : les académiciens inventeurs

Quelques académiciens vont au-delà de la rédaction de mémoires sur un sujet technique, ils mettent en pratique leurs recherches en proposant eux-mêmes des inventions de procédés, d'objets techniques définis et validés par une démarche de pensée rationnelle.

4.2.4.1 Le cric de Dalesme

Au début du siècle un académicien comme Dalesme est un inventeur de divers objets techniques allant des marmites aux horloges. Avant 1699, pas encore académicien, il avait présenté quelques inventions à l'Académie. Nommé pensionnaire mécanicien en 1699, dans cette nouvelle classe qui accueille les membres de la petite Académie des arts se consacrant aux descriptions, il continue de s'intéresser à la technique comme inventeur assez prolifique de divers dispositifs. Il est très proche des inventeurs, et ne se comporte pas en « théoricien », il est assez atypique et représente bien la fin d'une approche de la technique au sein de l'Académie[72]. Il propose en séance, en 1717, un nouveau cric, présentation accompagnée d'une réflexion sur les défauts des crics existants:

> *La construction des crics qui sont en usage est telle que la force qui les faite agir n'y est pas appliquée assez avantageusement et qu'on ne peut pas toujours y appliquer assez de force pour leur faire produire tout l'effet dont on aurait besoin*[73].

Ce cric aura l'honneur d'être montré au tsar Pierre le Grand lors de sa visite à l'Académie et au Régent l'année suivante :

> *Le czar a fait l'honneur à l'Académie d'y venir et on lui a fait voir la machine à élever les eaux de M. de la Faye, l'arbre de Mars de M. Lémery et le cric de M. Dalesme et le carrosse de M. des Camus*[74].

Deux autres académiciens inventeurs sont mentionnés, La Faye et de Camus[75], comme si l'Académie avait voulu privilégier l'aspect pratique de son travail vis-à-vis d'un souverain étranger et oriental, curieux, voire avide, de techniques occidentales.

---

[72] Il est réputé être l'inventeur d'une nouvelle suspension pour les carrosses, le « ressort à la Dalesme » mais nous n'avons pas trouvé trace d'une présentation à l'Académie. Sans doute est-ce dû au fait qu'il avait été admis à la vétérance, à cause de ses nombreux déplacements (AADS, R, 11 août 1706) mais on le retrouve intervenant et commissaire jusqu'en 1723. Il meurt en 1727.

[73] AADS, R 14 avril 1717, le cric est dessiné dans *MARS 1717* p.304.

[74] AADS, R 19 juin 1717.

[75] Nous conservons la particule pour ne pas confondre F-J.de Camus avec C.L.E. Camus

Le schéma du cric se trouve également dans la pochette de séance et l'aspect très technique de sa représentation mérite d'en présenter le schéma :

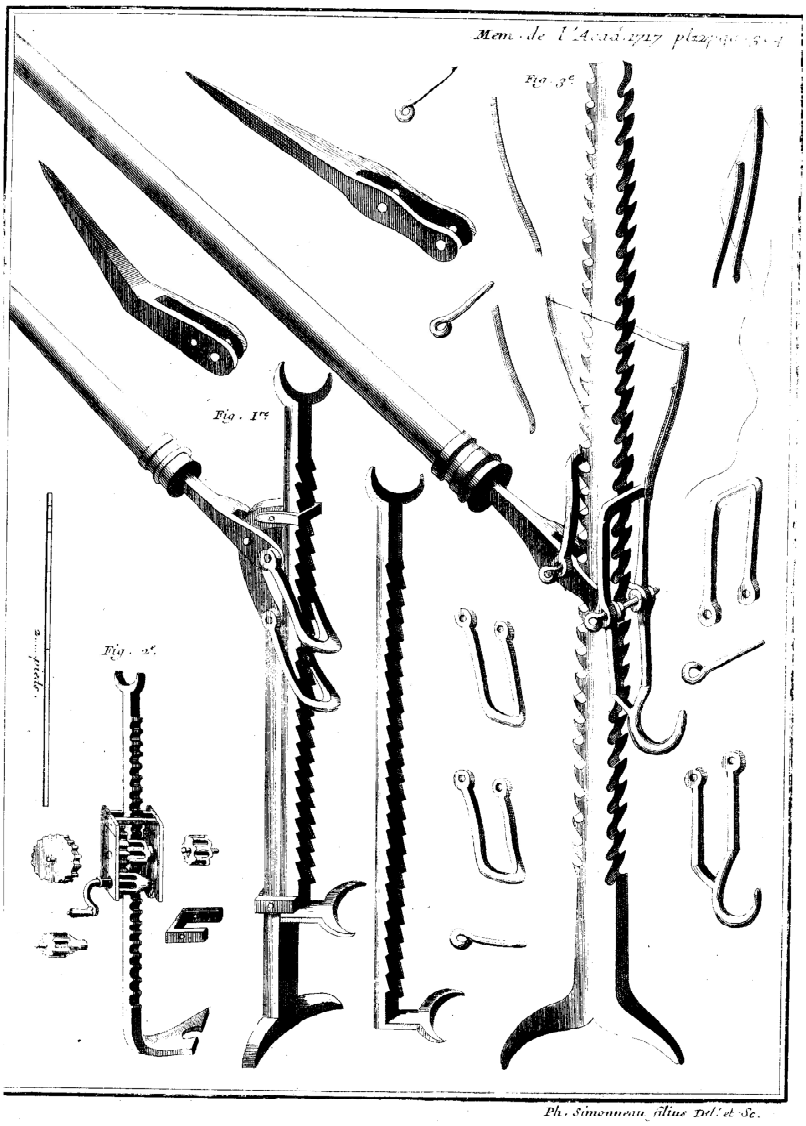


Figure 53 : Cric de Dalesme
(Source AADS, *MARS* 1717, p. 304)

Il faut souligner, dans cette invention d'un académicien, les justifications qu'il apporte. Dalesme avait été admis à la vétérance car il était appelé à faire de nombreux déplacements dans les ports, « *au service du Roi* »[76]. L'essentiel de ses interventions portent sur des techniques liées à la construction navale et sans que l'on puisse trouver de sources certaines[77] c'est vraisemblablement un ingénieur lié à la Marine. Il part de l'expérience qu'il a acquise dans les ports, à Brest en particulier, pour mettre en évidence les inconvénients des crics

[76] AADS, R 11 août 1706.

[77] Son éloge funèbre n'apparaît pas l'année de sa mort, il n'était plus que vétéran.

ordinaires en usage commun, celui de la figure 53 (deuxième en bas à gauche) : usure, coût, nécessité de réparations fréquentes, pertes dues aux frottements, position ergonomique mal adaptée à l'utilisation de toute la capacité physique d'un homme :

> *(...) la force qui les fait agir n'est pas appliquée assez avantageusement et on ne peut pas toujours y appliquer assez de force pour leur faire produire tout l'effet dont on a besoin (...).*
> *On fit faire 100 crics neufs à Brest en 1700 et 1701 ; il en coûta plus de 3600 livres pour raccommoder les mêmes crics en 1702 et 1703*[78].

Conscient de l'objection que l'on peut lui faire sur le lien force-déplacement – le futur travail mécanique de Coriolis – il démontre l'efficacité de son dispositif en faisant remarquer qu'un homme pesant de tout son poids sur le levier du cric appliquera une force nécessairement plus importante que celle appliquée à la manivelle d'un cric « ordinaire » que l'on tourne avec les mains , même si elle est effectuée par deux hommes. Il a soin de préciser que ce résultat a été vérifié expérimentalement :

> *Je ferai seulement remarquer que quoiqu'il soit incontestable parmi les mécaniciens qu'on perd toujours en vitesse ce que qu'on gagne en force ; que cependant un homme seul fait à peu près autant d'effet avec ce cric et aussi vite que deux homme en font avec le cric ordinaire et c'est ce qui a été justifié par des expériences réitérées*[79].

Nous sommes dans le cas de ce cric dans une invention qui ne fait pas une grande place au calcul rationnel mais qui montre une qualité d'observation rationnelle, un souci de vérification expérimentale et une prise en compte des contraintes économiques inhérentes à la technique.

4.2.4.2 Un dispositif simple, encore en usage, le tube de Pitot

Une autre invention d'académicien mérite d'être citée car elle est toujours en application aujourd'hui, avec fort peu de modifications de principe et conserve le nom de son inventeur puisque l'on parle de « loch à tube de Pitot » ou de « sonde de Pitot ». Nous avons déjà rencontré cet académicien extrêmement actif dans l'examen des inventions et les communications techniques à l'Académie. Rien de ce qui concerne l'hydraulique ne lui est étranger. Il n'a été académicien que 18 ans, de 1724 à 1742, date à laquelle il retourne dans son Languedoc natal[80], mais nous avons vu son activité technicienne dans son profil de

[78] AADS, R 14 avril 1717 et *MARS* 1717, p.301-302

[79] *op. cit.* p. 302

[80] Voir en annexe 18 quelques données biographiques de Pitot.

commissaire ou d'auteur technique[81]. L'invention que propose Pitot n'est pas un perfectionnement d'une machine existante, c'est une idée complètement nouvelle, il en rend compte comme lui étant venue naturellement. Il présente l'instrument en séance le 6 août 1732 et le registre mentionne qu'il doit en donner un mémoire mais il n'est pas lu en séance, il est imprimé dans les mémoires de 1732[82]. Pitot recherche un dispositif permettant de mesurer la vitesse des courants d'eau. Il s'en explique en soulignant l'importance de la qualité de cette mesure pour tous les aménagements hydrauliques, que ce soit pour la consolidation des berges ou pour le calcul des moulins hydrauliques, comme nous l'avons vu à propos du calcul de la machine du Pont au Change[83] :

> *Il y a un grand nombre d'autres occasions où l'on a besoin de connaître la vitesse des eaux des rivières, des aqueducs, des ruisseaux (...) soit pour connaître la force de l'eau sur les aubes des roues de moulin et calculer l'effet de ces mêmes machines, soit enfin pour connaître l'endroit le plus avantageux d'une rivière pour placer un moulin, une pompe ou autre machine.*[84]

Il commence par critiquer, comme il se doit, les pratiques en usage, analogues à celles employées sur les navires, le jet d'une planchette de bois, le loch, laissant ensuite filer une corde dont on compte les nœuds pendant un temps donné[85]. Il n'explique pas la genèse de son idée qui résulte probablement d'une observation assez simple, un tube de verre coudé à angle droit ouvert sur le courant voit l'eau monter dans la partie verticale à une hauteur qui est fonction de la vitesse du courant. L'idée de Pitot est donc de comparer la pression statique à la pression dynamique de l'eau, à la profondeur où on veut mesurer la vitesse d'un courant. La pression statique est mesurée à l'aide d'un tube vertical, la pression dynamique est mesurée à l'aide d'un tube coudé horizontal dans le sens du courant. Pitot ne raisonne pas sur les pressions statique et dynamique mais sur l'analogie qu'il fait avec la vitesse prise par l'eau en chute libre en reprenant les idées de Varignon sur la proportionnalité de la vitesse d'eau d'une chute à la racine carrée de la hauteur. Il est sans importance que le raisonnement rigoureux soit plus fondé sur les pressions et les lois de Bernouilli que sur des hauteurs mais ce qui importe ici est l'application d'un raisonnement de type scientifique à un dispositif technique

[81] Voir figures 45 et 46 au chapitre 4, § 4.2.2.

[82] *MARS* 1732, p. 363-

[83] Voir § 1.3.3.

[84] *op. cit.* p. 364

[85] Oserons-nous rappeler que l'expression « filer 8 nœuds » par exemple, vient de cette méthode.

combinée avec une modalité de raisonnement fréquent dans le domaine technique, souvent implicite, le raisonnement par analogie. Pitot assimile la vitesse prise par le courant à celle de la chute d'eau dont la vitesse dépend de la hauteur de chute :

> *Car suivant les premiers principes de cette science [la théorie du mouvement]*[86] *on doit considérer la vitesse des eaux courantes comme une vitesse acquise par leurs chûtes d'une certaine hauteur*[87].

Il s'appuie ensuite sur la relation existant entre hauteur et vitesse, celle-ci étant proportionnelle à la racine carrée de la hauteur[88] :

> *Il faut se rappeler le principe fondamental de presque toute la théorie du mouvement des eaux qui est que les vitesses des eaux sont en raison sousdoublée de la hauteur de leur chute. M. Varignon a eu le premier la gloire de démontrer ce principe*[89].

Le schéma de Pitot n'est pas très explicite et nous nous permettons d'en donner un schéma pour en faire comprendre le principe :

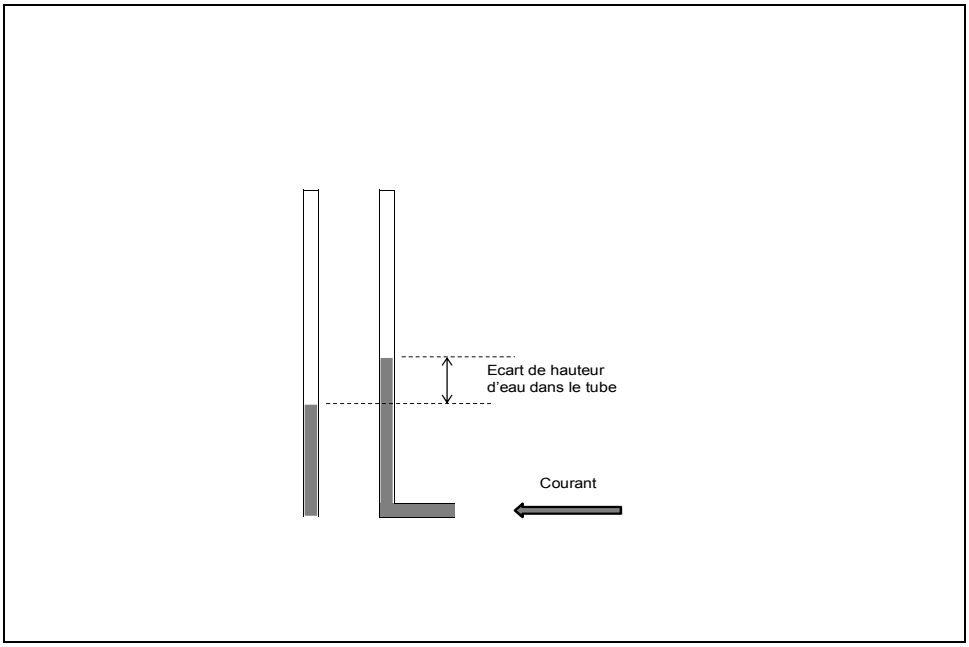


Figure 54 : Schéma de principe du tube de Pitot

[86] La mécanique newtonienne est très souvent désignée par cette expression « théorie du mouvement ».

[87] *op. cit.* p. 369

[88] L'équation générale du mouvement de la chute des corps montre que la vitesse est proportionnelle au temps de chute et ce temps de chute est proportionnel à la racine carrée de la hauteur ($v = \sqrt{2gh}$).

[89] *op. cit.* p. 370

L'idée est alors mise en pratique par la réalisation d'un dispositif expérimental avec les deux tubes, l'un vertical l'autre coudé, et des graduations sur le support[90]. La description avec le schéma sont donnés dans le mémoire :

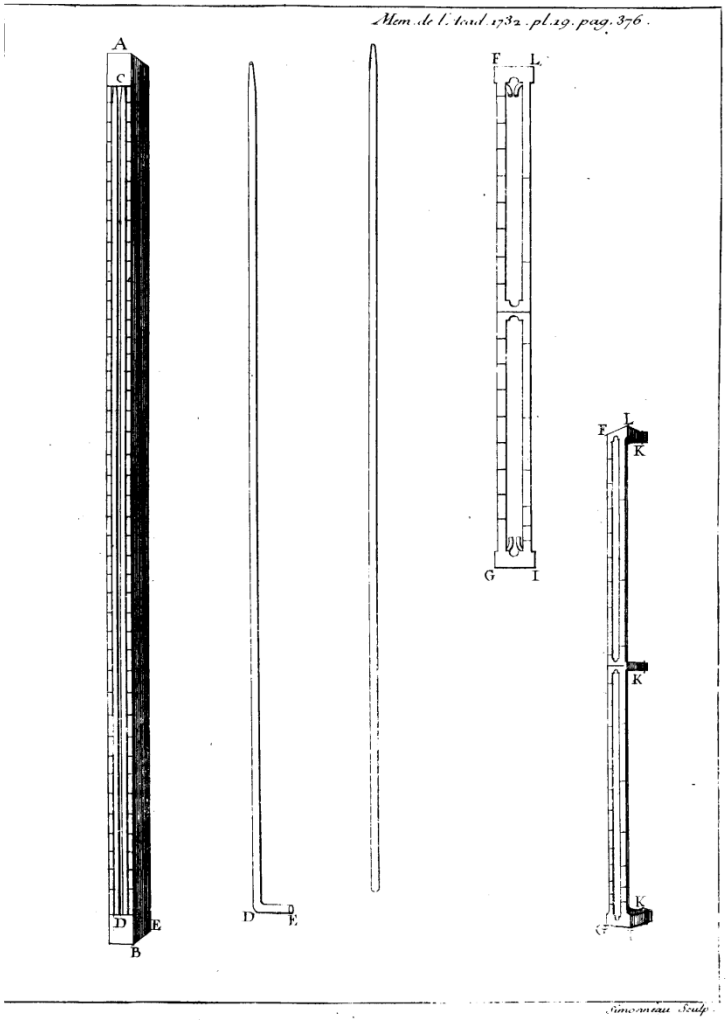


Figure 55 : Schéma du tube de Pitot
(Source AADS, *MARS* 1732,p. 376)

Le schéma montre les deux tubes, le droit qui n'est sensible qu'à la pression statique et le coudé qui est sensible à la pression dynamique, la différence des hauteurs d'eau dans les deux tubes donne la vitesse. La nécessité de calculer les racines carrées des hauteurs rendrait l'instrument inutilisable par le plus grand nombre des utilisateurs potentiels[91]. Pitot prend donc soin d'établir une table donnant les vitesses en fonction de la différence de hauteur d'eau

[90] Dans un loch moderne dit « à tube de Pitot » il y a toujours deux tubes.

[91] Le calcul « à la main » d'une racine carrée a disparu de l'enseignement depuis longtemps et aujourd'hui la difficulté serait la même sans les calculatrices…

du tube de mesure. Il effectue une série d'expérimentations en mesurant le courant de la Seine en divers endroits et à diverses profondeurs, ce qui était absolument nouveau. A cette occasion, il établit clairement que la vitesse de l'eau au fond du lit est plus faible qu'en surface, point qui était en discussion. Dans la suite de son raisonnement, il perçoit immédiatement l'intérêt de son dispositif en en renversant l'utilisation, c'est-à-dire que si on l'installe sur un navire, le tube coudé étant face au courant relatif créé par le déplacement du navire, la vitesse mesurée de ce courant est celle du navire porteur de l'appareil et on peut, par la hauteur d'eau dans le tube coudé, en déduire cette vitesse[92]. Il en précise les conditions d'installation à bord, la graduation, les règles d'utilisation et confirme la validité de son appareil par des expérimentations effectuée sur un bateau à voile remontant la Seine de Poissy au confluent de l'Oise. Le compte-rendu de l'expérimentation montre qu'il prend en compte tous les paramètres, vent, courant, vitesse moyenne du bateau sur la longueur du parcours. Le résultat de la mesure de la vitesse moyenne est conforme à ce que donne la moyenne des mesures de son instrument.[93] L'année suivante, à la demande du ministre de la Marine, Maurepas, une expérimentation en vraie grandeur est faite sur un vaisseau à Brest. Les officiers de marine font de nombreuses objections, de bonne ou mauvaise foi, mais un capitaine de vaisseau plus féru de progrès technique[94] fait quelques essais. Naturellement des difficultés apparaissent et Pitot se concerte avec l'académicien Donsenbray pour proposer des améliorations. Comme l'installation à bord suppose de percer la coque du navire, les marins contemporains de Pitot ne l'utiliseront pas mais les lochs « à tube de Pitot » sont encore installés de nos jours sur les navires ou sur les avions[95].

Pitot ne détaille pas les circonstances de la venue de son idée, il indique simplement que, dès qu'elle a surgi, il s'est empressé de vérifier la montée de l'eau sous l'effet du courant. Nous pouvons supposer que cette idée résulte d'une observation peut-être fortuite mais immédiatement analysée rationnellement. Sa démarche est ensuite guidée par le raisonnement

[92] Vitesse relative par rapport à l'eau et non par rapport au fond.

[93] Jusqu'à l'apparition du GPS la vérification de la précision d'un loch à bord d'un navire a toujours été une opération compliquée à cause de l'instabilité propre à la vitesse du navire et à son cap. L'expérimentation de Pitot est tout à fait acceptable.

[94] Il est occupé en même temps à tester une nouvelle mature et une nouvelle voilure (AADS, R 14 novembre 1733).

[95] Le givrage des « sondes de Pitot » a été mis en cause dans un récent accident d'avion. Ces sondes donnent la vitesse par rapport à l'air ce qui est le plus important pour la portance de l'appareil.

de type scientifique, formulation d'une hypothèse, construction d'un appareil, vérification expérimentale rationnellement conduite, mesures et règles d'emploi.[96]

4.2.5 Mesurer quand on ne peut pas calculer

Dans les exemples précédents, nous avons pu constater que le souci premier était de rechercher des lois, des méthodes de calcul, des formules générales même si la formule est ensuite retranscrites dans des tableaux d'applications numériques comme le font Bouguer ou Pitot. Réaumur élabore une théorie du décapage par l'acide pour « justifier » les préconisations qu'il énonce. Cependant, il se présente des cas où le calcul n'est pas possible, où il n'existe pas de théorie disponible et utilisable, sans que sa solidité scientifique nous importe d'ailleurs. Ces cas, irritants pour le savant, sont contournés par le technicien par des séries de mesures expérimentales d'où se déduisent des lois expérimentales, suffisantes pour l'homme de l'art mais en attente d'une théorisation ultérieure par le savant suivant les progrès de la connaissance scientifique. Lorsque Amontons s'intéresse aux frottements ou Buffon et Duhamel du Monceau à la résistance des bois, ou encore Parent à la résistance des poutres, seules des séries de mesures bien faites peuvent les conduire à des résultats techniquement utilisables et cela au moyen d'observations de corrélations numériques valides et non de causalités. Il y a dans cette démarche un renoncement que l'on espère provisoire, à la recherche du « pourquoi ? », que l'on remplace par la recherche du « combien ? ».

4.2.5.1 Les frottements

Les frottements sont une cause bien connue de perte d'efficacité des machines. La conscience de ce problème est bien présente dans l'esprit des académiciens et dans leur démarche de recherche des « principes ». Il est donc naturel qu'ils se penchent sur cette difficulté. Rappelons pour faire comprendre la difficulté du problème qu'aujourd'hui encore les forces de frottements sont modélisées par une relation qui fait appel à des coefficients numériques qui ne sont pas théoriquement accessibles mais seulement mesurables pour des couples de matériaux donnés. Lorsqu'Amontons lit son mémoire en séance le 19 décembre 1699, il a conduit une série d'expériences et son but est bien de rechercher une méthode de calcul des frottements afin de les prévoir et de les prendre en compte dans la conception d'une machine :

[96] Le tube de Pitot est repris par Bélidor, *Architecture hydraulique* Tome 1, p. 256.

> *En effet tous les auteurs qui ont écrit des forces mouvantes il n'y en a peut être pas un qui ait fait une attention suffisante sur l'effet des frottements dans les machines et sur la résistance causée par la roideur des cordes ni qui nous ait donné des règles pour connaître l'une et l'autre et les réduire au calcul*[97].

L'utilisation de l'expression « forces mouvantes » nous donne une indication sur ces auteurs, il s'agit évidemment de Salomon de Caux auteur des *Raisons des forces mouvantes* et il pense aux auteurs de théâtres de machine. A ces descriptions, à ces « réduction en art », il cherche à substituer la « réduction en calcul », ce qui n'est pas pour nous surprendre. Il établit, à partir de ses expérience, que les frottements de pièces l'une sur l'autre dépendent de la pression exercée et non de la surface en contact, retrouvant ainsi des résultats établi par Léonard de Vinci. Il établit aussi que les frottements sont indépendants de la vitesse. Les règles de calcul des frottements des pièces mécaniques les unes sur les autres nous ont semblés difficiles à interpréter, à ceci près qu'Amontons raisonne, sans le dire, sur le travail de la force motrice et le travail de la force de frottement, un siècle avant Coriolis. La deuxième partie de son mémoire[98] est consacrée aux frottements induits par la raideur des cordes frottant sur une poulie. A partir d'une série d'expériences mieux décrites et conduites rationnellement, il dresse un tableau numérique permettant de calculer rapidement la force de résistance de frottement pour tous les diamètres des cordes en usage, le diamètre des poulies et la charge élevée par la machine. On doit se souvenir, en effet, que l'effet des machines est toujours ramené par les académiciens à l'élévation d'un poids. Le tableau est calculé pour un diamètre de poulie de 1 pouce et il est accompagné d'une règle d'emploi, pour faire convenablement les interpolations nécessaires à la prise en compte de la valeur précise du poids à soulever et au diamètre de la poulie. Il démontre, en effet, que la raideur, le frottement de la corde est inversement proportionnel au diamètre de la poulie en recommandant donc de ne pas chercher à utiliser des poulies de trop faible diamètre sous prétexte d'économiser de la place. Le tableau est représenté par la figure suivante :

[97] *MARS* 1669, p. 206-227.

[98] *op.cit.*

An. 1699. pag. 226. Pl. 2.

POIDS SUPORTES PAR LES CORDES

Diametres des Cordes	10 tt	20 tt	30 tt	40 tt	50 tt	60 tt	70 tt	80 tt	90 tt	100 tt
1	5 on	10 on	15 on	1 tt – 4 on	1 tt – 9 on	1 tt – 14 on	2 tt – 3 on	2 tt – 8 on	2 tt – 13 on	3 tt – 2 on
2	10	1 tt – 4	1 tt – 14	2 – 8	3 – 2	3 – 12	4 – 6	5 – 0	5 – 10	6 – 4
3	15	1 – 14	2 – 13	3 – 12	4 – 11	5 – 10	6 – 9	7 – 8	8 – 7	9 – 6
4	1 tt – 4	2 – 8	3 – 12	5 – 0	6 – 4	7 – 8	8 – 12	10 – 0	11 – 4	12 – 8
5	1 – 9	3 – 2	4 – 11	6 – 4	7 – 13	9 – 6	10 – 15	12 – 8	14 – 1	15 – 10
6	1 – 14	3 – 12	5 – 10	7 – 8	9 – 6	11 – 4	13 – 2	15 – 0	16 – 14	18 – 12
7	2 – 3	4 – 6	6 – 9	8 – 12	10 – 15	13 – 2	15 – 5	17 – 8	19 – 11	21 – 14
8	2 – 8	5 – 0	7 – 8	10 – 0	12 – 8	15 – 0	17 – 8	20 – 0	22 – 8	25 – 0
9	2 – 13	5 – 10	8 – 7	11 – 4	14 – 1	16 – 14	19 – 11	22 – 8	25 – 5	28 – 2
10	3 – 2	6 – 4	9 – 6	12 – 8	15 – 10	18 – 12	21 – 14	25 – 0	28 – 2	31 – 4
11	3 – 7	6 – 14	10 – 5	13 – 12	17 – 3	20 – 10	24 – 1	27 – 8	30 – 15	34 – 6
12	3 – 12	7 – 8	11 – 4	15 – 0	18 – 12	22 – 8	26 – 4	30 – 0	33 – 12	37 – 8
13	4 – 1	8 – 2	12 – 3	16 – 4	20 – 5	24 – 6	28 – 7	32 – 8	36 – 9	40 – 10
14	4 – 6	8 – 12	13 – 2	17 – 8	21 – 14	26 – 4	30 – 10	35 – 0	39 – 6	43 – 12
15	4 – 11	9 – 6	14 – 1	18 – 12	23 – 7	28 – 2	32 – 13	37 – 8	42 – 3	46 – 14
16	5 – 0	10 – 0	15 – 0	20 – 0	25 – 0	30 – 0	35 – 0	40 – 0	45 – 0	50 – 0
17	5 – 5	10 – 10	15 – 15	21 – 4	26 – 9	31 – 14	37 – 3	42 – 8	47 – 13	53 – 2
18	5 – 10	11 – 4	16 – 14	22 – 8	28 – 2	33 – 12	39 – 6	45 – 0	50 – 10	56 – 4
19	5 – 15	11 – 14	17 – 13	23 – 12	29 – 11	35 – 10	41 – 9	47 – 8	57 – 7	59 – 6
20	6 – 4	12 – 8	18 – 12	25 – 0	31 – 4	37 – 8	43 – 12	50 – 0	56 – 4	62 – 8
21	6 – 9	13 – 2	19 – 11	26 – 4	32 – 12	39 – 6	45 – 15	52 – 8	59 – 1	65 – 10
22	6 – 14	13 – 12	20 – 10	27 – 8	34 – 6	41 – 4	48 – 2	55 – 0	61 – 14	68 – 12
23	7 – 3	14 – 6	21 – 9	28 – 12	35 – 15	43 – 2	50 – 5	57 – 8	64 – 11	71 – 14
24	7 – 8	15 – 0	22 – 8	30 – 0	37 – 8	45 – 0	52 – 8	60 – 0	67 – 8	75 – 0
25	7 – 13	15 – 10	23 – 7	31 – 4	39 – 1	44 – 14	54 – 11	62 – 8	70 – 5	78 – 2
26	8 – 2	16 – 4	24 – 6	32 – 8	40 – 10	46 – 12	56 – 14	65 – 0	73 – 2	81 – 4
27	8 – 7	16 – 14	25 – 5	33 – 12	42 – 3	48 – 10	59 – 1	67 – 8	75 – 15	84 – 6
28	8 – 12	17 – 8	26 – 4	35 – 0	43 – 12	50 – 8	61 – 4	70 – 0	78 – 12	87 – 8
29	9 – 1	18 – 2	27 – 3	36 – 4	45 – 5	52 – 6	63 – 7	72 – 8	81 – 9	90 – 10
30	9 – 6	18 – 12	28 – 2	37 – 8	46 – 14	54 – 4	65 – 10	75 – 0	84 – 6	95 – 12

Figure 56 : Tableau de calcul des forces de frottements à prendre en compte en fonction du poids soulevé et du diamètre de la corde (Source AADS, *MARS* 1699, p. 226)

4.2.5.2 Parent, Buffon et Duhamel, la résistance des bois

La résistance des matériaux, problème abordé par Galilée est un sujet de grande importance compte tenu de la place du bois dans toute la technique de l'époque moderne. Le

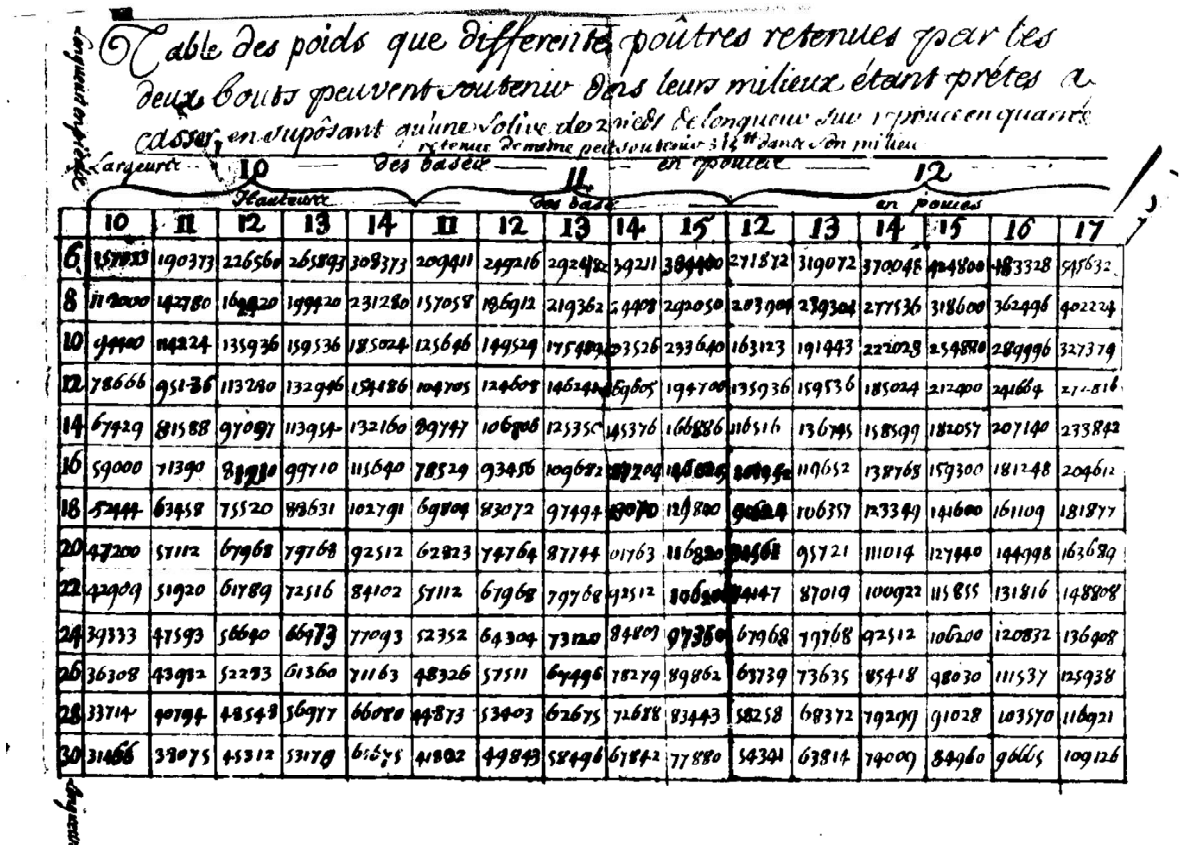
sujet est étudié à plusieurs reprises avec des approches quelque peu différentes. En 1707 Parent réalise une série d'expériences comparatives très détaillées en vue d'obtenir des résultats utilisables, pratique. Il accompagne ses expérimentations de calculs théoriques, essentiellement géométriques mais faisant aussi intervenir des calculs différentiels mais, comme souvent avec lui, assez difficiles à déchiffrer. Il établit par le calcul que la solidité dépend de la hauteur de la poutre soutenant une charge, calcul corroboré par l'observation des usages, et qu'il est donc économiquement plus avantageux de disposer des poutres rectangulaires sur champ[99], tout en leur conservant une largeur raisonnable :

> *C'est aussi ce que la plupart des architectes entendus pratiquent principalement quand ils ont de grandes charges à soutenir.*
> *Il paraît par là que les marchands de bois qui tirent leurs poutres au carré autant qu'ils le peuvent font à la vérité à leur profit (...) Mais ils vont contre l'utilité publique qui demande que les poutres soient presque toujours méplates*[100].

La succession des expériences se conclut par des tableaux numériques donnant les charges supportables en fonction des dimensions. Le mémoire n'est que partiellement repris dans le recueil des émoires de l'année, sans les tableaux numériques ni les explications, le rendant ainsi à peu près inutilisable, signe que son utilité n'a pas été perçue par le secrétaire de l'Académie. Nous le reproduisons ci-dessous, sa présentation touffue explique peut-être cette regrettable censure.

[99] Posées sur la plus petite dimension du rectangle.

[100] AADS, R 25 juin 1707.



	10	11	12	13	14	11	12	13	14	15	12	13	14	15	16	17
6	[illegible]	190373	226560	265893	308373	209411	249216	292412	34211	384400	271872	319072	370048	424800	483328	545632
8	112000	142780	169820	199920	231280	157058	186912	219362	254408	292050	203904	239304	277536	318600	362496	409224
10	94400	114224	135936	159536	185024	125646	149529	175482	203526	233640	163123	191443	222028	254880	289996	327379
12	78666	95136	113280	132946	154186	104705	124608	146240	169605	194700	135936	159536	185024	212400	241664	272816
14	67429	81588	97097	113954	132160	89747	106806	125350	145376	166886	116516	136745	158599	182057	207140	233842
16	59000	71390	84980	99710	115640	78529	93456	109682	127204	146026	101946	119652	138768	159300	181248	204612
18	52444	63458	75520	88631	102791	69804	83072	97494	113070	129800	90624	106357	123349	141600	161109	181877
20	47200	57112	67968	79768	92512	62823	74764	87744	101763	116820	81568	95721	111014	127440	144998	163689
22	42909	51920	61789	72516	84102	57112	67968	79768	92512	106200	74147	87019	100922	115855	131816	148808
24	39333	47593	56640	66473	77093	52352	64304	73120	84807	97350	67968	79768	92512	106200	120832	136408
26	36308	43912	52273	61360	71163	48326	57511	67496	78279	89862	63739	73635	85418	98030	111537	125938
28	33714	40794	48548	56977	66080	44873	53403	62675	72688	83443	58258	68372	79299	91028	103570	116921
30	31466	38075	45312	53178	61675	41802	49843	58496	67842	77880	54341	63814	74009	84960	96665	109126

Figure 57 : Tableau de la résistance des poutres en fonction de leurs dimensions
(Source AADS, R 25 juin 1707)

En 1740 et 1742, Buffon et Duhamel reprennent l'étude sur la résistance des bois mais leur approche se veut plus théorique car ils essaient tous deux de comprendre le mécanisme de la rupture des poutres en cherchant à analyser les contraintes qui s'exercent sur les fibres de bois. Le mémoire de Buffon, présenté en 1740, rend compte d'une série d'expériences assez considérable puisqu'il a fait abattre pas moins de 100 chênes dans un de ses bois, « sains et vigoureux ». Le volume de cette longue série de mesures expérimentales est justifié par les difficultés rencontrées. En effet, il explique qu'il a cherché à extrapoler des résultats par le calcul et que cette extrapolation a échoué :

> *(...) ayant comparé le résultat de mon calcul avec la charge actuelle je trouvai de si grandes différences que je répétai plusieurs fois la même chose sans pouvoir rapprocher le calcul de l'expérience*[101].

Buffon, en naturaliste, se rend compte de la très grande diversité des poutres, leur dépendance à l'égard de chaque arbre et de leur position dans l'arbre, tronc, branches, etc. Le

[101] *MARS* 1740 p.458.

dispositif expérimental est décrit en détail, le protocole de mesure également et, après avoir fait rompre 100 pièces de bois et 300 barreaux, il avoue que :

> *(...) ce grand nombre de pénibles épreuves a été à peine suffisant pour me donner une échelle suivie de la force des bois pour toutes les grosseurs et longueurs*[102].

C'est presque un constat de demi-échec puisque, finalement, il ne publie pas la table numérique qu'il cherchait à construire expérimentalement. En 1742, Duhamel, dans l'introduction de son mémoire, ne néglige pas de rappeler les travaux antérieurs, il cite Galilée, Leibniz, Mariotte, Parent, Bernoulli. Il rend compte d'une série d'expériences sur des ruptures de barreaux en bois de saule où l'essentiel du but poursuivi est de tenter de comprendre le mécanisme de la rupture. L'utilité pratique des résultats, souvent paradoxaux, est incertaine et le conduit à conclure qu'il est nécessaire d'en faire d'autres :

> *Les expériences que je viens de rapporter m'ont engagé à en faire d'autres sur les poutres, les baux, les mats et les vergues d'assemblage mais elles ne sont point assez avancées pour en rendre compte à l'Académie*[103].

Nous avons retenu cet exemple de recherche d'une loi expérimentale inaboutie car elle est révélatrice du souci de rigueur qui la caractérise. Parent, méthodique et calculateur, donne des résultats et une table mais, en quelque sorte, « fait l'impasse » sur la variation des qualités de bois. Il est plus pratique car il expérimente avec diverses sortes de bois et sa table donne des ordres de grandeurs acceptables. En revanche, Buffon et Duhamel cherchent à aller plus loin dans la compréhension du phénomène physique de rupture mais se heurtent à la trop grande variabilité des échantillons d'une matière naturelle comme le bois.

4.2.6 La littérature technique

Quelques dizaines d'années après son renouvellement, vers les années 1740, la pensée technique de l'Académie s'est affirmée dans les expertises d'inventions ou les études techniques qui ont été conduites et dont nous venons de présenter quelques exemples. Elle se trouve alors sollicitée pour donner son avis sur des écrits techniques produits par des personnes qui lui sont extérieures. Ces personnes n'en sont pas très éloignées, il s'agit souvent de correspondants d'académicien ou bien en passe de le devenir. Ainsi Bélidor, que son poste de professeur à l'école d'artillerie de La Fère puis d'officier en campagne empêche d'être

[102] Op.cit. p. 461

[103] *MARS* 1742 p.346.

académicien par l'obligation de résidence parisienne, est correspondant de Saulmon, de Pitot, de Bouguer de 1722 à 1756, date à laquelle il est élu associé libre.

Des ouvrages techniques déjà imprimés ou bien des mémoires encore manuscrits sont présentés pour avis. Il est évident que pouvoir y faire figurer l'approbation de l'Académie est une source de prestige et une garantie de qualité pour les travaux ainsi reconnus. La reconnaissance sera officialisée par la publication de ces ouvrages sous le patronage de l'Académie. A partir de 1741 une place spéciale leur est faite dans l'*Histoire annuelle* en faisant précéder la rubrique *Machines et inventions approuvées par l'Académie* de la liste des mémoires reçus pour avis par l'Académie. Dans les statistiques sur les inventions que nous avons présentées au chapitre 1, nous avons agrégé ces mémoires qui, souvent, portent sur une invention ou un principe de machine, aux demandes d'inventions proprement dites. A partir de 1744, l'Académie décide que les mémoires lus en séance et approuvés seront imprimés sous sa responsabilité :

> *L'Académie s'était contentée jusqu'ici de faire mention dans son Histoire, des mémoires qui lui étaient présentés et qu'elle avait jugés dignes de son approbation. Elle a résolu d'adopter dorénavant ces pièces d'une manière plus marquée, en les faisant imprimer sous le titre de Mémoires de Mathématique et de Physique présentés à l'Académie Royale des Sciences, par divers savants et lus dans les assemblées*[104].

Le premier volume, qui ne paraît qu'en 1750 contient des mémoires techniques et – est-ce étonnant ? – un mémoire sur les machines hydraulique qui répète ce qui est en passe de devenir un discours idéologique :

> *Le mémoire qui suit n'est proprement qu'un morceau détaché d'un ouvrage où l'on se propose d'examiner par les règles de la géométrie et de l'expérience les principes et les pratique des machines mues par les fluides*[105].

La méthode rationnelle encore, examen, raisonnement mathématique, expérience.

Ce glissement – inconscient ? – de l'approbation des inventions à l'approbation de la littérature scientifique et technique n'était nullement en germe dans le règlement de 1699. C'est une adaptation à la réalité qui émerge, l'existence d'un monde scientifique et technique plus large que le cercle académique et, en se limitant au domaine de la technique, cela met en

[104] *HARS* 1744 p. 63.

[105] AADS, R 11 mai 1746 « Mémoire sur l'Hydraulique par M. du Petit-Vandin, correspondant de l'Académie » dans *Mémoires de mathématique et de physique présentés à l'Académie Royale des Sciences par divers savants et lus dans ses assemblées*, Tome premier.

lumière le fait que la pensée technique évolue aussi à l'extérieur et en interaction avec l'Académie.

L'Académie formule un avis très élogieux sur le célèbre ouvrage de Bélidor, l'*Architecture hydraulique* :

> *M. Nicole et Pitot ont parlé ainsi sur un traité d'Hydraulique de M. Bélidor : Nous avons lu un livre intitulé Architecture Hydraulique par M. Bélidor, correspondant de l'Académie et nous croyons que cet ouvrage qui contient la description et la théorie de quantité de machines qui ont été exécutées avec succès, sera très utile au Public*[106].

Le 21 février 1739, les commissaires chargés d'examiner le tome 2 en font un grand éloge. Mais cela n'empêche pas Pitot, dans son deuxième écrit sur la théorie des pompes présenté également en 1739, de relever des points qu'il juge erronés dans les ouvrages de Bélidor :

> *La méprise de M. Bélidor vient principalement d'avoir considéré une vitesse respective qui n'y est pas et d'avoir voulu appliquer ici la règle que l'on est obligé de suivre lorsqu'on calcule la force de l'impulsion d'un courant d'eau contre une surface, une aube de moulin qui se dérobe au chemin ou vitesse du courant (...)*
> *Ce faux principe dont M. Bélidor n'a fait que trop d'usage ne m'avait point échappé dans la lecture et l'examen de son livre ; je fis dès lors tout mon possible pour le désabuser, M. Bélidor était si fort prévenu que voulant au contraire me détromper moi-même il me dit qu'il porterait sa démonstration à l'Académie, je le laissai faire, prévoyant bien qu'il y serait condamné, comme cela est arrivé*[107].

L'approbation élogieuse globale n'interdit pas la critique et on imagine que derrière le vocabulaire courtois, la polémique a du être assez vive. Savoir qui a raison ou tort n'est pas fondamental, ce qui importe est d'observer que la pensée technique s'échange, se juge, fait l'objet de discussions et de polémiques, en un mot que c'est une pensée vivante. Le dialogue technique se poursuit en 1746 avec la lecture du mémoire sur l'hydraulique envoyé par Petit-Vandin[108]. Dans l'envoi de son mémoire Petit-Vandin demandait la correspondance, elle lui est accordée avec Clairaut qui est un des commissaires chargés de son examen. Ces commissaires en rendent compte de façon élogieuse bien qu'il conteste quelques résultats de Pitot et de Bélidor. En effet l'auteur relève une erreur dans le mémoire de Pitot que nous

[106] R 30 juillet 1737

[107] R 5, 12, 14 août 1739 et *MARS 1739*, p. 405 ET 406.

[108] R 14 mai 1746.

avons examiné au § 4.2.2.3 et démontre[109] que son hypothèse de départ dans le calcul du nombre des aubes est inexacte, ce qu'il corrobore par l'observation des moulins hollandais :

> *M. Bélidor a adopté sur une apparence de démonstration le sentiment de M. Pitot et il a appliqué ce faux principe au calcul des différents exemples qu'il a donné sur cette matière. (...) Dans plusieurs provinces des Pays-Bas les ouvriers ne mettent jamais moins de 32 aubes aux roues des moulins (...) La pratique a encore en cela précédé la théorie et a presque atteint la perfection*[110].

Après cette affirmation de la valeur de la pratique, du Petit-Vandin démontre par son calcul l'intérêt qu'il y a à mettre les 32 voire 48 aubes qu'il a observées aux Pays-Bas.

La conclusion des commissaires reprend les louanges habituelles pour un auteur qui a une bonne culture scientifique :

> *Toutes ces recherches nous ont paru faites avec méthode et supposer dans l'auteur des connaissances assez étendues de la mécanique et de la géométrie*[111].

Néanmoins, ces mémoires techniques de savants « étrangers » à l'Académie mais souvent correspondants ou en passe de l'être, sont minoritaires devant les mémoires scientifiques, au moins dans les deux premiers tomes du recueil qu'elle publie. Un cercle de correspondance technique existe mais ne passe pas nécessairement par ce formalisme des mémoires présentés en séance par un académicien au nom d'un savant « étranger ».

4.2.7 Analyser les techniques étrangères pour les transposer

La recherche technique telle qu'elle est mise en pratique se fait à partir d'un point de départ qui peut être de nature très variée, de l'observation à une réflexion synthétique sur les inventions, d'une réflexion théorique à une pratique de l'invention, des mesures expérimentales à la promotion de la littérature technique. Un dernier point de départ pour une étude se trouve dans l'analyse de techniques étrangères dans le but, avoué et assumé, de les copier pour cesser d'en dépendre. Nous avons déjà rencontré au chapitre 1 une forme d'encouragement qui consiste à accorder un privilège exclusif pour des machines qui ne sont que des copies de machines utilisées à l'étranger, machines à laminer le plomb ou moulins à papier à la hollandaise. Dans ce cas, la copie est prise en charge par des entrepreneurs et l'Académie se contente d'appuyer la démarche d'octroi du privilège exclusif au nom de

[109] Nous ne nous prononcerons pas sur la validité de la démonstration.

[110] Op. cit. p. 268

[111] AADS, R 14 mai 1746

l'intérêt national. Il se trouve d'autres cas où il ne se présente pas d'entrepreneur capable de réaliser cette copie et la recherche du procédé à copier ne peut être entreprise que directement au sein de l'Académie. Il en est ainsi cas des recherches menées par Réaumur sur la porcelaine de Chine. Il présente le 26 avril 1727 un mémoire sur la porcelaine qui vise explicitement à comprendre pour copier le procédé de fabrication de celle-ci. Une telle démarche est commune en Europe. Dans un article formulant l'hypothèse d'une volonté de substituer des produits fabriqués en Angleterre à ceux importés de Chine ou d'Inde, Maxine Berg souligne l'importance du processus d'appropriation de ces nouvelles fabrications :

> *Furthermore a recognized technical sophistication in India and China was not enough in itself; Europe followed a path of technological development whose end result was a manufacturing revolution*[112].
> *Physical contacts with the imported good prompted speculation on how it was made and fostered experimentation with materials. A process of analyzing the foreign manufacturer technique was simultaneously a process of dissection, experimentation and adaptation of skills honed to other purposes*[113].

Réaumur consacre trois mémoires à la porcelaine, présentés le 27 avril 1727[114], le 12 novembre 1729[115] et, en séance publique, le 24 avril 1740[116]. Les deux premiers sont, en fait, très proches. Le second reprend les conclusions du premier et cherche à avancer plus avant dans la compréhension des composants et les méthodes de fabrication de la porcelaine chinoise dans le but proclamé de l'imiter pour la remplacer. Le troisième est plus spécifique dans la mesure où, dans la suite logique des premiers, Réaumur propose une nouvelle façon de réaliser la porcelaine, ce qui débouche sur ce que l'on nomme la « porcelaine de Réaumur ».

---

[112] Maxine BERG, « In pursuit of luxury: Global history and British consumer goods in the eighteenth century » dans *Past and Present,* n° 182, février 2004, p. 90. « *De plus une sophistication technique reconnue à l'Inde et à la Chine n'était pas suffisante en elle-même ; l'Europe suivit un parcours de développement technologique dont le résultat final fut une révolution manufacturière.»*

[113] Op. cité p. 104. *« Le contact physique avec les marchandises importées accéléra les spéculations pour savoir comment elles étaient faites et encouragea les expérimentations avec des matériaux. Un processus d'analyse des techniques de fabrications étrangères était simultanément un processus de dissection, d'expérimentation et d'adaptation de talents affutés à d'autres fins. ».*

[114] *MARS* 1727 p. 185-203.

[115] *MARS* 1729 p. 325-343.

[116] *MARS* 1739 p. 370-388 (Bien que le mémoire ait été lu en séance publique en 1740, l'Académie a jugé utile de le publier par anticipation dans le volume de 1739)

Dans le premier mémoire, Réaumur procède d'abord à un état des lieux méthodique, un « état de l'art » nécessaire avant toute tentative de progrès technique. Il distingue bien les trois types génériques de poterie/verrerie : les terres cuites, les verres et la porcelaine. Il recense les tentatives d'imitation, l'état de l'art européen, les fabrications de « porcelaine tendre », la porcelaine de Saxe. Il reconnait sa supériorité de cette dernière et sa proximité avec celle de Chine et l'existence d'un secret de fabrication connu de Tchirnhaus, confié à Homberg mais jamais révélé :

> *M. Homberg n'a rien appris de ce secret au public ou, ce qui eût été la même chose, à l'Académie*[117].

Reliant sa recherche à l'étude des arts il rend compte d'un travail dont une des caractéristiques est d'avoir été laborieux. L'absence de possibilité d'hypothèse scientifique initiale le conduit en effet à multiplier les combinaisons et les essais :

> *Et je me suis livré volontiers à une recherche où je me trouvais engagé par une sorte de nécessité, dès qu'il m'a paru qu'on pouvait y être conduit par ces principes clairs qui mènent surement au but quiconque n'est point effrayé par le nombre d'expériences qu'ils exigent*[118].

Au terme de ces essais soutenus par des hypothèses et des raisonnements progressifs, Réaumur arrive à la compréhension de la nature de la porcelaine, composé d'une vitrification partielle d'un corps vitrifiable[119], mélangé à une terre réfractaire, situation intermédiaire entre une poterie cuite et non vitrifiée et un verre totalement vitrifié. Il est évident qu'il n'aurait pu progresser sans l'utilisation d'échantillons rapportés de Chine avec une description des fabriques chinoises par le père jésuite d'Entrecolles dont il apprécie plus les échantillons[120] que les descriptions détaillées :

> *J'y trouvai un grand nombre de faits curieux, la suite du travail bien détaillé, les procédés de chaque manipulation bien expliqués et qui reviennent aux pratiques des*

---

[117] *MARS* 1727 p. 186

[118] Op cit p. 186

[119] Un solide vitrifiable « fond » à une certaine température mais au refroidissement ne retrouve pas d'ordre cristallin, il reste un solide amorphe, solide en état de surfusion.

[120] Echantillons de « *pe tun tse* », reconnu comme la matière vitrifiable et de « *kao lin* » (qui devient le kaolin en français), matière réfractaire blanchissante

faïenceries d'Europe mais je n'y trouvai point ce que je cherchais le plus, le vrai caractère dont on fait la pâte de porcelaine.[121]

Réaumur recoupe ces échantillons avec tous ceux de minéraux divers reçus au titre de l'enquête du Régent, essaie de multiples combinaisons et arrive à des hypothèses raisonnables sur la composition et la fabrication. Le kaolin ne se trouvant – pas encore – en France, il essaie le talc car il est très réfractaire et formule des conclusions économiques car il perd jamais de vue cet aspect essentiel de toute technique qui veut se créer en concurrence d'une autre. Il prétend que le talc donne d'aussi bon résultats, ce qui nous le savons n'est pas tout à fait exact. Il ignore en effet que le « secret » des porcelaines de Saxe réside précisément dans la découverte en 1707 du kaolin près de Meissen[122] :

Si on calculait l'argent réel que les Indes ont tiré d'Europe avec cette seule terre on jugerait que l'intérêt commun de ses souverains eût dû les porter à tenter tous les moyens possibles d'en faire des établissements dans leurs états. On a déjà une grande avance pour ces fabriques. Les manipulations de la faïence et surtout celles de la porcelaine imparfaite [la porcelaine tendre de Saint Cloud] au fait desquelles on est sont pour l'essentiel les mêmes que celles que demandera la meilleure porcelaine. On a des ouvriers instruits, il ne s'agit plus que de leur remettre de bonne matière entre les mains. Il est vrai que les ouvriers vivent à meilleur marché à la Chine qu'en Europe[123].

Le deuxième mémoire est dans la continuité du premier qu'il résume puis prolonge par divers essais de matières de substitution, par exemple en utilisant directement du verre pilé comme matière vitrifiable, déjà vitrifiée donc, à la place de roche vitrifiable comme ce qu'utilisent les Chinois qui est une sorte de feldspath. Il va jusqu'à proposer une organisation des fours pour procéder à la vitrification préalable pendant la cuisson de la porcelaine. Il fait enfin un bilan des fabrications et procédés en usage en France.

Ainsi, Réaumur conduit une étude technique longue, mettant en œuvre des expérimentations et des observations qui lui permettent de comprendre le processus de fabrication, la composition de la porcelaine et il le fait avec une rigueur exemplaire. Nous pouvons juger que ses tentatives de substitution sont en fait une impasse mais ce relatif échec technique amène progressivement à la bonne compréhension du produit et met en place les éléments de connaissance technique nécessaires au développement de l'industrie de la

[121] Op cit p. 192

[122] La découverte de kaolin en France près de Limoges date de 1768,.

[123] Op. cit. p. 203, Réaumur tempère cet écart de coût par celui du transport et du risque du transport qui a disparu de nos jours.

porcelaine dès la découverte du composant clé. Il poursuit sa tentative de substitution en réalisant ce qu'il appelle une porcelaine qui n'est qu'un verre blanc qu'il juge – mais il est naturellement partial – aussi beau que la porcelaine. Le mémoire présentant cette porcelaine a l'honneur d'être lu en séance publique en 1740 et d'être imprimé par anticipation dans le volume de l'année précédente.

4.3 LES PRIX COMME STIMULATION DE LA RECHERCHE TECHNIQUE

A partir de 1720, l'Académie propose, chaque année, un sujet de recherche, soit scientifique, soit technique. Nous ne reviendrons pas sur la création de ce prix[124] institué à la suite du legs fait à l'Académie en 1714 par Rouillé de Meslay, conseiller au Parlement de Paris. Ce prix est doté d'une récompense significative, 2000 livres[125], et le lauréat a l'honneur de voir son mémoire publié sous le patronage de l'Académie. Il devait initialement comporter deux prix annuels, un de nature scientifique, orienté vers l'astronomie et un autre de nature technique destiné à récompenser :

> *(...) celui qui aura mieux réussi en une méthode et règle plus courte et plus facile pour prendre plus exactement les hauteurs et les degrés de longitude en mer et en des découvertes utiles à la navigation*[126].

Cette périodicité ne fut respectée que la première année, en 1720. Ces prix étaient garantis sur une rente qui se trouva amputée fortement par la banqueroute de Law et dès 1721 ils étaient reportés. La périodicité du prix de navigation devint alors bisannuelle, en alternance avec le prix d'astronomie. Entre 1725 et 1749, 13 sujets de prix concernant la navigation ont été proposés. Ce nombre ne recouvre pas exactement ce que l'on pouvait attendre. En effet, en 1735, le prix est reporté et divisé en trois questions distinctes, en 1739 il est reporté également. Ces reports sont le résultat de l'insuffisance des réponses, tant en nombre qu'en qualité. Dès 1719 un règlement avait été adopté qui prévoyait que l'annonce des prix se ferait

---

[124] Pour plus de détail sur la constitution du prix Rouillé de Meslay qui est le seul concernant la première moitié du XVIIIe siècle on se reportera à l'ouvrage de Joseph Bertrand, *Les fondations de prix à l'Académie des sciences* et au mémoire de maitrise de Mathilde Lardit, *Les concours de l'Académie Royale des Sciences* Université Paris 1 (sous la direction de Daniel Roche), 1997 ainsi que les chapitres 22 et 23 de l'ouvrage dirigé par E. Brian et C. Demeulenaere-Douyère*, Règlement, usages et sciences dans la France de l'absolutisme (actes du colloques janvier 1999).*

[125] Rappelons que le salaire annuel d'un manœuvre parisien se situe autour de 200/250 livres au début du siècle

[126] Testament de Rouillé de Meslay, cité par J. Bertrand (*op.cit.* p. 14)

à la séance publique d'après Pâques. Comme rien n'était dit du choix des sujets, hormis que les commissaires d'une année devaient proposer les prix de l'année suivante, la pratique s'est mise en place à partir de 1727 d'annoncer le sujet suivant en même temps que l'annonce du résultat, pendant la séance publique. Le règlement des prix prévoyait également la nomination des cinq commissaires, la pratique fut de les élire lors de la séance publique de la Saint Martin[127]de l'année suivante en leur remettant les pièces qui ont concouru. Les compétiteurs disposaient donc d'un an et sept mois pour préparer leur mémoire, les commissaires de leur côté de 5 mois pour examiner les pièces et formuler leurs conclusions, à 15 jours près en plus ou en moins compte tenu des variations de la date de Pâques[128]. Le sujet du prix « technique », portant sur la navigation était borné par les volontés du testateur mais avec une ouverture plus générale vers « des découvertes utiles à la navigation ». En examinant ces sujets nous pouvons apercevoir comment l'Académie utilise le mécanisme des concours pour stimuler la recherche technique. Nous y découvrons des recoupements avec les inventions qui sont présentées et avec les sujets des recherches techniques qu'entreprennent les académiciens. Comme pour les examens, intervenir en séance, être commissaire pour les prix ne concerne pas la totalité des académiciens, le noyau de ces commissaires est plus réduit comme nous le verrons. Les « pièces » − comme sont nommés les mémoires − qui sont couronnés sont publiées. Ces mémoires, même s'ils ne sont pas d'un accès aisé nous renseignent sur le type de travail qui retient l'attention des commissaires, le type de discours technique rationalisé qu'ils attendent et qu'ils veulent promouvoir. En examinant ces travaux qui sont des réponses à des questions techniques, non encore résolues par essence, sur des exemples comme le prix sur les ancres ou sur les cabestans, nous voyons se dessiner le même type de technique scientifisée que ce que veulent pratiquer les académiciens ou approuver dans les inventions.

4.3.1 Les commissaires

Dans son règlement pour les prix de 1719, l'Académie a fixé à cinq le nombre des commissaires qui sont, en principe, les mêmes pour les deux prix lorsque ceux-ci devaient être annuels mais ce n'est plus tout à fait le cas ensuite lorsque chaque prix devient bisannuel. Il y a souvent trois commissaires communs, quelques commissaires du prix d'astronomie ne sont jamais commissaires du prix de navigation comme Lagny ou Bragelongne. Lorsque le

[127] Le 11 novembre, la séance publique de rentrée est tenue le mercredi ou le samedi suivant la Saint Martin.

[128] On trouvera en annexe 12 le tableau des prix de navigation entre 1721 et 1749

prix est reporté faute de réponses satisfaisantes, l'usage est de reconduire les mêmes commissaires. Au total 13 sujets différents ont été proposés entre 1720 et 1749, mais compte tenu des reports, 16 commissions ont été formées et ont impliqués 18 académiciens qui se sont donc répartis les 80 nominations de commissaires possibles. La répartition est la suivante :

Nom	Nombre de commissions pour les prix
Pitot	11
Nicole	10
Réaumur	8
Camus	7
Cassini	7
Mairan	7
Clairaut	6
Maupertuis	5
Saurin	5
Bouguer	3
Maraldi	3
Montigny	2
Cassini de Thury	1
Fouchy	1
d'Alembert	1
Lemonnier	1
Reynau	1
Varignon	1
Total	80

Figure 58 : Tableau des commissaires chargés de l'attribution du prix de navigation
(Source : AADS, registres de séances)

Il n'est guère surprenant de trouver Pitot, Réaumur, Camus, parmi les plus souvent sollicités, nous les avons déjà rencontrés dans les commissions d'examen d'invention ou les interventions techniques, Varignon lui aussi est très présent dans le domaine de la technique mais il meurt en 1723 et ne peut donc être pris en compte. Cassini, Maraldi et Réaumur étaient commissaires permanents pour toutes les inventions proposées pour mesurer les longitudes en mer. Il est très vraisemblable que ce choix par l'Académie des commissaires faisait intervenir une part de volontariat car, dans le cas des prix, cela entraînait une charge de travail importante pour les commissaires, sauf à imaginer qu'ils se répartissaient la charge entre eux, ce que rien ne vient attester. Ainsi, pour le prix de 1737 concernant la meilleure façon d'éprouver les ancres, les commissaires doivent examiner 13 pièces qui s'ajoutent aux 5

proposées pour le prix de 1735, pièces que les auteurs ont le droit de modifier en cas de report. En 1740, les commissaires reçoivent 34 pièces à examiner. Il se pourrait que nous trouvions un indice « en creux » de ce volontariat dans l'éloge funèbre de l'abbé de Bragelongne rédigé par Grandjean de Fouchy en 1744 :

> *Il se chargeait volontiers de l'examen d'une infinité de mémoires d'ouvrages, de projets qui ne sont souvent présentés à l'Académie qu'en trop grand nombre : travail pénible, ignoré du public même pour le bien duquel il est entrepris (...)*[129].

En creux disons-nous car l'abbé de Bragelongne n'a jamais été commissaire pour un examen d'invention et il ne l'est qu'une fois pour le prix d'astronomie. Soit Fouchy ironise, soit Bragelongne choisissait les mémoires qu'il voulait examiner, ce qui pouvait donc être le cas d'autres académiciens. Nous trouvons dans ce tableau le cas particulier de Bouguer, d'abord lauréat trois fois de suite, en 1725, 1727, 1729 puis, après son élection en 1731, commissaire de 1743 à 1749.

4.3.2 Les sujets et les lauréats

Les sujets, car il faut parler au pluriel, s'écartent notablement des intentions du fondateur qui mettait en priorité les recherches sur la mesure des longitudes. Cela ne doit pas nous étonner, nous l'avons constaté, il y a plus de solutions imaginées que de propositions concrètes. Le Régent a institué un prix de 100 000 livres[130] et ce nouveau prix n'a guère de chance de motiver davantage les inventeurs. Le testament de Rouillé de Meslay n'a été respecté à la lettre que pour les sujets de 1720 et de 1725 et, dès 1727, il n'est plus question de mesure des longitudes dans les sujets qui sont proposés. Ensuite, les autres sujets concernent soit la construction navale (mâter les vaisseaux, forger des ancres, construire les cabestans), soit la navigation (mesure des hauteurs astronomique, mesures des routes parcourues, mesures d'inclinaison magnétique[131]). Néanmoins le sujet revient indirectement en 1747 par la question sur la mesure du temps en mer. Le testament ayant été contesté en

[129] *HARS* 1744, p. 67-68

[130] Voir chapitre 2, § 2.2.4

[131] Rappelons que l'inclinaison est l'angle que fait le vecteur champ magnétique terrestre avec l'horizontale. Comme la déclinaison (angle du vecteur champ magnétique terrestre avec le méridien) elle est variable dans l'espace et dans le temps. Les savants du XVIIIe siècle en attendaient une méthode de mesure de la longitude.

justice par le fils de Rouillé de Meslay, l'Académie a gagné le procès[132] mais a certainement voulu se garantir de nouvelles difficultés juridiques en respectant scrupuleusement, au moins au début, les volontés du donateur. Tant par les sujets proposés que par la nature des réponses primées, nous constatons une correspondance entre la pensée opératoire, que nous avons vu se construire à l'occasion des recherches des académiciens, et celle des lauréats. L'Académie accorde son soutien à des lauréats qui, si l'on ose dire, « pensent comme elle », c'est que nous verrons ressortir d'une analyse de quelques cas significatifs.

4.3.2.1 La mesure du temps en mer

Trois prix explicitement liés à la mesure du temps en mer, donc des longitudes, ont été proposés et attribués en 1721, 1725 et 1747. Celui de 1729 est indirectement lié à la mesure des longitudes puisqu'il demande la meilleure façon de prendre des hauteurs astrales en mer. Le lauréat de 1721 est un horloger, Nicolas Massy, celui de 1725 et de 1747 est Daniel Bernoulli, probablement le plus célèbre de la famille[133]. Celui de 1729 est Pierre Bouguer déjà primé en 1727 puis en 1731 et élu associé en 1731 et, nous l'avons vu, trois fois commissaire par la suite. Lauréats, associés, correspondants, commissaires, les positions se croisent sur ce difficile sujet et tous ces mémoires primés ont une caractéristique commune : la volonté de justifier par le raisonnement et le calcul la solution proposée. Nous y retrouvons fréquemment les commentaires habituels un peu méprisants à l'égard des praticiens, Bouguer analysant les différents dispositifs utilisés pour prendre une hauteur :

> *Les pilotes ne savent point trop ce qu'ils doivent penser des instruments dont ils se servent et il ne parait pas non plus que les hydrographes aient pris beaucoup de soins de les en instruire*[134].

---

[132] Le 3 septembre 1718 (AADS, R 3 septembre 1718) l'avocat de l'Académie est loué pour son zèle dans la défense de ses intérêts : *La Compagnie pour lui marquer sa reconnaissance d'une manière qu'il ne pût refuser a réglé, tout d'une voix, qu'il aurait entrée dans ses assemblées toutes les fois qu'il y voudrait venir et qu'elle lui enverra un exemplaire de tous les ouvrages qu'elle donnera au Public* (AADS, R 3 septembre 1718) Le testament datant de 1714 la résolution du différend a été laborieuse.

[133] On lui doit le théorème régissant les écoulements hydrodynamiques. Pas moins de quatre Bernoulli sont associés étrangers entre 1699 et 1790.

[134] *Recueil des prix* tome 2, mémoire Bouguer, p. 2. Les volumes de recueils sont constitués de la réunion des fascicules imprimés au fur et à mesure pour les réponses primées, il y a donc une pagination par mémoire. Pour les tomes 2 à 6 qui couvrent notre période la version numérisée de gallica permet d'accéder aux pages par le numéro de folio du fichier pdf. Pour le tome 1 obtenu par indirection de gallica sur un site helvétique ce n'est pas possible.

Le mémoire primé en 1721, présenté par un homme de l'art, un horloger, présente tous les caractères propres à satisfaire les académiciens.[135] Avant d'exposer sa solution il dresse le bilan des causes de variation de la régularité de la pendule en mer et, procédant par raisonnement, il cherche la meilleure solution technique pour corriger ces variations. Il propose une solution à base de montre ou pendule à ressort, choisissant des ressorts composés, opte pour un ressort spiral et un échappement à rocher en se référant à Huygens. Les effets des mouvements du navire sont pris en compte par une suspension. Face aux variations dues à la dilatation des pièces de la pendule, il explique, en premier lieu, qu'il a étudié le problème de la dilatation :

> *(...) je me suis arrêté à la notion commune de l'inconstance de l'air et de la variété des saisons, jusqu'à ce qu'ayant été mieux éclairé par la lecture de quelques Traités des Savants qui traitent des effets de la nature et des propriétés des éléments et aussi des expériences qui ont été faites.*[136]

Il imagine ensuite une solution originale pour contrebalancer les variations dues aux écarts de températures en imaginant une climatisation à température élevée, régulée manuellement par observations régulières de la température de l'enceinte contenant la pendule avec un dispositif assez ingénieux pour la maintenir constante. Les observations qu'il rapporte sur les variations (avance ou retard) dépendant de la température, l'utilisation du thermomètre s'impose à lui :

> *(...) mais il ne serait pas facile de comparer au juste la chaleur d'un jour avec celle d'un autre sans le secours d'un instrument qu'on a inventé depuis un certain temps et qu'on a nommé thermomètre.*[137]

L'idée d'utiliser un instrument nouveau comme instrument de mesure pour une régulation thermique est assez novatrice. N'ayant pas de source de réfrigération, il est naturel de se tourner vers une solution de climatisation au point haut des températures rencontrées[138]. Le mémoire contient la description d'une armoire à double enceinte avec un dispositif de

---

[135] *Recueil des prix* tome 1, pages 69-100.

[136] *Recueil des prix* Tome 1, p. 82

[137] Op. cit. p. 80. Le thermomètre de Fahrenheit, premier thermomètre à mercure, date de 1717

[138] Ce type de solution peut se rencontrer dans des dispositifs tout à fait contemporains où le maintien de l'égalité de performance de plusieurs dispositifs électroniques indépendants était assuré par une « climatisation » chaude, plus facile à réguler qu'une climatisation nécessitant une source de froid, alors que dans l'absolu les performances de ces dispositifs auraient été meilleures à basse température, la stabilité étant préférée à des performances supérieures mais non identiques.

chauffage modulable. Par des expérimentations dans sa boutique d'horloger, il valide l'hypothèse de la dilatation et le principe du maintien à température constante pour y faire face et donne des recommandations de mise en pratique à bord d'un navire en remarquant enfin que ce maintien dans une enceinte chauffée ne pourra être que profitable à la bonne conservation de la pendule :

> *En second lieu la pendule sera à couvert contre les changements des climats et des saisons par le moyen d'une chaleur convenable et constante*[139].

Lors de la séance publique du 15 avril 1722, Cassini réexpose la méthode fondée sur l'observation des satellites de Jupiter, seule méthode précise[140] mais impraticable sur mer du fait des mouvements et de la taille de la lunette nécessaire. Il récapitule et critique toutes les solutions possibles à la mesure des longitudes et encourage les recherches en ne voulant fermer aucune porte. Le prix de 1721 est mentionné parmi les améliorations possibles de la stabilisation des mesures de temps en mer :

> *On a imaginé des suspensions comme celle de la lampe de Cardan qui épargnassent à l'horloge les plus rudes secousses, on a imaginé de la tenir toujours dans un air également chaud qui fit l'effet d'un même climat, tout cela est bon et il ne faut point se lasser d'imaginer encore dans la même vue*[141].

Il se produit donc un mouvement d'échanges techniques, de mise en commun de résultats où nous voyons l'encouragement prodigué par l'Académie à un cercle de « techniciens » proches, mettant en pratique une pensée technique qui correspond à ce que veut voir se développer l'Académie.

4.3.2.2 Les ancres

Lors de la séance publique de Pâques 1733, l'Académie, abandonnant les problèmes liés à la navigation, propose un sujet touchant la construction navale, celle d'un accessoire critique à bord des navires, l'ancre ou plutôt les ancres car en général un vaisseau de la marine royale en embarque 6 et que les pertes sont relativement fréquentes :

> *Quelle doit être la meilleure construction des ancres, tant par rapport à leur figure qu'à la manière de les forger et quelle est la meilleure manière de les éprouver*[142].

---

[139] Op. cit p. 86

[140] Exposée et utilisée par son père.

[141] *HARS* 1722 p. 107 et R 1722, 15 avril 1722.

[142] AADS, R 15 avril 1733.

Le sujet est très ambitieux, les ancres sont parmi les plus gros objets fabriqués en fer et la question embrasse des domaines aussi différents que la conception, la forme ou la fabrication et enfin les essais des ancres. Ce n'est donc pas une surprise de voir ce prix reporté et surtout divisé en trois prix distincts lors de la séance publique deux ans plus tard, l'Académie reconnaissant la trop grande étendue du sujet :

> *Ce sujet contenait plusieurs questions différentes, les ouvrages qui ont le mieux réussi par rapport aux unes se sont montrés trop faibles par rapport aux autres et un prix proposé pour plusieurs objets n'a point été mérité par des pièces qui n'en remplissaient que quelques uns.*[143]

En conséquence, le prix est reporté à l'année 1737, scindé en trois parties, les pièces remises seront jugées pour les questions qu'elles traient le mieux et les auteurs sont autorisés à les modifier. Les trois sujets deviennent alors :

> *Quelle est la figure la plus avantageuse qu'on puisse donner aux ancres ?*
> *Quelle est la meilleure manière de forger les ancres ?*
> *Quelle est la meilleure manière d'éprouver les ancres* [144] *?*

Cette fois les trois prix sont attribués en 1735, le premier à Jean Bernoulli, le deuxième à Octave Tresaguet, le troisième à Daniel Bernoulli. Nous avons déjà rencontré la famille Bernoulli, Jean Bernoulli est associé étranger depuis le Renouvellement, Daniel Bernoulli sera élu associé étranger en 1748. Dans la reformulation du sujet, sa séparation en trois parties distinctes, l'Académie énonce, sans doute consciemment, que, face à un problème technique difficile, trois étapes sont nécessaires. La première est celle de la conception de l'objet, sa définition précise[145], la première question posée correspond à cette étape. La deuxième est celle de la réalisation physique de l'objet, la deuxième question correspond à cette étape. La troisième, la vérification de la conformité de l'objet à ses performances attendues, fait l'objet de la troisième question. La réponse de Jean Bernoulli a bien la forme d'une étude technique. Après avoir rappelé la forme des ancres de l'époque, le mémoire[146] contient une description détaillée de ce qui se passe lors du mouillage de l'ancre : plongée de l'ancre au bout d'un

[143] AADS, R 20 avril 1735.

[144] Op. cit.

[145] Pour exprimer autrement cette phase, en utilisant le vocabulaire contemporain, une étude technique, éventuellement théorique conduit à l'élaboration du dossier de définition qui donnera toutes les dimensions, la composition de l'objet, les plans détaillés, sans préjuger des détails de fabrication.

[146] *Recueil des prix,* Tome 3, pp. 149-178.

câble le plus long possible pour qu'elle soit trainée sur le fond horizontalement et ne s'y présente pas verticalement, basculement des bras grâce au jas, enfoncement de la patte dans le fond. Les deux problèmes, bien identifiés dans le mémoire, concernent les proportions relatives des pièces de l'ancre et la meilleure forme à donner aux bras pour favoriser l'enfoncement des pattes dans le fond et la résistance des bras et de la verge. La figure suivante illustre le raisonnement géométrique et analytique de Bernoulli :

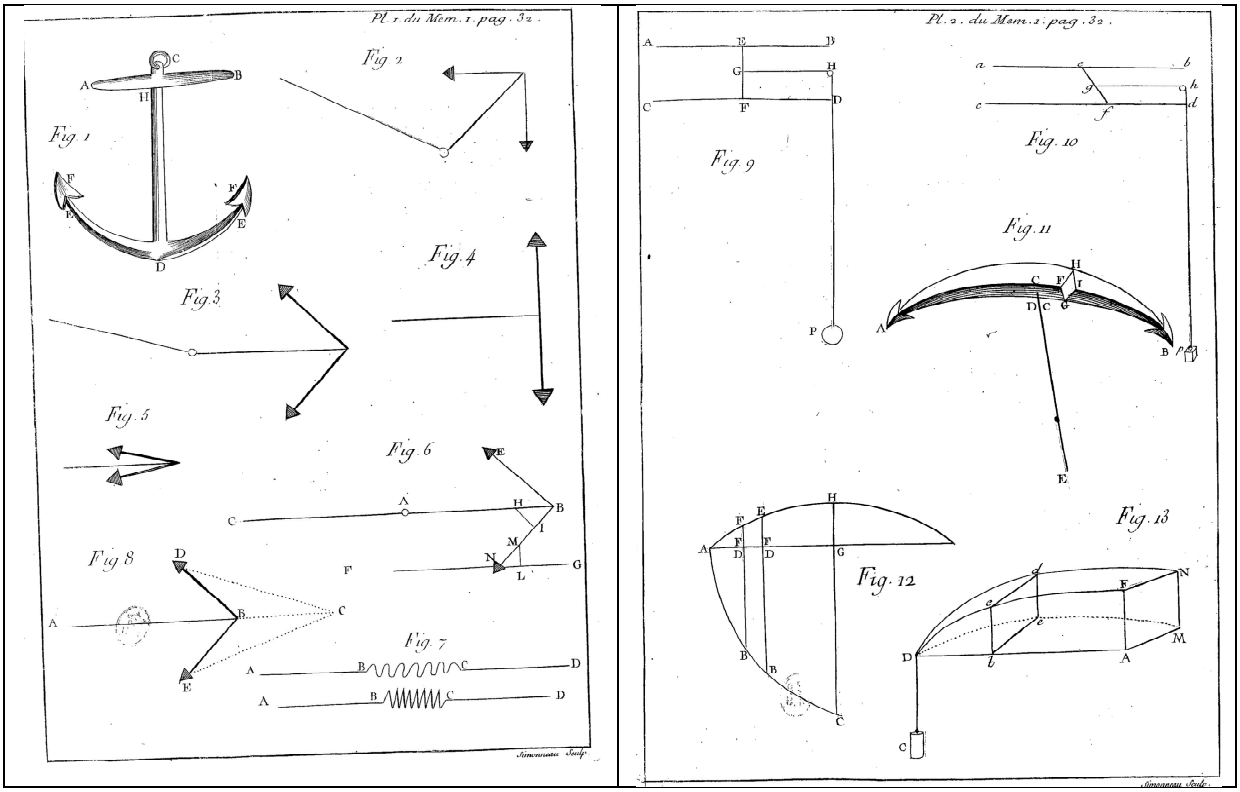


Figure 59: Détermination géométrique de la forme de l'ancre
(source : *Recueil des pièces qui ont remporté les prix,* tome 3, 1752, folio 272-273)

Les calculs effectués sont assez compliqués, il recherche l'angle le plus favorable par le calcul des forces s'exerçant sur l'ancre, en particulier celle qui pousse le bras à s'enfoncer dans le fond. Par décomposition des forces, calcul de la force d'enfoncement en fonction des dimensions des triangles (HIB, fig 6 sur la figure ci-dessus), mise en équation et recherche du maximum par annulation de la dérivée, il arrive à la solution d'un angle de 45° La deuxième étape consiste ensuite à déterminer par le calcul la courbe la plus adéquate pour les bras et les pattes en prenant en compte les résistances des pièces en observant que des pattes rectilignes (planche 1 ci-dessus) n'offrent pas une bonne résistance à la rupture. Il convient de souligner qu'il valide ses calculs par des expériences sur maquette en observant l'enfoncement d'un modèle dans la terre grasse, ce qui l'amène à recommander un angle légèrement supérieur à

45°. Les considérations de poids à optimiser, la référence à Galilée pour la résistance des matériaux conduisent à une équation différentielle qu'il reconnait comme celle de la chainette qui offrira la meilleure résistance à la rupture[147]. Mais il faut souligner encore une fois le retour systématique à l'expérience :

J'ai vérifié le calcul que nous venons de faire par l'expérience qui suit[148].

Le mémoire se termine par un résumé synthétique des calculs et des résultats qu'il est intéressant de citer plus en détail :

Je crois que les réflexions que nous venons de proposer satisfont abondamment à notre question, puisqu'elles enseignent à construire en plusieurs manière l'ancre de telle façon qu'elle ait les quatre qualités essentielles, savoir : 1° d'entrer ou de mordre le plus facilement dans le fond ; 2° d'y demeurer le plus ferme ; 3° de résister le plus à la rupture et enfin 4° d'être le moins sujette à se plier ou à changer de figure.
Elle aura les deux premières qualités comme nous l'avons montré dans les articles X et XV si le plan de la patte fait avec la verge un angle d'un peu plus de 45°.
Pour ce qui est des deux autres qualités, elles dépendent de la figure de l'ancre et on peut les lui procurer d'une infinité de manières, elle les aura suivant ce que nous avons trouvé dans l'article précédant si on donne à la surface concave une figure parabolique exprimée par cette équation $y^2=2cx$[149].

Dans la suite de son mémoire Bernoulli n'aborde pas la deuxième question et répond passablement à côté de la troisième, ne traitant que superficiellement le problème de l'essai en le transformant en résistance mesurée sur une ancre en modèle réduit. Cette manière de traiter le sujet néglige complètement la difficulté qui est bien comprise par le lauréat du troisième sujet, à savoir la complétude de la soudure des bras et de la verge pour de grosses pièces. Son mémoire a certainement été présenté dès le sujet de 1733 et sa façon de répondre a pu contribuer à la décision de l'Académie de séparer les questions.

Le lauréat primé pour la deuxième question est Tresaguet, mentionné comme ancien ingénieur des Ponts et Chaussées[150]. En fait, c'est le spécialiste reconnu de la forge des ancres

---

[147] Chainette « de Bernoulli » si l'on veut bien pardonner ce clin d'œil, nous avons déjà rencontré cette courbe optimale dans la forme des voûtes en dôme.

[148] Op.cit, p.166

[149] Op. cit. pp. 174-175, la parabole est un cas approché de la chainette, nettement plus facile à tracer par le calcul que la chainette qui fait appel au cosinus hyperbolique.

[150] Son fils, Jérôme Tresaguet, également ingénieur des Ponts et Chaussées est très connu pour le revêtement des routes qu'il a mis au point.

et ce depuis le début du siècle, ce n'est guère une surprise qu'il soit récompensé[151]. Il a été chargé par le secrétaire d'Etat à la Marine, Pontchartrain, de veiller à la fabrique des ancres et dès 1702, il a préconisé une méthode de forge des ancres en soudant par martelage à chaud, à force de bras, des barres de fer. Il l'a ensuite améliorée montrant expérimentalement qu'il était possible de le faire en utilisant un martinet :

> *M. Tresaguet, dont nous venons de parler, qui pendant plusieurs années avait regardé avec les autres cette difficulté comme un mal sans remède, soupçonna dans la suite qu'elle était peut être moins considérable qu'on ne se l'était imaginée (...) Malgré tout ce que les ouvriers purent lui dire des essais inutiles qu'ils avaient faits, il voulut faire tenter cet ouvrage sous ses yeux et dès la première fois il réussit mieux qu'il ne se l'était promis ; enfin il a depuis fait fabriquer un grand nombre d'ancres de barres sous les gros marteaux qui nous paraissent être tout ce qu'on peut faire de plus parfait dans ce genre*[152].

Si Réaumur a présenté en juillet 1723[153] une description de la fabrique des ancres, c'est très certainement à partir de la relation qu'il entretient avec Tresaguet qui est son correspondant depuis 1714. Le texte du mémoire de Réaumur n'est pas dans les registres de séances et nous n'avons pas trouvé de publication dans le volume de l'*Histoire pour 1723* mais dans le tome 15 des *Descriptions des arts et métiers* son mémoire est imprimé avec des notes et des additions de Duhamel du Monceau qui sont « *plus considérables que le texte même* ».[154] Cette description contient d'ailleurs beaucoup de considérations sur la forme et les raisons des formes adoptées qui reprennent, sans le citer, le mémoire primé de Jean Bernoulli. De par les commentaires de Duhamel, il semble bien que le « binôme » Tresaguet-Réaumur était à la source du mémoire de 1723. La description, revue et complétée par Duhamel, reprend pour l'essentiel les préconisations de Tresaguet sur l'arrangement et la forme des barres de fer destinées à être soudées ensemble pour constituer verge et bras. Le mémoire de Tresaguet[155] se veut complètement exhaustif, en ce sens qu'il commence son exposé par la confection du charbon de bois et la production de fonte par le haut fourneau puis celle du fer par martelage, avant de détailler la forge des ancres. Nous n'irons pas jusqu'à dire que le prix

---

[151] La description de la forge des ancres qui se trouve dans le tome 15 des *Descriptions des arts et métiers* donne l'historique des travaux sur la forge des ancres.

[152] Op.cit. p. 25

[153] AADS, R 10 et 14 juillet 1723

[154] Note page 4 de l'édition de Neufchâtel des descriptions des arts et métiers

[155] *Recueil des prix*, tome 3 p. 181-192 (ce recueil est complètement paginé)

était attribué d'avance mais Réaumur, commissaire participant au choix du sujet et au choix du mémoire primé, ne pouvait que récompenser son correspondant par ailleurs reconnu comme « l'expert » en la matière. Nous pouvons enfin terminer ce récit qui tourne autour de ce spécialiste en remarquant que l'article « Ancre » de l'*Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert s'appuie explicitement sur le prix de 1735 en renvoyant aux conclusions de Jean Bernoulli pour les formes et au mémoire de Tresaguet pour la forge. En effectuant une comparaison des planches relatives à la forge nous pouvons constater qu'il s'agit de la même installation, très certainement celle des forges du Nivernais. Nous nous permettrons une légère digression en rappelant l'historique de ces forges qui est donnée en note dans la description[156]. Les arsenaux de Brest, Rochefort ou Toulon, où il eût été logique de fabriquer les ancres, ne disposaient pas de source d'énergie capables de mettre en œuvre des martinets assez lourds pour la forge, leurs cours d'eau étant insuffisant alors que la région de Cosne avait tout à la fois, cours d'eau, minerai de bonne qualité et charbon de bois. Ces forges avaient été établies par Seignelay, fils de Colbert, secrétaire d'Etat à la Marine et ce sont elles, précisément, que Tresaguet avait été chargé d'améliorer ces forges :

> *(...) lorsque M. de Pontchartrain envoya à Cosne M. Tresaguet et des forgerons de Brest pour le rectifier. On a vu les progrès de cette fabrique sous différents ministres et comment M. de Maurepas est parvenu à mettre la manufacture de Cosne dans un état fort approchant de la perfection, sous la direction de M. Babaud de la Chaussade*[157].

De la Chaussade établit ensuite plusieurs forges, dont une, à Guérigny, a fonctionné jusqu'en 1971[158].

---

[156] *Recueil des prix*, note p. 50.

[157] *Recueil des prix*, p. 50

[158] De nombreux sites Internet donnent des éléments sur l'histoire des forges de La Chaussade, comme celui du Conseil général de la Nièvre. Tous ceux qui ont été consultés parlent de la forge du XVIIIe siècle, aucuns des 200 ans de fonctionnement (ou presque) jusqu'à la fermeture.

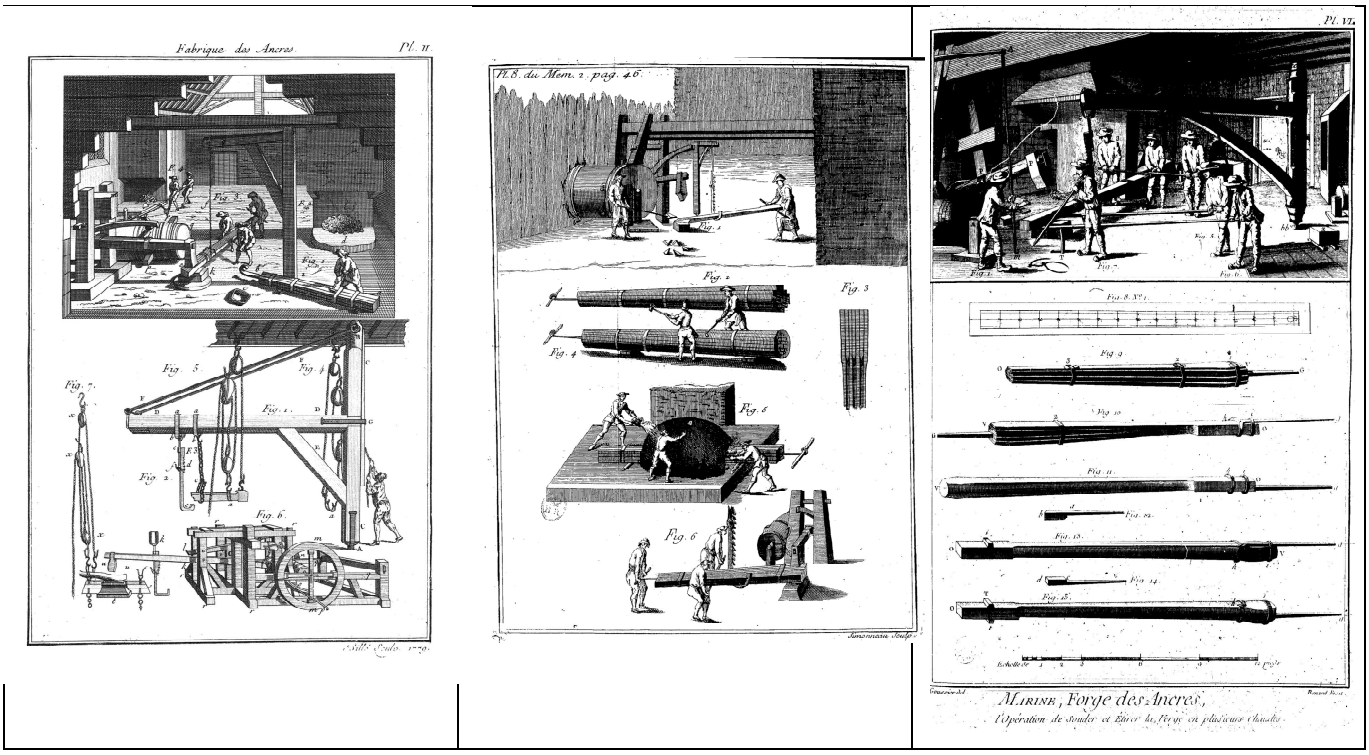


Figure 60 : Forge des ancre suivant (de gauche à droite) les *Descriptions des Arts et Métiers* (tome 15), le *Recueil des pièces ayant remporté le prix* (tome 3), l'*Encyclopédie* (Planches, tome 7)

Nous devons aborder également la troisième question, celle qui porte sur les essais des ancres, question réputée la plus mal traitée par d'Alembert dans son article de l'Encyclopédie. Deux lauréats se partagent le prix, Daniel Bernoulli et le marquis de Poleni[159]. Dans le premier mémoire, la partie essai est traitée très sommairement, uniquement sur le point qualitatif de l'essai de la prise des bras sur une surface imitant le fond, pour vérifier le basculement à l'aide du jas, l'accrochage sous différents angle du câble, le décrochage quand l'ancre est à pic. La description est un peu plus prolixe et recommande une autre méthode d'essai très approximative sachant que les mesures de forces sont difficiles à évaluer et les essais sont menés avec prudence. Ils peuvent, en effet, être destructifs, en allant jusqu'à la rupture on peut briser une ancre que l'on reconnait ensuite comme bien forgée, toutes les barres de métal étant bien soudées entre elles :

> *Pour prouver que rien ne résiste à des efforts multipliés il suffit de rapporter une expérience que j'ai vu faire à Rochefort (...) Trois ancres qu'on reconnut excellentes par la rupture, rompirent néanmoins par la verge et on cessa cette épreuve parce qu'on s'aperçut qu'on romprait toutes les ancres de l'arsenal*[160].

[159] Dont nous ne dirons rien car malheureusement son mémoire est en latin et notre latin a très mal vieilli.

[160] *Descriptions* Tome 15, p. 46

La recommandation que fait Duhamel est de pratiquer un essai défini par un praticien, Deslongschamps, proche de Tresaguet, aux forges du Nivernais, en veillant à ne pas appliquer une force supérieure à celle produite par la manœuvre normale du cabestan.

L'exemple des trois prix attribués sur la conception, la fabrication et les essais des ancres nous a ainsi montré un réseau de relations techniques entre experts, académiciens, praticiens divers, que l'on ne peut pas démêler complètement. Nous voyons se déployer des calculs complexes utilisés pour justifier les formes des ancres, des raisonnements théoriques sur les phénomènes de soudage conduits pour préconiser des méthodes, raisonnements que l'on peut juger aujourd'hui très approximatifs mais qui sont au principe d'une recherche technique des causes des phénomènes. Les « techniciens savants » comme Tresaguet ou Deslongschamps sont dans une relation constante avec les « savants techniciens » comme Réaumur ou les Bernoulli. Le réseau académique fonctionne, des pensionnaires aux correspondants et aux associés étrangers. Il est possible de s'interroger sur la réelle ouverture de ce prix au public, car nous avons parfois le sentiment d'une affaire réglée entre experts. Mais ces efforts communs conduisent au progrès d'une technique qui est sans doute l'une des plus difficiles du siècle du fait des ordres de grandeur considérables des opérations menées et des pièces manipulées[161].

4.3.2.3 Les cabestans

Nous n'entreprendrons pas une étude détaillée des divers mémoires imprimés à l'issue de l'attribution du prix de 1739, reporté à 1741 destiné à récompenser des améliorations aux cabestans[162] en usage dans la marine. En fait aucune réponse n'a été jugée satisfaisante :

> *Mais l'Académie ne croit pas devoir dissimuler que parmi les cabestans qui lui ont été présentés pour sauver les inconvénients de celui qui est en usage elle n'en a trouvé aucun qui n'eut lui-même des inconvénients (...). L'Académie a pourtant jugé que la manière dont le sujet a été traité dans quatre de ces mémoires méritait d'être récompensée. Car outre qu'on y a proposé des cabestans nouveaux ingénieusement imaginés et utiles, du moins dans certains cas, on y a donné des théories qui peuvent conduire à perfectionner les manœuvres de l'ancien cabestan.*[163]

[161] Pour plus de détails sur les ancres on pourra se reporter à l'ouvrage de Jacques Gay, *Six millénaires d'histoire des ancres,* Paris, Presses de l'université Paris-Sorbonne, 1997

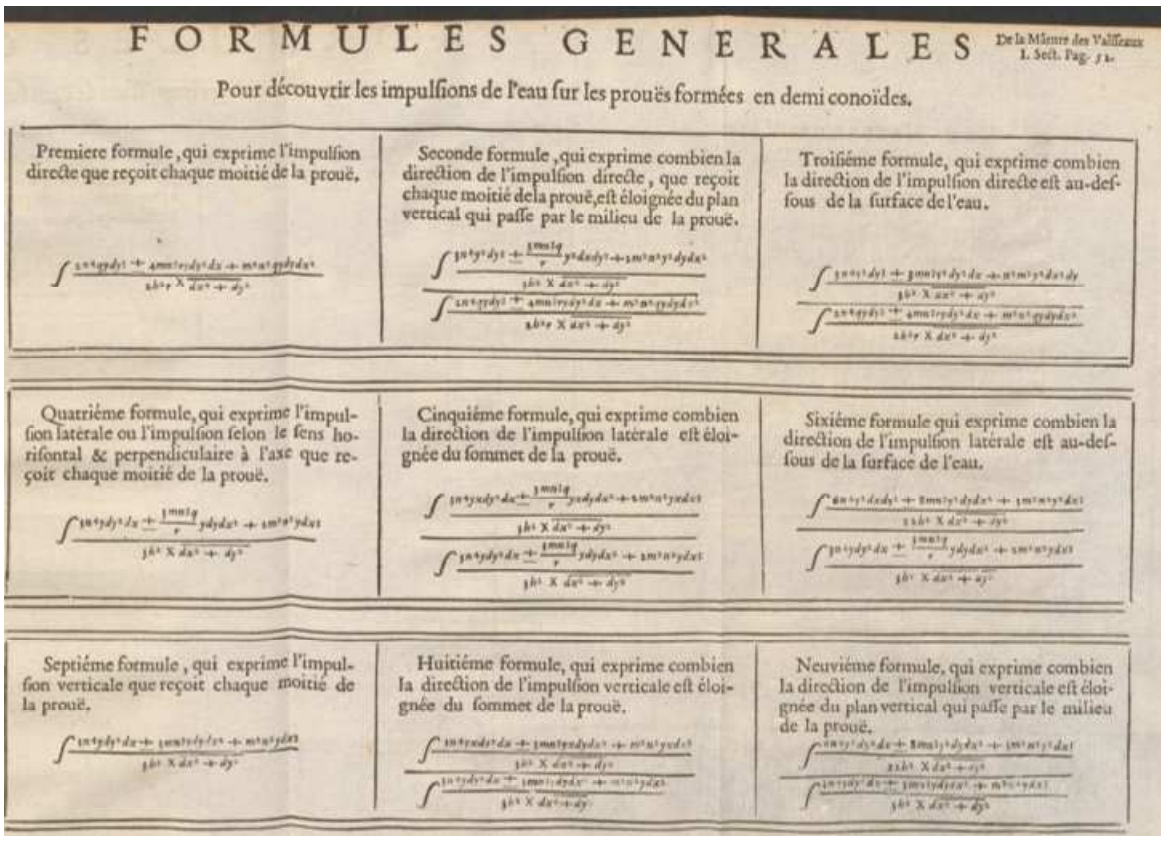
[162] Treuil à axe vertical utilisé pour déplacer des charges lourdes, manœuvré par plusieurs hommes, utilisé en particulier pour remonter les ancres.

[163] AADS, R 12 avril 1741

Ce jugement s'inscrit toujours dans la même ligne de pensée : face à un problème difficile pour lequel on ne trouve pas de solutions claires, la bonne voie est d'essayer de comprendre comment fonctionnent les cabestans existants. Cette démarche a deux conséquences, seule la bonne théorie permettra d'imaginer un nouveau dispositif mais, qui plus est, d'améliorer l'usage du matériel en service par une bonne analyse de son fonctionnement.

4.3.2.4 La mature des vaisseaux

Le prix de 1727, remporté par Bouguer, futur académicien, nous donne un dernier exemple de ce qu'attend l'Académie comme recherche sur la technique. Le sujet, « La meilleure manière de mâter les vaisseaux » y est abordé méthodiquement, mis en équations, identification des forces en présence, centre de gravité, centre de poussée, trainée hydrodynamique, point vélique. Bouguer développe des calculs trop compliqués pour être restitués, la figure suivante, reproduction d'une partie de son mémoire le fait bien comprendre :



FORMULES GENERALES

De la Mâture des Vaisseaux I. Sect. Pag. 52.

Pour découvrir les impulsions de l'eau sur les prouës formées en demi conoïdes.

Premiere formule, qui exprime l'impulsion directe que reçoit chaque moitié de la prouë.

Seconde formule, qui exprime combien la direction de l'impulsion directe, que reçoit chaque moitié de la prouë, est éloignée du plan vertical qui passe par le milieu de la prouë.

Troisiéme formule, qui exprime combien la direction de l'impulsion directe est au-dessous de la surface de l'eau.

Quatriéme formule, qui exprime l'impulsion latérale ou l'impulsion selon le sens horisontal & perpendiculaire à l'axe que reçoit chaque moitié de la prouë.

Cinquiéme formule, qui exprime combien la direction de l'impulsion latérale est éloignée du sommet de la prouë.

Sixiéme formule qui exprime combien la direction de l'impulsion latérale est au-dessous de la surface de l'eau.

Septiéme formule, qui exprime l'impulsion verticale que reçoit chaque moitié de la prouë.

Huitiéme formule, qui exprime combien la direction de l'impulsion verticale est éloignée du sommet de la prouë.

Neuviéme formule, qui exprime combien la direction de l'impulsion verticale est éloignée du plan vertical qui passe par le milieu de la prouë.

Figure 61 : Formules extraites du mémoire de Bouguer
(Source : *Recueil* tome 1, Mémoire Bouguer section 1 p. 52)

De même les schémas utilisés montrent l'approche « scientifisée » du problème :

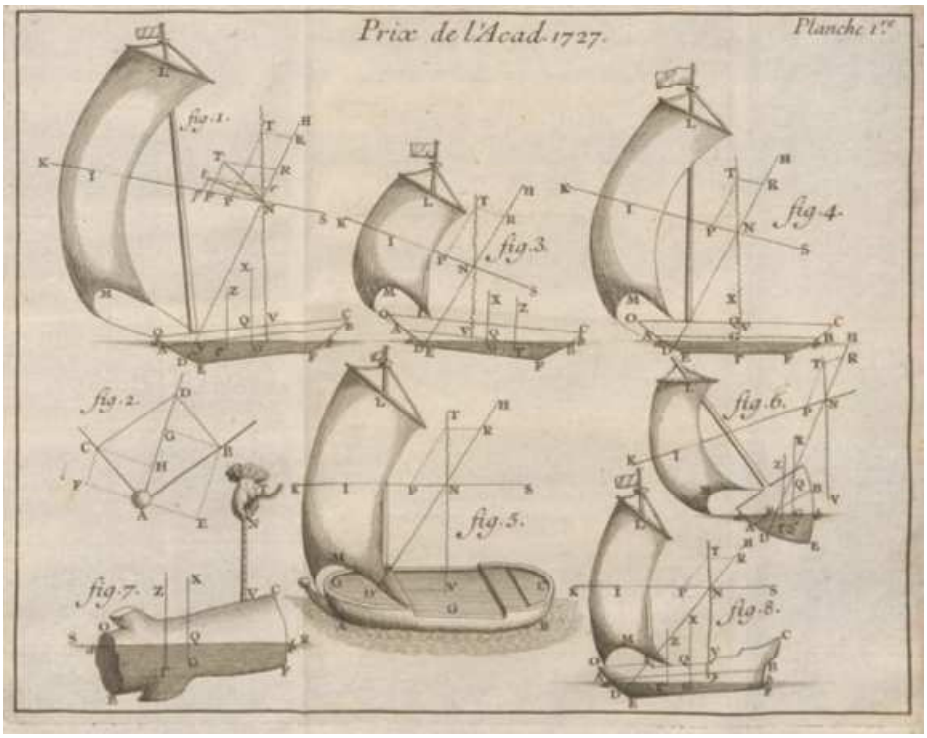


Figure 62 : Schémas utilisés par Bouguer dans son mémoire sur la mature des vaisseaux
(Source : *Recueil* tome 1, Mémoire Bouguer planche 1)

4.4 En guise de conclusion : des caracteres communs a toutes les etudes techniques

Au-delà des différences qui existent entre les différentes instanciations de la recherche technique au sein de l'Académie, il est possible d'en dégager des caractères communs. Ces caractères nous éclairent sur la pensée qui sous-tend cette activité technicienne qui est loin d'être marginale, comme nous l'ont montré les statistiques. Sans que les distributions statistiques des sujets d'étude recoupent celle des inventions, nous pouvons affirmer une similitude entre nouveauté venant de l'extérieur et intérêt technique propre, interne à l'Académie. Il serait possible de se demander si ce sont les types d'inventions examinées qui induisent les sujets d'études ou bien le contraire, comme si un certain « air du temps » bien difficile à caractériser et qui ne serait peut-être qu'un concept trop vague pour être utile, participait des motivations des inventeurs comme des académiciens. Réaumur en parlant des « saisons » pour les inventions nous autorise toutefois à ne pas écarter complètement

l'hypothèse d'une interaction[164]. Les mémoires techniques produits par les académiciens forment sans doute un modèle que les « techniciens savants » sont appelés à suivre en passant par le filtre d'une sanction académique qui peut être l'approbation et la publication sous le patronage de l'Académie ou l'attribution de prix. Tous ces travaux ont en commun une volonté de théoriser la technique, de la mathématiser, de la soumettre à l'expérimentation, en un mot d'appliquer la rationalité scientifique aux arts. Il n'est guère de ces mémoires où l'on ne retrouve, même incidemment, le dédain sans cesse exprimé pour la seule description. Nous avons vu au chapitre précédent combien il était constant et dans celui-ci combien l'approche de la technique se renouvelait. Nous ne manquerons pas d'insister sur un trait commun, récurrent, plus fondé sur une disposition de l'esprit que sur une règle rationalisée, l'observation. L'observation qui se borne à décrire trouve très vite son achèvement dans une description exacte, minutieuse où l'œil et le cerveau observant se satisfont de ne rien avoir oublié et d'avoir compris le fonctionnement de l'objet décrit. C'est, en quelque sorte une observation qui ne questionne pas l'objet observé, comme l'histoire des événements s'arrête au récit de la suite des événements. Au contraire l'observation mise en œuvre questionne la technique en action pour en comprendre les « principes », les lois ou les constantes non apparentes. L'observation induit la réflexion et met en mouvement une démarche de type scientifique. L'objet technique vu par les académiciens doit être examiné comme on le ferait d'un phénomène scientifique de nature plus générale. La recherche du « pourquoi ça marche ? » s'apparente à la recherche d'une régularité, d'une loi de nature scientifique. Les académiciens expriment la conviction que ce qui est observable peut-être explicable rationnellement.

La compréhension rationnelle de la technique va passer par une approche de type scientifique, observation et formulation d'hypothèse, mesures et recherche de corrélations, modélisation mathématique et calcul. Il convient de souligner ce qui est, selon nous, déterminant, à la fois le calcul différentiel et intégral et la mécanique newtonienne. Même si une résistance à cette mécanique persiste chez les nostalgiques fidèles aux tourbillons cartésiens, cette « théorie du mouvement » comme elle est souvent nommée installe une nouvelle forme de relation entre grandeurs, l'équation différentielle. Le deuxième principe de

[164] Rappelons la citation de Réaumur au paragraphe 4.2.2.1 : *Car comme s'il y avait des saisons pour les productions de l'Art comme il y en a pour celles de la nature, rien ne nous est plus ordinaire que de recevoir presque à la fois de différents côtés des propositions sur la même matière*.

la mécanique newtonienne qui relie force, masse et accélération donc dérivée seconde de la position d'un corps en mouvement, inaugure un nouveau type de relation physique. La recherche d'un maximum ou d'un minimum d'une fonction algébrique en cherchant la valeur de la variable qui annule la dérivée de cette fonction procure tout naturellement à Parent la possibilité de trouver la « plus grande perfection des machines ». Le raisonnement sur un élément de voûte pris comme un élément différentiel dont la valeur est liée à un élément différentiel de variable indépendante, forme alors pour Couplet l'équation différentielle dont l'intégration lui donne les meilleures formes de voûtes en dôme. Il était possible à Pitot d'observer simplement la proportionnalité de la vitesse à la racine carrée du tube coudé mis face au courant et de proposer un appareil gradué par expérimentation, comme un thermomètre. Mais, au contraire, il part de « la théorie du mouvement des eaux » pour démontrer qu'il ne peut en être autrement. Dans les cas où la connaissance scientifique utilisée en cette première moitié du XVIIIe siècle ne nous permet pas de retrouver aisément les raisonnements produits dans ces mémoires, ceux de Réaumur sur le fer blanc, par exemple, voire ceux de Buffon sur la résistance des bois, il reste que la démarche reste identique. Il s'agit de rendre compte des actions, interactions, échanges à l'œuvre dans un processus technique, à partir d'hypothèses de type scientifique, même si elles restent encore de nature qualitatives. Dans tous les cas − calculs, modélisations − mesures, le recours à l'expérimentation permet de valider ou non les hypothèses. Nous osons dire que le récit de Réaumur sur ses multiples expérimentations concernant l'accroche de l'étain fondu sur le fer convenablement décapé ou celles de Pitot sur la vérification de son loch entre Conflans et Poissy, pour ne citer que celles-là, se lisent et se comprennent sans difficulté majeures et obtiennent l'adhésion.

L'importance des études techniques conduites par des académiciens ou approuvées par l'Académie n'a guère été explorée par l'historiographie que nous avons pu consulter. Au détour d'une phrase Bertrand Gille en reconnait la place :

> *Autrefois le technicien avait appris au savant, confondus ou non dans la même personne, la nature des problèmes à résoudre. Au XVIIe siècle, le savant apprend au technicien, de moins en moins confondus dans la même personne, les raisons de sa technique*[165].

Dans la mesure où il ne retient explicitement comme interaction science-technique les *Descriptions* et où il saute assez vite de la fin du XVIIe siècle à la « révolution industrielle » il

[165] B. Gille (dir), *Histoire des techniques,* p.666.

ne rend pas compte de ce foisonnement de techniques « savantes » que nous avons observé. Toutefois sa formule du savant apprenant au technicien les raisons de sa technique nous parait très pertinente en ce qui concerne l'Académie de ce premier XVIIIe siècle. Nous pourrions dire que, non seulement les savants apprennent aux techniciens les raisons de leur technique, mais de plus ils les encouragent à les chercher eux-mêmes en se mettant en position d'appliquer la science à la technique, presque essentiellement dans ses méthodes. Pour cette compagnie de savants comme ils se nomment, il va de soi que la science doit conduire la technique, la mettre sous tutelle, c'est, pour eux, seule façon de la faire progresser.

La population des académiciens qui s'impliquent fortement dans ces études est assez nettement plus restreinte que celle qui participe aux commissions d'examen mais celle-ci ont un caractère plus imposé par le règlement. Intervenir en séance sur un sujet technique relève du choix personnel de l'académicien, certains ont manifestement plus de goût pour la technique que les autres. Nous avons constaté qu'ils étaient également plus fréquemment mobilisés pour des commissions d'examen à une exception près. Entreprendre une prosopographie de ces académiciens sort du cadre de notre étude. On pourra trouver en annexe 17 la biographie succincte d'Henri Pitot, très représentatif de ces académiciens techniciens mais, selon nous, il est difficile de dégager des prédispositions communes, études, milieu social ou autres qui fourniraient des raisons de leur goût pour la technique. Peut-être ce goût est-il une disposition personnelle non réductible à un déterminisme, résultat d'un libre arbitre ?

5 ENSEIGNER

Il n'y a aucune mention dans le règlement d'une quelconque obligation d'enseignement des sciences et, encore moins, des techniques. Tout au plus, comme nous l'avons vu, l'Académie se doit de tenir deux séances publiques et d'éditer un volume annuel des *Histoires et mémoires*. Il peut donc paraître surprenant de consacrer un chapitre à l'enseignement de la technique par l'Académie. De fait celle-ci n'y consacre aucune séance, quelques académiciens pouvant exercer par ailleurs un enseignement de type scientifique mais cette activité se déroule hors du cadre académique. Nous ne trouvons donc aucun texte officiel qui expliciterait la conception de l'enseignement des sciences et des techniques, conception qui pourrait être celle de l'Académie. Qui plus est, si l'on examine ce que nous savons de la formation initiale des académiciens les plus actifs dans le champ technique, on ne décèle que des parcours de formation individuelle, aidée parfois, voire totalement personnelle. Camus est un autodidacte en sciences, accompagné ensuite par Varignon, Réaumur est également autodidacte en sciences, avec peut-être un accompagnement familial, Pitot est d'abord un très mauvais élève qui part aux armées puis se plonge dans les mathématiques et reçoit quelques éléments de formation par un précepteur puis parfait sa formation avec Réaumur. Nous pourrions continuer ainsi, ces académiciens tournés vers la technique se sont formés eux-mêmes, avec l'aide d'autres académiciens et, organiser une formation technique structurée, dont ils se sont fort bien passés, n'est probablement pas un souci pour eux.

Dans la première moitié du siècle, le besoin de formation des officiers des armes savantes, Artillerie et Génie, a conduit, cependant, à la fondation d'écoles spécialisées comme les écoles d'artillerie en 1720 puis l'école royale d'artillerie de La Fère en 1756 et celle de Mézières en 1748 pour le Génie. L'académicien Camus est examinateur à l'entrée des écoles d'Artillerie et du Génie à partir de 1748. Duhamel du Monceau, académicien, crée à Paris, en 1741, une école de marine qui deviendra l'école des ingénieurs constructeurs de la marine en 1768. Ces écoles ont des liens, au moins indirects, avec l'Académie puisque le cours de mathématiques de l'académicien Camus sert de base au concours l'entrée puis à l'enseignement. Camus exprime dans la dédicace au comte d'Argenson, secrétaire d'Etat à la guerre que son cours est destiné aux ingénieurs, à la demande du ministre lui-même :

> *Le traité que j'ai l'honneur de vous présenter est la première partie d'un cours de Mathématiques, où vous m'avez ordonné de réunir les éléments des sciences propres à un ingénieur. Je m'estimerai heureux, Monseigneur si cet essai est conforme aux vues que vous nous communiquez dans les assemblées de l'Académie royale des sciences*[1].

Le cours de Camus a été formellement approuvé par l'Académie et le commentaire des commissaires, Nicole et Clairaut est particulièrement long et élogieux[2]. Nous pouvons en conclure que l'Académie s'approprie, et le contenu et la méthode d'enseignement destinés aux élèves officiers, puisque les commentaires portent sur ces deux aspects de l'ouvrage. Cours de mathématiques, dit le titre de Camus mais il ne faut pas se méprendre, si les deux premiers tomes sont bien un cours de mathématiques, arithmétique et géométrie[3], les deux suivants sont des cours de mécanique statique. A la toute fin de la première moitié du siècle, l'Académie a ainsi été amenée à formuler un contenu d'enseignement technique destiné aux futurs ingénieurs.

Entre 1747 et 1749 nous trouvons un exemple singulier, exemplaire, qui nous permet d'approcher au plus près de la conception de l'éducation technique telle qu'elle se forme dans la proximité intellectuelle de l'Académie. Il s'agit de la fondation, sous son patronage, d'une école de « Mathématiques pratiques » et du projet de fondation d'une école de « Mathématiques théoriques » à Reims. Ce patronage est effectif, il est matérialisé par un accord signé précisant les obligations mutuelles de la ville de Reims et de l'Académie. En particulier celle-ci approuve le programme, approuve la nomination du professeur, voire le nomme directement. Sans que cela fasse partie de l'accord nous pouvons remarquer que professeur nommé en 1751 est immédiatement nommé correspondant de l'Académie. Cette fondation, les détails de ce patronage, ses acteurs principaux nous éclairent sur un réseau que l'on pourrait qualifier de « newtonien ». Tous participent de la diffusion des *Principia* de Newton et plus particulièrement de sa traduction par Emilie du Châtelet à laquelle ont contribué l'académicien Clairaut et les pères minimes Jacquier et Le Seur qui les ont commentés. Ce sont les relations personnelles entre le Lieutenant des habitants[4] de la ville de Reims, Louis-Jean Levesque de Pouilly, et le secrétaire perpétuel de l'Académie, Jean-Paul

---

[1] Camus, *Cours de Mathématiques*, *Première partie*, *Eléments d'arithmétique,* (4 tomes) Paris, Ballard, 1753 (nouvelle édition).

[2] AADS, R 21 mai 1749 pour le premier tome, R 21 *MARS 1750* pour le deuxième.

[3] Camus exclut délibérément le calcul algébrique (« littéral ») et l'analyse.

[4] Le maire.

Grandjean de Fouchy qui établissent un lien direct entre la ville de Reims et l'Académie. Les pères minimes Jacquier et Le Seur ont formé le père Fery, premier professeur de l'école, et ils sont correspondants de l'académicien Clairaut, établissant un autre lien indirect entre l'Académie et le projet d'école. L'originalité de cet enseignement technique apparaît dans le programme de l'école, dans les méthodes, dans les ouvrages de référence utilisés par le professeur ou par les élèves, et cela met en évidence un choix fondamental d'enseignement scientifique de la technique et non d'un enseignement des métiers.

En dépassant le cadre chronologique que nous nous sommes fixé, nous constatons comme une bifurcation dans les débouchés des élèves, d'un côté les écoles des armes savantes où ils peuvent être admis sans examen, de l'autre la possibilité d'obtenir un brevet de maîtrise d'un métier réglé sans avoir à exécuter un chef-d'œuvre, signe très fort de la nécessité reconnue d'une formation plus scientifique même pour les « artisans ». En permettant l'accès aux écoles militaires et aux métiers par le seul enseignement de l'école, les élèves se situent dans un cursus de formation qui les installe dans une position intermédiaire, ni scientifique pur, ni praticien pur formé par l'apprentissage et le long compagnonnage.

5.1 LA FONDATION

La ville de Reims au milieu du XVIIIe siècle est une ville moyenne, comptant entre 22 000[5] et 30 000[6] habitants, comparable à Rennes ou Strasbourg. Même si c'est la ville du Sacre elle n'est pas une des villes les plus importantes du Royaume, en 1801 elle n'est pas classée dans les 25 premières villes de France[7]. Cependant en 1748, elle signe un « traité » avec l'institution scientifique la plus prestigieuse du Royaume, l'Académie Royale des Sciences. Le 22 novembre 1747, le secrétaire perpétuel lit en séance la lettre adressée à l'Académie par le Conseil de la ville demandant le patronage et même la direction scientifique, d'une école de « mathématiques pratiques » destinée aux « artistes », accompagnée d'une école de « mathématiques théoriques ».

On ne peut qu'être étonné de la dissymétrie des positions sociales respectives de ces deux corps du Royaume, mais l'établissement de ces écoles, plus spécialement de celle dite de

[5] E. Le Roy-Ladurie *Histoire de la France urbaine* (Tome 3), p.297.

[6] A. Burguière, « Société et culture à Reims à la fin du XVIIIe siècle : la diffusion des « Lumières » » analysée à travers les cahiers de doléances » dans *Annales ESC,* 22e année, n° 2, 1967, pp .303-339.

[7] E. Le Roy-Ladurie, *op. cit.* p. 569.

« mathématiques pratiques », fait apparaître la diffusion de l'approche de l'Académie vis-à-vis de la technique. Les objectifs de l'enseignement, le public visé, les méthodes et le programme sont une illustration directe de cette modalité de la réflexion sur les techniques qui est à l'œuvre à la fin de la première moitié du siècle. S'il est souvent convenu de faire commencer les Lumières au milieu du XVIIIe siècle, la fondation de cette école, en lien direct avec l'Académie, apparaît comme un aboutissement d'une démarche intellectuelle déjà bien constituée avant 1750.

En soulignant cette dissymétrie de statut entre l'Académie et la ville de Reims, il est indispensable de s'interroger sur les acteurs de la fondation et sur les relations qu'ils entretiennent. Il est évident que, pour parvenir à mobiliser l'attention du secrétaire perpétuel, la ville de Reims a disposé d'un accès privilégié aux cercles académiques et il apparaît clairement que les quelques protagonistes identifiés appartiennent à un réseau particulier, liés par un intérêt et une réflexion communs autour de l'œuvre de Newton. En examinant les phases de ce qui s'apparente à une négociation, nous en découvrirons les protagonistes. Même s'il est difficile d'obtenir des renseignements détaillés sur certains d'entre eux, ce que nous pouvons savoir, croisés avec ce qu'ils disent d'eux-mêmes, met bien en lumière ce qui les réunit et donc ce qui permet de comprendre les raisons de l'acceptation par l'Académie du patronage de ces écoles.

Le Conseil de la ville de Reims met également en place une école de dessin, cas plus habituel au XVIIIe siècle, cette école étant toutefois vue, en partie, comme complémentaire aux écoles de « mathématiques » avec la même recherche de patronage académique, cette fois celui de l'Académie de peinture et de sculpture.

5.1.1 Une enquête préliminaire

Avant d'entrer en contact avec l'Académie le promoteur de l'école et le Conseil de ville ont voulu s'assurer de la faisabilité de cette fondation. Pour ce faire, ils ont diffusé un avis au public[8] exposant le projet d'école et demandant aux intéressés un engagement préalable, par la souscription aux frais mensuels de scolarité fixés à trois livres par mois et leurs premières estimations, optimistes naturellement, leur font espérer que l'école pourra intéresser une centaine d'élèves :

[8] Avis au public, 1746, AMR, FAC 692 L19.

Par le rapport que les connétables ont fait à l'Hôtel de ville le quatorze août dernier, il y a tout lieu de croire que la seule ville de Reims fournirait dans les deux premières années plus d'une centaine d'écoliers à l'école des arts qu'on aurait envie d'établir ; mais comme cette espérance vague ne doit pas suffire pour déterminer des professeurs d'une grande capacité à quitter Paris pour la Province, ceux qui sont dans le dessein de contribuer à cet établissement ou d'en profiter sont priés d'en donner une assurance positive par leur souscription[9].

Le projet comprend une école, une école des arts, notons qu'elle n'est pas encore « de mathématiques ». L'école des arts a trois professeurs, un de dessin, un plus chargé de la technique, en particulier l'architecture, et enfin le troisième chargé des mathématiques, y compris si le nombre d'élèves le permet, de faire un cours sur :

Ce qu'a de plus profond la théorie des différentes parties des mathématiques[10].

L'école vise deux publics, des artistes, des hommes de la technique donc, qui profiteront des cours de dessin dont le professeur :

S'attacherait d'une façon particulière en faveur de notre manufacture, aux fleurs et aux fruits et à toutes les sortes d'ornements qui peuvent être employés dans les étoffes[11].

Au-delà, un autre public très large est visé, afin de procurer :

Des connaissances importantes qui étendent les facultés de l'âme, anoblissent le loisir, éclairent et animent l'industrie, sont l'ornement le plus convenable à la richesse et la ressource la plus puissante dans l'indigence[12].

Dès le début toutes les catégories peuvent être visées même si les indigents n'auront accès qu'à quelques places gratuites. Les enfants de la noblesse sont également concernés par le projet puisque :

Ils recevront des instructions qui siéent très bien à des militaires et ceux qui sont nés avec d'heureuses dispositions pour le Génie ou l'Artillerie pourront s'en apercevoir presque dès l'enfance[13].

Cet appel à la souscription développe tous les arguments nécessaires pour convaincre les Rémois de souscrire, en soulignant les avantages économiques dont bénéficiera la ville en améliorant ses manufactures textiles, par la qualité et le bon goût des tissus produits, en

[9] *op. cit.* p. 1.

[10] *op. cit.* p. 2.

[11] *op. cit.* p. 2.

[12] *op. cit.* p. 2.

[13] *op. cit.* p. 3.

attirant des élèves étrangers à la ville, source de rentrées financières et de prestige pour la ville. Tous les éléments de justification et de promotion de l'école vont alors se retrouver dans la démarche entreprise par Pouilly pour placer cette école sous le patronage de l'Académie.

5.1.2 Un réseau « newtonien »

Le processus qui aboutira à l'accord officiel de l'Académie commence avec une lettre envoyée par Louis-Jean Levesque de Pouilly le 15 juillet 1747[14]. Nous disposons de quelques informations biographiques sur ce personnage[15] né en 1691 et mort en 1750. Il commence d'abord, en quelque sorte, une carrière intellectuelle en se faisant connaître à Paris dans les années 1710, au sortir de l'Université de Reims, comme commentateur des *Principia* de Newton. Il devient membre associé de l'Académie des Inscriptions en 1722 et fait alors partie de la « république des lettres », allant jusqu'à la rencontre de Voltaire. En 1727, changement assez radical, il quitte l'Académie, retourne à Reims, se marie puis devient lieutenant des habitants du Conseil de la ville de Reims[16]. Il incarne alors le type du magistrat éclairé du XVIIIe siècle, améliorant l'urbanisme de sa ville et en particulier la distribution de l'eau. Au cours de sa période parisienne il a fréquenté Jean-Paul Grandjean de Fouchy[17] et il s'autorise de cette rencontre pour lui écrire d'une façon plus personnelle :

> *J'ai bien lieu de craindre, Monsieur, que le temps ne m'ait effacé de votre souvenir. Il a produit sur moi par rapport à vous un effet bien différent, il semble n'avoir fait que développer l'idée que je m'étais formé de votre personne, j'avais tiré votre horoscope dès votre enfance, j'avais lu votre avenir dans vos goûts et dans vos talents et je ne puis vous dire le plaisir que j'ai ressenti quand l'Académie, en vous choisissant pour successeur de M. de Fontenelle et de M. de Mairan, vous a jugé digne de remplir une des places du monde qui exige le plus de talents*[18].

Au milieu du rationalisme le plus abouti subsiste l'horoscope mais, au-delà de cette anecdote, il fait référence à son travail sur les *Principia* de Newton et donc sur la nécessité

---

[14] Lettre du 14 juillet 1747 de Pouilly à Fouchy (AADS, PS juillet 1747).

[15] Olivier Bloch (dir.), *Le matérialisme du XVIIIe siècle et la littérature clandestine,* pp. 51-54 Dans la suite nous le désignerons par le patronyme « Pouilly » de même pour Grandjean de Fouchy cité sous le patronyme de « Fouchy », ils signent ainsi ou parfois simplement Pouilly. Quelques éléments de biographie plus détaillée se trouvent en annexe 19.

[16] Date incertaine.

[17] Le troisième secrétaire perpétuel de l'Académie est suffisamment connu pour ne pas encombrer la rédaction de sa biographie même succincte. Le numéro 2008-1 de la *Revue d'histoire des sciences* lui est consacré en entier.

[18] Lettre du 14 juillet 1747 de Pouilly à Fouchy (AADS, PS juillet 1747).

qu'il a ressentie d'un enseignement des mathématiques préalable à l'étude de l'œuvre de Newton :

> *Je me souviens, Monsieur, d'avoir souvent formé chez vous des vœux pour la formation de cet établissement, j'y lisais les Principes Mathématiques de M. Newton et j'étais souvent arrêté, les liaisons particulières que j'avais avec tous les plus habiles mathématiciens ne me procuraient aucun secours, j'ai désiré alors qu'il y eût une école établie où l'on facilitât l'intelligence de tous les ouvrages de mathématiques qui seraient en même temps profonds et importants*[19].

La tonalité de la lettre est assez personnelle, il a résidé chez Fouchy et, en rappelant une certaine familiarité, il s'autorise à formuler sa demande. La lettre de Pouilly a été versée par Fouchy aux archives de l'Académie, comme première expression de la demande, mais il n'y a pas mention d'une lecture officielle en séance. Dans cette lettre, Pouilly expose son projet et demande, pour les écoles que la ville veut former, le soutien et la direction de l'Académie. Fouchy mentionne qu'il a répondu le 4 août 1747, sans doute pour permettre à Pouilly de rédiger la lettre officielle qui est lue en séance le 22 novembre 1747[20], recopiée dans le registre de séance, la lettre elle-même étant conservée dans la pochette du mois de novembre. Entre les deux rédactions il ne se trouve pas de différences significatives sur le fond, la demande d'accord entre la ville et l'Académie, mais simplement la suppression ou la réécriture des passages trop personnels ou pouvant être mal perçus par les académiciens. Ainsi, tout le premier paragraphe de la lettre du 15 juillet qui faisait référence aux relations antérieures de Pouilly et de Fouchy, a disparu. La référence explicite à Newton :

> *On expliquera dans la seconde année les principes mathématiques de M. Newton et tout ce qui s'est fait de meilleur sur la théorie du mouvement, soit dans les milieux non résistants soit dans les milieux résistants*[21].

est devenue :

> *On y éclaircira la Science Analytique et la théorie des mouvements dans toute leur étendue*[22].

---

[19] *op. cit.*

[20] AADS, R 22 novembre 1747.

[21] Lettre du 14 juillet 1747 de Pouilly à Fouchy (AADS, PS juillet 1747).

[22] Lettre du Conseil de la ville de Reims à l'Académie (AADS, R 22 novembre 1747).

La proposition du Père Fery comme professeur pour les deux écoles est reprise et, sans doute pour masquer que celui-ci doit compléter sa formation, la date d'ouverture est reportée à 1748 pour la première et à 1750 pour la seconde :

> *Il y a à la vérité diverses parties des mathématiques qu'il n'a pas encore approfondies mais pour le mettre en état d'acquérir toutes les connaissances dont il aura besoin on ne compte ouvrir l'école de mathématiques pratiques que le troisième novembre mil sept cent quarante huit et l'école de théorie que le quatre novembre mil sept cent cinquante*[23].

devient :

> *Nous comptons, M^rs^, qu'afin de donner au Professeur le temps de rassembler tous les matériaux dont il composera ses leçons, l'Ecole des Mathématiques pratiques ne s'ouvrira que le 3 novembre 1748 et celle de la Science analytique et de la Théorie des mouvements le 4 novembre 1750*[24].

Quelques dispositions pratiques sur l'organisation, les nominations, ont disparu, elles se retrouveront dans l'accord signé entre les deux institutions. Enfin la tonalité de la demande qui était déjà très déférente devient proche de la flagornerie, il écrit en s'adressant à l'Académie placée :

> *(...) sur le haut d'une montagne escarpée dont la plupart des mortels ne peuvent pas approcher*[25].

Est-ce Fouchy qui le lui a suggéré, ou bien est-ce venu naturellement à son esprit, mais une référence discrète à Colbert originaire de Reims et réputé fondateur de l'Académie vient renforcer la nécessité du lien spécial qui est « imploré » :

> *Votre corps doit sa naissance, M^rs^, à un de nos compatriotes et vous ne pouvez que mieux marquer votre reconnaissance à cet illustre bienfaiteur des Sciences et des Beaux-arts*[26].

En s'adressant à l'Académie, il ne fait aucune référence à la particularité de Reims d'être la ville du sacre royal, on peut se demander si cinquante années plus tôt c'eût été oublié. Nous verrons que, lorsqu'il s'adresse au Corps de ville, il rappelle cette particularité.

Nous rencontrons dans ces deux lettres le troisième protagoniste, celui qui est proposé comme professeur, le Père André Fery, religieux Minime[27]. Deux raisons principales sont

---

[23] Lettre du 14 juillet 1747 de Pouilly à Fouchy (AADS, PS juillet 1747).

[24] AADS, R 22 novembre 1747.

[25] Lettre du Conseil de la ville de Reims à l'Académie (AADS, R 22 novembre 1747).

[26] *op.cit.*

invoquées pour justifier ce choix (en dehors de la possibilité de ne lui verser qu'un salaire modique) : ses capacités d'ingénieur et sa formation par deux autres Minimes, les Pères Jacquier et Leseur (ou Le Seur), également Minimes. Le Père Jacquier n'est pas un inconnu[28], il a écrit un commentaire de l'œuvre de Newton et a été nommé correspondant de Clairaut le 6 juillet 1743. On notera que Clairaut a enseigné les mathématiques à la Marquise du Chatelet, seule traductrice à ce jour des *Principia* de Newton, et que le père Jacquier a séjourné au château de Cirey où il a aidé Madame du Châtelet dans sa traduction. Le Père Le Seur est aussi correspondant de Clairaut, il a également collaboré aux commentaires et explications des *Principia*[29]. Nous sommes donc dans un milieu scientifique que l'on pourrait qualifier d'avancé, totalement acquis à la physique newtonienne, ce qui n'est pas encore le cas d'une partie du monde savant, les résistances de Fontenelle en sont l'illustration. Au détour de l'exposé de son programme d'enseignement, le Père Fery nous livre une des clés de cet accord improbable entre l'Académie et une petite ville de province, il fait en effet référence à l'appui de ces deux correspondants de Clairaut auprès de l'Académie :

> *(...) les Pères Leseur et Jacquier qui ont, Messieurs, l'honneur d'être vos correspondants à Rome. Pardonnez-moi, Messieurs, si je saisis cette occasion de faire éclater ici les vifs sentiments de ma juste reconnaissance en y rappelant le souvenir de deux savants auxquels je suis redevable de pouvoir travailler ici sous vos auspices et sous vos ordres*[30].

Quant à ses capacités d'ingénieur, elles sont bien attestées par la réalisation de la distribution des eaux dans la ville de Reims, en concertation avec Pouilly qui conserve l'honneur d'apparaître encore aujourd'hui sur une plaque commémorative de cette installation, avec le chanoine Godinot qui a financé l'opération.

La figure suivante illustre les liens qui existent entre les acteurs, en y ajoutant les liens de débouchés de l'école vers les écoles des armes savantes :

---

[27] Le Père Marin Mersenne fondateur d'une Académie qui est une des origines de l'Académie était également un Minime.

[28] Voir : Pierre Crépel, « 7 juin, tricentenaire de Jacquier » — *Images des Mathématiques, CNRS, 2011*.

[29] Voir P. Crépel. *op. cit.*

[30] Plan du cours présenté par le Père Fery (version manuscrite : AADS, PS avril 1748, version imprimée AMR FAC 692 L 19).

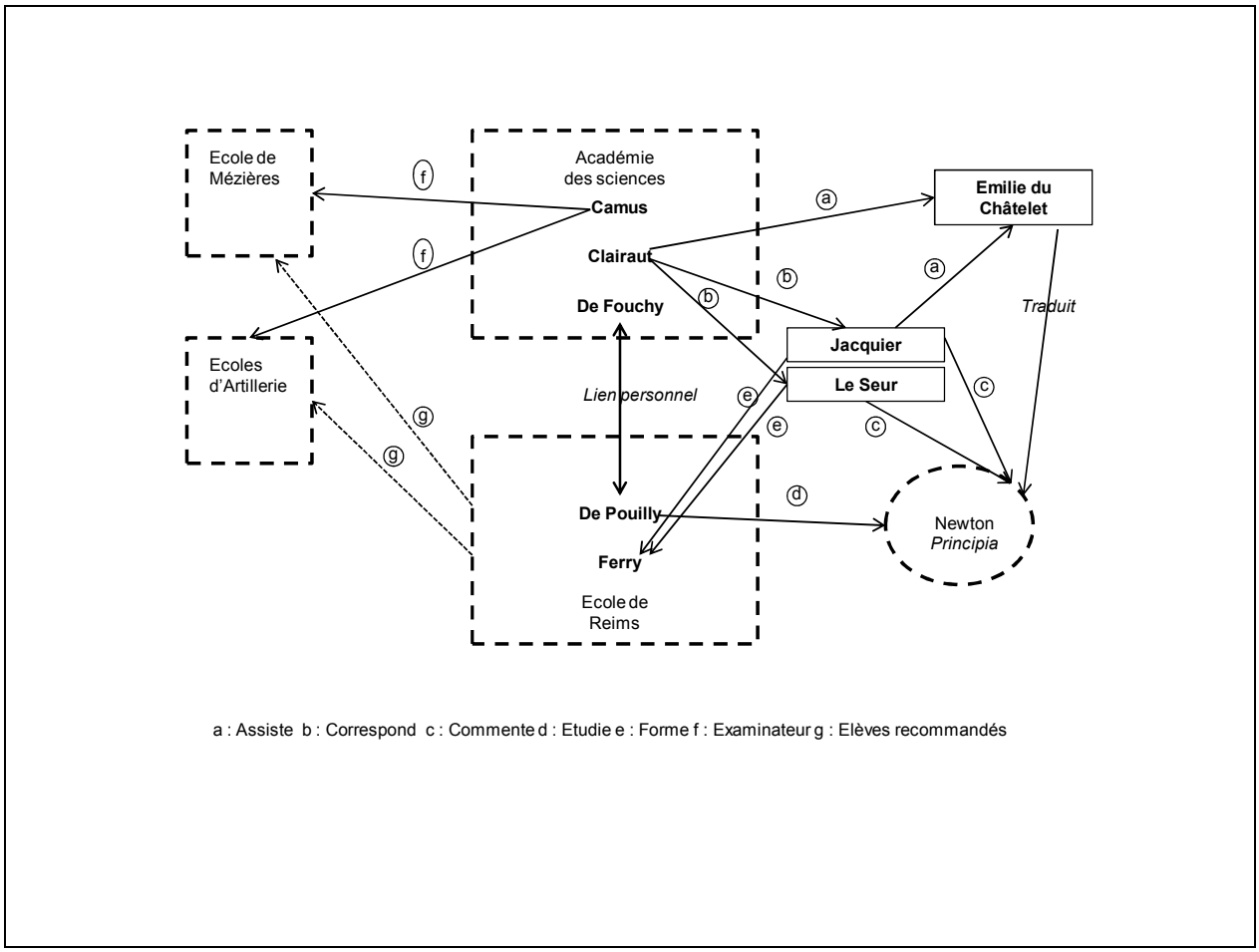


Figure 63 : Réseau des liens entre les acteurs de la fondation de l'école de Reims

Dans la mesure où les résistances à la physique newtonienne n'ont pas encore complètement disparu, y compris à l'Académie, il est compréhensible que s'installent des liens plus particuliers entre ces personnages qui sont très proches de l'œuvre de Newton. Ils ont tous participé de près à l'entreprise de compréhension et de traduction des *Principia* et cela a contribué certainement à renforcer ces liens.

5.1.3 Un accord négocié ou entériné ?

La lettre est lue à la séance du 14 novembre, il n'y a pas trace de délibération, Fouchy, secrétaire perpétuel, a certainement pesé pour donner une suite favorable et quatre commissaires sont désignés pour établir l'accord entre l'Académie et la ville, Mairan, Clairaut, Bouguer, et Fouchy. Nous y retrouvons naturellement Clairaut, Dortous de Mairan l'ancien secrétaire perpétuel, qui a peut-être connu Pouilly au cours du séjour de ce dernier à Paris dans les années 1710-1720. Bouguer est en 1747 sous-directeur de l'Académie avant

d'être directeur en 1748. Il s'agit bien d'académiciens de premier plan. De son côté la ville de Reims désigne un représentant plénipotentiaire M. Roland de Challerange, conseiller au Parlement de Paris qui a donc l'avantage d'être sur place et lui donne ses instructions dans une lettre datée du 15 septembre 1747[31], ce qui indique que la négociation est déjà en cours avant même l'officialisation en séance du 22 novembre. Les instructions ne concernent pas les aspects pédagogiques, le programme, l'organisation mais les modalités de désignation des enseignants et elles sont accompagnées de rappels financiers. Le texte du traité[32] passé entre la ville et l'Académie reprend les diverses préconisations pratiques suggérées par Pouilly. Les intentions, les motivations, les objectifs de ces écoles tels qu'ils sont décrits dans les lettres de Pouilly du 15 juillet et du 14 novembre ne sont plus explicités. Les seules dispositions fixées concernent la nomination de l'enseignant et ses obligations en matière de contrôle par l'Académie. Il apparaît que ce que souhaitait Pouilly a été repris sans modification. Le projet est lu en séance de l'Académie le 7 février 1748[33], le traité est signé le 2 avril 1748 (il est recopié dans les registres à la date du 22 novembre 1747 comme joint à la demande). La nomination officielle[34] du P. Fery suit immédiatement après. Enfin dans une lettre adressée par Pouilly à Fouchy, une mention très personnelle, relative à l'accouchement de l'épouse de de Fouchy, renforce la conviction d'une relation plus intime entre ces deux hommes :

> *Je vous suis sensiblement obligé d'avoir bien voulu terminer notre affaire.*
> *J'ai pris toute la part possible à l'heureux accouchement de Madame de Fouchy. Il est du bien du genre humain que les honnêtes gens se perpétuent. Il semble même que ce devrait être les seuls.*
> *Le Conseil de cette ville aurait été extrêmement flatté qu'aux témoignages de bonté dont l'Académie l'a honoré, elle eut ajouté celui de lui récrire.*

[31] Lettre du Conseil de ville de Reims à M. de Challerange datée du 15 septembre 1747 (AADS, PS novembre 1747), le destinataire n'est pas explicitement nommé mais le contenu le désigne sans ambiguïté. On trouve peu de renseignements sur le personnage. Il fait partie des membres fondateurs (en 1761) de la société d'agriculture de la généralité de Paris (Léonce de Lavergne, « La société d'agriculture de Paris, son histoire, ses travaux » dans *Revue des deux mondes* 2e période, tome 21, 1859, pp. 573-603).

[32] Accord entre l'Académie et la ville de Reims (AADS, R 22 novembre 1747 et PS novembre 1747). Le texte complet est en annexe 14.

[33] AADS, R 7 février 1748.

[34] Lettre de nomination du Père Ferry (brouillon) (AADS, PS avril 1748).

Faites-moi la grâce du moins de vouloir bien faire en sorte que l'Académie honore le P. Fery d'une réponse qui puisse se faire imprimer avec nos prospectus afin de faire connaître aux étrangers le mérite de nos écoles[35].

5.1.4 Un conflit puis des nominations successives

En parallèle avec les négociations entre la ville et l'Académie, le Conseil de ville signe un accord[36] avec Fery, un « contrat de travail », qui fixe ses obligations, reprend les dispositions arrêtées avec l'Académie, fixe des dates plus précises pour les ouvertures respectives des deux écoles. Le texte conservé aux archives municipales de Reims est raturé, de la main de Pouilly, en particulier la charge de la surveillance de l'installation hydraulique de la ville est supprimée et des crédits supplémentaires sont consentis à Fery pour l'achat de livres. Le premier paragraphe de l'accord fixe bien un objectif d'enseignement technique orienté vers les besoins de la ville de Reims :

Le Révérend Père Fery ouvrira le 3 novembre 1748 une école de mathématiques pratiques dont l'objet sera l'instruction de toutes les différentes sortes d'artistes, il y sera enseigné successivement les éléments de l'arithmétique, de la géométrie élémentaire, de la géométrie pratique, de la mécanique, de l'hydrostatique, de l'hydraulique, de l'optique, la dioptrique et la perspective, la gnomonique, la pyrotechnie, l'architecture civile et militaire, on s'attachera d'une façon particulière et comme à l'objet principal, à l'explication des principes et à la démonstration des machines qui peuvent être de quelque utilité aux arts et manufactures cultivées dans ce pays [37].

Comme responsable de l'adduction d'eau de la ville de Reims, Fery était l'objet de la reconnaissance de ses habitants, une épitre « *Au révérend Père Fery, minime, sur le succès de son entreprise pour les fontaines »*[38] signée De Saux, imprimée en 1747 la manifeste de façon dithyrambique tout en laissant entendre qu'il y a eu des envieux :

Hélas ! Qui le croirait qu'un bien si nécessaire
Pût jamais émouvoir le fiel des envieux (...)
Contre l'entrepreneur par cents traits odieux
Font éclater leur jalousie amère[39].

---

[35] Lettre de Pouilly à Fouchy, 4 mai 1748 (mention d'une réponse le 24 juin), (AADS, PS mai 1748). La datation de cette lettre pourrait faire penser que la nomination, pourtant datée du 8 avril, n'a pas été reçue par Pouilly, négligence de l'Académie ? Anti datage ? Nous ne nous prononçons pas.

[36] Traité entre la ville de Reims et le Père Fery, 8 juillet 1747, AMR, FAC 693 L20.

[37] *op. cit.*

[38] Opuscule de 10 pages imprimées, imprimées à Reims chez Bergeat, le 8 août 1747.

[39] *op. cit.,* p. 8.

Après le début « idyllique » de la collaboration entre Fery, le Conseil de ville et l'Académie, une rupture brutale se fait. A la fin de 1749, le Conseil de la ville de Reims demande à l'Académie de procéder à la nomination d'un nouveau professeur, suite à la démission de Fery[40]. Fery envoie une lettre de justification à Fouchy[41] pour se plaindre, arguant qu'il n'a pas démissionné mais qu'il a été renvoyé, au mépris de l'accord entre la ville et l'Académie. Il joint un mémoire imprimé sur l'adduction d'eau de la ville d'Amiens.[42] Dans ce texte se trouve l'étincelle qui a fait éclater le conflit, sans que nous puissions être certains que des causes plus profondes, comme l'existence de ces « envieux » mentionnés dans l'épitre citée ci-dessus, n'étaient pas à l'œuvre pour expliquer une rupture aussi soudaine. Fery, en effet, y dénonce l'ingratitude de la ville de Reims (qu'il ne nomme pas) :

> *(...) bien différents de certains peuples misanthropes qui répandent le fiel de leur ingratitude à la vue même des bienfaits dont on les comble et qui semblent ne connaitre la reconnaissance par le nom, que pour en avoir les sentiments en honneur*[43].

De son côté Pouilly s'explique par une lettre détaillée à Fouchy[44] et la nomination officielle, par les mêmes commissaires, de son successeur Louis Nicollic, se fait immédiatement. Cette fois l'Académie choisit elle-même le professeur et il n'y a pas trace d'une quelconque proposition du Conseil de ville. Qui plus est, elle choisit Louis Nicollic, un académicien modeste certes, puisqu'il n'est qu'adjoint astronome mais suffisamment reconnu pour qu'il bénéficie de gratification[45]. Nicollic meurt soudainement le 4 mars 1751, il est ensuite remplacé par l'abbé Jurain, immédiatement nommé correspondant de Camus, manière de montrer la persistance du lien entre l'Académie et l'école. La dernière nomination identifiée est celle de Lallemant (accord du 10 octobre 1763)[46] et on suit l'existence de l'école jusqu'en 1784[47]. Il n'entre pas dans notre propos de faire l'histoire détaillée de l'école et de

[40] Lettre du Conseil de la ville de Reims à l'Académie (15 novembre 1749) (AADS, PS décembre 1749)

[41] Lettre de Fery à Fouchy (30 novembre 1749) (AADS, PS décembre 1749)

[42] Mémoire sur l'établissement des fontaines publiques dans la ville d'Amiens par le Père Fery (1749) (AADS, PS décembre 1749). Ce mémoire mériterait à lui seul une analyse détaillée de la manière d'élaborer un projet technique au XVIIIe siècle.

[43] *op. cit.*, p. 14.

[44] Lettre de Pouilly à Fouchy (3 décembre 1749) (AADS, PS décembre 1749).

[45] AADS, PS 1750, état des comptes.

[46] Accord avec le Conseil (AMR, FAC 693 L20).

[47] Registre des élèves courant jusqu'en 1780 (AMR, FAR 793), avis d'exercices publics en 1784 (AMR FAC 693 L20).

son fonctionnement dans la seconde moitié du XVIIIe siècle mais ce rappel du contexte de la fondation et des quelques années des commencements de l'école montre bien la particularité du lien qui est créé entre celle-ci et l'Académie. Ce lien tient beaucoup à des relations personnelles mais cela n'eût pas suffit, s'il n'y avait pas eu une vision partagée de ce que devait être l'enseignement que les élites académiques, d'une part et les magistrats éclairés d'autre part, jugeaient nécessaire de dispenser aux « artistes », aux techniciens.

5.1.5 Une certaine idée du progrès « économique »

Les textes « fondateurs », initiaux, intermédiaires ou finaux mentionnent toujours deux écoles respectivement nommées de « Mathématiques pratiques » et de « Mathématiques théoriques ». En fait seule la première a réellement vu le jour, le public et la finalité de la seconde sont seulement évoqués et seul le programme de la première nous est connu avec quelques détails. Dans l'accord entre la ville et Fery cette seconde école était davantage vue comme complémentaire à la première, seuls deux jours par semaine de cours étaient prévus et l'articulation des horaires entre les deux écoles n'avait pas été réellement organisée, puisque, en prenant à la lettre cet accord, Fery faisait cours en même temps dans les deux écoles.

Le public visé par la première école et les finalités de l'enseignement forment une partie importante des deux lettres de Pouilly et de son discours du 6 mars 1748, avant même l'achèvement des négociations de l'accord avec l'Académie. Le discours s'adresse au corps de ville puisqu'il est prononcé à l'occasion du renouvellement des officiers de la ville. Il est donc prononcé devant le Conseil (les signataires de la lettre officielle et du traité) et une assemblée élargie des notables. Les deux lettres s'adressent à l'Académie, le ton est plus mesuré que dans le discours où se manifeste l'idéologie du magistrat éclairé, soucieux du bien de sa communauté, cherchant à convaincre des bienfaits de l'enseignement et, soulignons le, d'un enseignement très nouveau dans une ville qui a une université dont le moins que l'on puisse dire est qu'elle n'a pas laissé un souvenir brillant[48].

Quand il s'adresse à l'Académie pour définir les raisons de la création de cette école point n'est besoin d'en souligner l'intérêt. Il s'agit en précisant le public visé de justifier le

[48] La faculté de droit a une solide réputation de vénalité, Brissot prétend y avoir acheté ses titres, un nombre remarquable de révolutionnaires y a fait ses études (Danton, Pétion, Couthon, Saint-Just en partie, Prieur et Thuriot en entier), cf. A. Burguière, « Société et culture à Reims à la fin du XVIIIe siècle : la diffusion des « Lumières » » analysée à travers les cahiers de doléances » dans *Annales ESC,* 22e année, n° 2, 1967, pp .303-339.

programme et les méthodes qui seront ensuite proposés. Ce public ce sont les « artistes », ceux qui se consacrent aux arts, ceux qui donc sont dans le monde des techniques :

> *(...) une école des arts où différents professeurs enseigneront tous les principes qui peuvent éclairer toutes les différentes sortes d'artistes (...) les leçons auront pour objet tout ce qui peut être d'une utilité immédiate aux différents artistes.*
> *(...) école qui serait suffisante pour la plupart des artistes ne le serait pas pour les arts où l'on ne peut faire aucune recherche profonde et difficile sans les secours de l'analyse et de la théorie des mouvements*[49].

Le public visé pour la seconde école transparaît dans le second alinéa, On saisit l'importance de l'enseignement de la mécanique et de l'analyse newtonienne pour les arts où des « recherches profondes et difficiles » peuvent être entreprises. La mécanique newtonienne en établissant les relations mathématiques existant entre forces et mouvements fournit le cadre conceptuel indispensable à la mise en ordre des concepts de force, de vitesse, d'accélération et ouvre la voie à la mécanique rationnelle.

La volonté de placer l'école sous le patronage et le contrôle de l'Académie marque la place éminente de celle-ci aux yeux de la société éclairée de Reims et le Conseil de ville cherche bien à lui procurer une distinction destinée à créer une dynamique de succès. Dans une société fortement marquée par une culture juridique, on reconnait à l'Académie une position de cour suprême en matière de sciences et de techniques et, à n'en point douter, cette sorte de compliment a du satisfaire la volonté[50] de l'Académie de « conduire les arts » en en recherchant les « principes » :

> *(...) l'Académie voulût bien les recevoir sous ses lois. Elle est comme une sorte de cour supérieure de qui devraient relever tous les établissements qui ont pour objet le progrès des sciences et des arts*[51].

Dans la lettre officielle, celle qui est signée par tous les membres du Conseil, la finalité est répétée, accompagnée de quelques dispositions pratiques sur l'installation et le recrutement. Il rappelle, en enjolivant un peu la réalité, que Colbert, rémois, est à l'origine de l'Académie :

> *(...) contribuer autant qu'il est en nous au progrès des Arts, des Manufactures et des Sciences. Nous prenons des mesures pour établir dans les salles de l'Hôtel de ville des écoles publiques où l'on éclairera toutes les différentes sortes d'Artistes sur ce qui pourra*

[49] Lettre du 14 juillet 1747 de Pouilly à Fouchy (AADS, PS juillet 1747).

[50] Et peut-être aussi son « *ego* ».

[51] *op. cit.*

les mettre à portée d'atteindre à la perfection. (...) proposera principalement l'instruction de ceux qui se destinent aux Arts : on y expliquera tout ce qui aura rapport à la pratique et sera d'une utilité immédiate.
(...) Votre corps doit sa naissance, M^rs^, à un de nos compatriote et vous ne pouvez que mieux marquer votre reconnaissance à cet illustre bienfaiteur des Sciences et des Beaux-arts
(...) Il y aura, à la vérité, des places d'écoliers gratuites pour ceux dont la pauvreté et les talents seront suffisamment constatés mais chaque autre écolier payera à des professeurs un tribut modique[52].

Lorsqu'il s'adresse à ses concitoyens, Pouilly se doit, de plus, de rassembler des arguments pour convaincre le Conseil et les notables de l'intérêt de la dépense que représente la création des écoles. Le discours est naturellement déclamatoire, dithyrambique, il s'agit de vanter les mérites de cette école, de la rattacher à des patronages illustres :

(...) Ne croyons pas, Messieurs que la fortune soit la seule dispensatrice des richesses, l'industrie partage cet honneur avec elle. (...), pour éclairer l'industrie, les Mathématiques et l'art du dessein sont les deux flambeaux qu'il faut allumer
[Colbert] n'a point vu de moyen plus sûr pour y réussir que d'y faire fleurir les Arts, les Manufactures et les Sciences.
(...) De tous les Ouvriers qui travaillent sur le bois, sur la pierre, sur le gazon, sur les métaux, en sera-t-il aucun qui joignant à d'heureuses dispositions une théorie savante, ne rendra ses travaux plus utiles à la société et ne s'ouvrira un chemin plus facile à la fortune.
(...) que nous osons vous promettre un établissement capable de faire fleurir parmi vous les Arts, les Manufactures et les Sciences et pour garants de cette promesse, nous vous présentons ce Corps illustre, la demeure éternelle des Génies qui ont animé les Lhopitals, les Leibnits et les Newtons[53].

Pouilly souligne l'intérêt économique de cette fondation et il opère la distinction économique entre richesse et enrichissement, distinction formalisée par Cantillon[54]. Si l'enrichissement résulte de l'industrie, mot qu'il faut comprendre comme l'activité économique productive en général dans le contexte de ce discours, l'enjeu de l'école est d'éclairer l'industrie. Au-delà du lieu commun du temps sur la dénonciation de l'ignorance des artistes – entendons techniciens – qu'il faut éclairer, il rejoint la pensée technique de l'Académie en établissant la primauté de la rationalité qui doit conduire les techniques, les

[52] Lettre du Conseil de la ville de Reims à l'Académie (AADS, R 22 novembre 1747).

[53] Discours (imprimé) de Pouilly sur la fondation de l'école de Reims (AADS, Pochette de séance avril 1748). Le marquis de l'Hôpital, académicien de 1699 à 1704, mathématicien connu (Formule de l'Hôpital en calcul différentiel), un des premiers à diffuser le calcul différentiel de Newton (*Analyse des infiniment petits).*

[54] En 1748 Pouilly ne peut connaître l'*Essai sur la nature du commerce* de Cantillon, certes déjà écrit mais publié seulement en 1755, il peut l'avoir fréquenté dans sa période parisienne.

mathématiques étant le vecteur par excellence de cette rationalité, le dessin étant également un vecteur de rationalité indispensable. Dans cette pensée, se dévoile la conviction que la transmission du savoir sur les techniques peut passer par d'autres voies que les supports traditionnels que sont l'oralité, l'apprentissage, la familiarisation progressive avec les objets techniques qui participent à la production de biens. L'entreprise de fondation d'une école « technique » manifeste la possibilité d'un enseignement livresque, en chambre, même si comme nous le verrons dans le programme prévu, la pratique n'est pas oubliée et tient une place significative. Nous pouvons sourire à la lecture de ce discours rempli d'envolées lyriques, il proclame néanmoins une conviction profonde dans la possibilité du progrès de ces techniques qui naît de sa rationalisation et qui peut se propager par la diffusion de cette rationalisation. Nous ne sommes pas éloignés de ce qu'énonce Réaumur[55] quand il souligne qu'il veut d'abord donner les principes d'un art avant sa description, Pouilly proclame :

> *Ici une main guidée par la Géométrie trace quelques lignes et des masses énormes de pierre sembleront suspendues dans les airs.*
> *Là des roues, des vis, des manivelles mises en œuvre par la mécanique ou par l'hydraulique exécutent sans peine ce qui aurait été impossible à tous les efforts de mille bras réunis.*
> *Ailleurs des Artisans grossiers font un tableau charmant d'un tissu de laine ou de soie, instruments aveugles de l'intelligence cachée du Machiniste et du Dessinateur*[56].

Pour renforcer la promotion de l'école, dès le remplacement de Fery, des exercices publics de mathématiques et de mécanique présentés par les meilleurs élèves sont organisés à l'hôtel de ville de Reims et la première séance de rentrée de l'école est publique, à l'imitation des séances publiques de l'Académie. Au-delà de ces raisons sociales, en examinant ensuite les caractéristiques de l'enseignement que les fondateurs se proposent de donner, nous y retrouvons la pensée d'une élite sur le monde de la technique, ses acteurs et les savoirs qu'il semble alors indispensable de leur faire acquérir.

5.2 UNE NOUVELLE APPROCHE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

5.2.1 Un enseignement volontairement novateur

Comme il l'indiquait dans sa correspondance personnelle avec Fouchy, Pouilly a fait imprimer un prospectus vantant les mérites de l'école. Nous n'avons pas retrouvé ce

[55] Cf. chapitre 3

[56] *op. cit.* Pouilly, bien que n'étant ni savant reconnu ni ingénieur, utilise une expression très juste pour désigner un caractère essentiel du machinisme, « *intelligence cachée* ». Nous y reviendrons au chapitre 6.

prospectus pour l'année 1748 mais nous disposons du prospectus[57] de son successeur Nicollic, mort en 1751. Ce prospectus est immédiatement repris par l'abbé Jurain après sa désignation. Compte tenu de la rapidité de ces successions nous pouvons supposer que ce prospectus de Nicollic reprenait celui préparé par Pouilly et Fery. Il comporte une introduction assez longue destiné à bien faire comprendre que cette école se distingue de l'Université, sans le dire, en critiquant fortement la philosophie scolastique :

> *Aujourd'hui que nous avons le bonheur de vivre dans un siècle éclairé où la philosophie semble être parvenue à sa perfection, qui ne croirait que les formes substantielles, les qualités occultes, les termes qui ne signifient rien ou qui ne présentent que des idées vagues ne fussent absolument bannis des Ecoles. Cependant, tant il est vrai qu'un abus invétéré ne peut se déraciner qu'avec une difficulté extrême ; la forme barbare des scolastiques subsiste encore et n'a pu être dissipée par cette politesse qui caractérise l'âge où nous vivons, ni même par les Descartes, les Malebranche, les Newton, les Locke*[58] *qui tous nous ont laissé une méthode bien plus facile pour parvenir à la découverte de la vérité*[59].

Cette critique vise à justifier l'introduction de trois semaines préliminaires de cours de logique :

> *(...) une logique parfaite, courte et exempte de toutes les difficultés que renferme celle d'Aristote, une logique qui n'est autre chose que celle qu'emploient les géomètres dans leurs spéculations les plus abstraites*[60].

Fery n'évoquait pas ces trois semaines préliminaires destinées, pour le dire brutalement, à désintoxiquer les élèves de la formation scolastique qu'ils auraient pu recevoir et qui aurait pu les empêcher d'accéder à un enseignement scientifique, au sens de la science moderne. Le prospectus donne les principes généraux de l'enseignement, calendrier, organisation, programme général. Chaque leçon journalière dure trois heures, cinq jours par semaines pendant dix mois, de la Toussaint à la fin août. Elle est partagée en deux parties, la première consacrée aux Mathématiques proprement dites, la seconde :

> *(...) à enseigner, pendant les trois premières semaines environ, la logique dont nous venons de parler plus haut, après quoi nous passerons immédiatement à des leçons de physique tant théorique qu'expérimentale et nous aurons le soin de les proportionner aux*

[57] AMR, FAC 963 L20.

[58] Orthographié « Lok » dans le texte.

[59] *op. cit.*

[60] *op. cit.*

progrès qu'auront fait nos disciples dans les mathématiques, de sorte qu'elles ne supposeront d'autres connaissances que celles que nous auront données précédemment[61].

Nous avons la chance de disposer du programme relativement détaillé que Fery se propose de suivre pour l'école de mathématiques pratique. Une version manuscrite, celle qu'il soumet à l'Académie pour approbation et une version imprimée qu'il publie comme complément au prospectus de l'école[62]. Les deux versions du programme détaillé sont presque identiques, la version imprimée est précédée d'une introduction, que l'on n'ose appeler publicitaire, destinée à vanter les mérites de ce nouvel enseignement. L'objectif proclamé par Pouilly est répété, ce qui est visé est de mener les arts et les manufactures à leur « perfection »[63]. L'accord passé avec l'Académie garantit la pérennité de l'institution. La position éminente de celle-ci, tant dans le domaine des arts que celui des sciences garantit, selon Fery, la qualité de l'enseignement et l'approbation de la méthode et du programme sont mis en avant pour entrainer le succès de l'école auprès du public.

Le programme apparaît très vaste, recouvrant tous les domaines techniques, il se fonde sur des ouvrages, d'une part destinés aux élèves, d'autre part sur des ouvrages plus spécialisés à l'usage du professeur. L'analyse de ce programme nous fait entrevoir ce que l'Académie considère comme le corpus de connaissances nécessaire pour pratiquer une technique savante et par son approbation elle apporte son soutien et sa caution scientifique à l'entreprise :

J'ai reçu le mémoire que vous m'avez adressé dans lequel vous exposez à l'Académie le plan que vous vous proposez de suivre dans les leçons de votre prochain cours ; elle l'a fait examiner avec soin et sur le rapport qui lui en a été fait elle m'a chargé de vous marquer qu'elle en avait été satisfaite. Vous avez fait des choix judicieux des matières et des auteurs et l'Académie est persuadée que les changements et les additions que la constitution de votre école vous obligera de faire aux ouvrages que vous indiquez ne pourront être que très bien assortis[64].

---

[61] *op. cit.* Fery pointe une difficulté récurrente de l'enseignement de la physique qui est de disposer sans cesse de la formation mathématique adéquate.

[62] On trouvera en annexe 15 le texte de ce programme présenté à partir de la version soumise à l'Académie avec les variantes du texte imprimé (Plan du cours présenté par le Père Fery (version manuscrite : AADS, PS avril 1748, version imprimée AMR, FAC 692 L 19).

[63] Comme Parent voulait mener les machines à leur plus grande perfection.

[64] AADS, PS avril 1748, brouillon non daté de la réponse de l'Académie au plan de Fery.

L'approbation[65] est renouvelée en 1751 pour le prospectus et le programme de Nicollic qui devient celui de Jurain son remplaçant désigné par l'Académie. L'approbation est consignée dans les registres et reprend l'organisation du cours et les grandes lignes du programme. Quelques évolutions, que nous qualifierons de mineures, peuvent se trouver entre les présentations générales de Fery, Nicollic et Jurain mais sur le fond l'enseignement est le même ; elles concernent surtout l'organisation pratique des cours, la durée et la répartition des matières. Ces évolutions sont le signe d'une adaptation aux possibilités et aux réalités locales comme la restructuration du cours ou sa répartition sur plusieurs années mais, encore une fois, sur le fond, il n'y a pas de variation du projet. Nous pouvons distinguer trois blocs d'enseignement, les mathématiques en premier lieu puis toutes les techniques relatives à la mécanique, à l'optique et à la construction, enfin un dernier bloc est consacré aux techniques militaires des armes savantes. Cette apparition de ces techniques militaire peut paraître surprenante pour une école qui est présentée aux notables locaux et au public, tant par Fery que par Pouilly, comme essentiellement destinée au :

(...) progrès des sciences et des arts et à la perfection des manufactures[66].

En fait nous verrons[67] qu'un double débouché s'ouvre aux élèves, les manufactures et les métiers locaux d'une part et les écoles militaires du Génie et de l'Artillerie d'autre part. Il est bien évident que ni Fery ni Pouilly ne pouvaient insister sur ce débouché devant un public invité à financer par les ressources locale des études dont les retombées, pour utiliser un terme contemporain, n'étaient pas immédiatement perceptibles pour la ville.

5.2.2 Une école de « Mathématiques pratiques »

Nous n'avons pas encore discuté le nom de cette école, dite de « Mathématiques pratiques », ce nom est en lui-même un résumé de l'esprit de cet enseignement qui, rappelons le, est destiné à des « artistes », des hommes de la technique si l'on ose dire de la technique pratique. Dans tous ces textes le mot « ingénieur » n'apparaît que dans son acception restreinte d'ingénieur militaire, chargé de la conduite des fortifications. Néanmoins la formation qui est envisagée est « mathématique » au point que ce mot résume tout le programme, toutes les matières sont englobées dans la science mathématique, tout est

[65] AMR, FAC 693 L 20, extrait imprimé du registre de séance du 10 février 1751.

[66] AMR, FAC 629 L19, plan imprimé du cours de Fery, p.2.

[67] Cf. paragraphe 5.5.

mathématique, y compris les sciences physiques au sens contemporain du mot, statique, mécanique physique, hydrostatique, optique etc. Le choix pédagogique est donc un choix « descendant », systématique, qui part des mathématiques pour aller à la pratique. Non que celle-ci soit négligée mais elle est vue comme l'aboutissement de l'étude théorique. Les mathématiques sont l'outil de compréhension de principes généraux de « physique » qui eux-mêmes sont destinés à être mis en pratique, les leçons théoriques seront ainsi « réduites en pratique » par la médiation de « travaux pratiques » et de l'enseignement du dessin qui est dispensé dans une autre école. Ce programme de « mathématiques pratiques »[68] doit être mis en regard du discours de Fontenelle dans la préface de l'*Histoire du Renouvellement de l'Académie Royale des Sciences,* qu'il intitule *Préface sur l'utilité des mathématiques et de la physique.* Dans ce texte programmatique édité en 1708, Fontenelle définit les « mathématiques mixtes » qui recouvrent ce que nous appelons aujourd'hui la physique, en mettant en évidence la démarche intellectuelle de « mathématisation » des phénomènes et l'établissement de lois quantitatives reliant les grandeurs physiques entre elles :

> *La géométrie et surtout l'algèbre sont la clé de toutes les recherches que l'on peut faire sur la grandeur. Ces sciences qui ne s'occupent que de rapports abstraits et d'idées simples peuvent paraitre infructueuses tant qu'elles ne sortent pas, pour ainsi dire, du monde intellectuel, mais les mathématiques mixtes, qui descendent à la matière et qui considèrent les mouvements des astres, l'augmentation des forces mouvantes, les différentes routes que prennent les rayons de lumière dans différents milieux (...)*[69].

Mathématiques mixtes, mathématiques pratiques, recouvrent bien le même concept. Si l'on en doutait il suffit de considérer les manuels que prévoit Fery pour ses élèves comme « support de cours » pourrions nous dire. Ces ouvrages se placent complètement dans cette perspective des « mathématiques pratiques ». Dans la dernière partie de cette lettre adressée à l'Académie il précise :

---

[68] Toutes les citations des paragraphes traitant du programme d'enseignement, sauf mention contraire, sont issues du plan du cours présenté par le Père Fery (version manuscrite : AADS, PS avril 1748), Ce texte est complété par la version imprimée du programme qui ne le modifie que marginalement (AMR, FAC 692 L 19).Le texte complet est en annexe 15.

[69] Fontenelle, préface de l'*Histoire du Renouvellement de l'A cadémie Royale des Sciences,* (la préface n'est pas paginée, le texte est aux pages 18-19 de la version électronique disponible sur gallica).

Nous leur donnerons, si vous l'agréez Messieurs, l'abrégé du cours de Mr. Wolf[70]*, imprimé en français chez Jombert en 1747 et la géométrie de monsieur Clairaut. Ces deux ouvrages nous tiendront lieu d'un cours général et nous dicterons les additions nécessaires.*

Les trois volumes du cours de Christian Wolff sont l'exacte mise en œuvre du concept de « mathématiques mixtes » ou « pratiques ». Fery les reprend pour organiser son programme, comme nous allons le voir dans la comparaison des deux programmes. Il n'est pas indifférent de retrouver ici Wolff qui, dans son entreprise de construction systématique des connaissances, utilise le mot de « technologie ». Fery le mentionne comme l'abrégé du cours paru en allemand en 1710, il est « augmenté » et commenté par d'assez nombreuses remarques du traducteur anonyme. Il se présente effectivement comme un abrégé, les démonstrations ne sont pas souvent poussées très loin mais c'est un manuel de référence[71] pour un « artiste ». Fery, Clairaut, Wolff se retrouvent dans la volonté de construire un enseignement structuré des techniques, comme penseurs du progrès techniquen, il est indispensables pensent-ils de passer par une mathématisation de celles-ci.

Le texte soumis par le Père Fery à l'Académie est structuré en paragraphes avec un titre, chacun traitant d'une matière, presque complètement dans le même ordre que celui utilisé par Wolff. Le tableau suivant met en regard le plan de Fery et le plan du cours de Wolff :

Cours Fery (Source version manuscrite : AADS, PS avril 1748, version imprimée AMR, FAC 692 L 19)	**Cours Wolff** (Source citée : note 66)
Arithmétique et Algèbre	Arithmétique, Algèbre (Tome 1, p.1-79 et 80-139)
Analyse	*Non traité*
Géométrie	Géométrie (Tome 1, 140-252)

[70] Chrétien Wolf (francisation de Christian Wolff, associé étranger de l'Académie depuis 1733), *Cours de Mathématiques qui contient toutes les parties de cette science mises à la portée des commençants*, 3 volumes, Jombert, Paris 1747. La traduction est dite « augmentée considérablement » par le traducteur, un bénédictin anonyme. Le titre de l'original est : *Der Anfangs-Gründe aller mathematischen Wissenschaften* (Halle, 1710).

[71] *Mutatis mutandis* il a une parenté avec des ouvrages techniques d'origine anglo-saxonne du genre : *Reference data for radio engineers*, que nous avons personnellement pu utiliser dans un autre cadre. Les auteurs d'ouvrages techniques français contemporains sont peu friands de ce genre de compilations de règles et de tableaux numériques dépourvues de démonstrations.

Cours Fery (Source version manuscrite : AADS, PS avril 1748, version imprimée AMR, FAC 692 L 19)	**Cours Wolff** (Source citée : note 66)
Leçons de Géométrie mises en pratique	*Non traité*
Trigonométrie	Trigonométrie rectiligne (Tome 1, p.253-274)
Nivellement	*Non traité*
Statique et mécanique	Mécanique (Tome 1, p. 275-328)
Théorie des roues dentées	*Non traité*
Hydrostatique	Hydrostatique (Tome 1, p.329-348)
Aérométrie	Aérométrie (Tome 1, p.349-367)
Hydraulique	Hydraulique (Tome 1, p.368-387)
Optique et perspective	Optique (Tome 2, p. p.1-26) Perspective (Tome 2, p.83-114)
Catoptrique	Catoptrique (Tome 2, p.27-47)
Dioptrique	Dioptrique (Tome 2, p.48-82)
Non traité	Géographie (Tome 2, p.115-150)
Non traité	Chronologie (manières de mesurer le temps, Tome 2, p.151-184)
Gnomonique	Gnomonique (Tome 2, p.185-206)
Non traité	Astronomie (Tome 2, p.207-323)
Non traité	Navigation (Tome 2, p.324-357)
Architecture civile	Architecture (Tome 3, p.211-326)
Science du trait sur la pierre (stéréotomie)	*Non traité*
Poussée des voutes	*Non traité*
Art des traits pour la menuiserie et la charpenterie	*Non traité*
Echafaudage	*Non traité*
Architecture militaire	Eléments de fortifications (Tome 3, p.1-61)
Attaque et défense des places	Attaque et défense des places (Tome 3, p.62-102)
Pyrotechnie	Pyrotechnie ((Tome 3, p.103-210)

5.2.3 Un niveau élevé en mathématiques

Pour les mathématiques, Fery fait référence, en plus du cours de Wolff au cours de géométrie de Clairaut, le cours d'algèbre de celui-ci ne paraissant qu'en 1749 il ne pouvait le

citer. Les chapitres concernant l'arithmétique et l'algèbre, ce par quoi Fery commence son cours, dans le tome 1 de Wolff amènent les élèves à la maîtrise des quatre opérations, des opérations sur les fractions, aux carrés et aux cubes des nombres, à l'extraction des racines carrées et cubiques, aux proportions et règle de trois. Il ajoute naturellement à ces opérations arithmétiques de base une remarque importante sur la manipulation des opérations dans le « système » d'unité d'avant le système métrique décimal[72], additions de sommes monétaires, en livres sols, deniers ou de longueurs, en pieds, pouces, lignes. Le cours de mathématiques de Camus consacre un chapitre aux calculs sur les « nombres complexes » qu'il ne faut pas confondre avec ce que l'appelait les « nombres imaginaires », ici les complexes sont ces nombres donnant des mesures de grandeurs dans des systèmes non décimaux. L'algèbre de Wolff est limitée à la résolution des équations du premier degré, le deuxième degré n'est pas abordé de façon générale, seules des solutions par approximation sont proposées. L'écart avec le cours de Clairaut est ici très significatif, celui-ci aborde le troisième et le quatrième degré, utilise les racines imaginaires, un cours très proche d'un cours actuel d'algèbre. Il n'y a pas d'analyse dans le cours de Wolf, ce qui est cohérent avec la date de parution en allemand (1709). Quarante ans après, Fery ne peut la passer sous silence mais il se limite à des exemples sur lesquels il ne donne que peu de détails. L'analyse, le calcul différentiel et intégral, n'apparaissent donc pas. L'utilisation courante de ce calcul, les méthodes de raisonnement sur lequel il repose, sont trop récentes pour que Fery ne sente pas que les exemples d'applications pratiques seront plus difficiles à trouver et à exposer et qu'il sera nécessaire d'avoir des visées plus modestes. Il cite, dans le paragraphe concernant l'analyse, le cours de Clairaut sur l'algèbre qui, en fait, ne contient rien sur l'analyse mais c'est pour citer sa méthode :

> *Nous puiserons ces connaissances dans leur source même et, pour en faire mieux sentir et les principes et la justesse, nous suivrons dans nos explications le même ordre que les inventeurs ont pu suivre et qu'ils ont peut-être suivi dans la recherche de ces règles. Monsieur Clairaut nous a tracé la voie de cette méthode dans ses «Eléments d'Algèbre »,*

Fery, formé par Jacquier lui-même correspondant de Clairaut, déclare ensuite s'appuyer sur le cours de mathématiques de Clairaut pour la géométrie. On a pu dire de ce cours qu'il est « problématisé » en ce sens qu'il part de problèmes pratiques, comme des mesures sur le

[72] L'important est qu'il soit décimal, un système « toisique », utilisant la toise au lieu de la dix millionième partie du demi méridien terrestre aurait rendu les mêmes services.

terrain, pour avancer ensuite dans la construction mathématique[73]. Cette logique de construction du cours de mathématiques répond exactement à l'intention de Clairaut qui veut :

A la fois intéresser et éclairer les commençants[74].

à quoi fait écho le P. Fery :

Rien de plus propre pour former l'apprenti géomètre dans les opérations pratiques qu'une géométrie dont on a su trouver les fondements dans la pratique même.

Clairaut, académicien, n'est assurément pas un mathématicien de deuxième ordre qui ne serait capable que de publier un cours de « mathématiques appliquées », mais consciemment il adopte une démarche pédagogique pragmatique pour faciliter l'entrée du raisonnement mathématique dans le monde des arts et du Commerce. Le programme proprement mathématique de l'école contient donc à la fois des mathématiques construites et raisonnées et des applications pratiques, il se termine par des exercices sur le terrain avec utilisation des instruments de mesure :

Accoutumé à opérer spéculativement sur le papier, tout autre objet que ses figures lui devient étranger. Pour parer cet inconvénient nous consacrerons quelques jours dans la plus belle saison à lever par parties le plan de la ville et des dehors. (...) Nous les exercerons également à mesurer la hauteur des tours et des édifices accessibles ou inaccessibles, la profondeur des fossés, leur largeur, la distance d'un village à un autre, à faire des toisés et nos leçons en recevront un nouvel éclat et leur utilité frappera et animera l'industrie de nos disciples.

La même démarche se retrouve dans l'enchainement de l'enseignement de la trigonométrie et du nivellement, technique de mesure des niveaux d'un terrain, de mesure des pentes, technique indispensable à toute entreprise de distribution des eaux dont Fery est un expert :

L'art du Nivellement suivra immédiatement la science des triangles.

Il s'agit donc de donner aux élèves à la fois des savoirs mathématiques fondés sur un ouvrage « sérieux » et à la fois des outils et des méthodes pratiques[75].

---

[73] Evelyne Barbin, « Les éléments de géométrie de Clairaut : une géométrie problématisée » dans *Repères IREM,* n° 4, juillet 1991 (IREM : Institut de recherche sur l'enseignement des mathématiques, accessibles sur Internet). A la suite de ses *Eléments de géométrie* Clairaut a publié des *Eléments d'Algèbre.*

[74] Extrait des *Eléments de géométrie,* cité par E. Barbin (*op. cit.).*

[75] Y compris les algorithmes d'extraction des racines carrées, encore enseignés dans les années 1950, et même cubiques, oserais-je dire que j'ignorais qu'il en existât un.

Dans la partie Trigonométrie, limitée à la trigonométrie rectiligne ou plane par opposition à la trigonométrie sphérique nettement plus ardue, le niveau des connaissances est comparable mais Fery ne fait pas référence à l'utilisation des logarithmes pour le calcul numérique[76], ce que fait Wolff.

Rien n'indique le niveau initial des élèves visés par ce copieux programme de mathématiques et son auteur ne nous laisse aucune indication sur la place qu'il compte lui accorder au sein des deux ans de formation. Cette répartition sera le fait des successeurs immédiats de Fery, à partir de 1751. Bien que les grandes variations des programmes de mathématiques nous interdisent de fixer une classe de référence contemporaine, nous pouvons dire que le programme de Wolff en algèbre et trigonométrie correspond à peu près au niveau de la classe de troisième de la fin des années 1950 et celui de Clairaut au niveau des classes terminales scientifiques de ces mêmes années. Le cours de géométrie, tant celui de Wolff que celui de Clairaut est très orienté vers les mesures géométriques, proche de l'étymologie grecque du mot géométrie, mesure de la terre. Il s'agit de fournir aux élèves des méthodes rigoureuses de mesures des terrains, des surfaces, des volumes, rigoureuses parce que fondées sur des théorèmes de géométrie au sens contemporain, ces théorèmes étant démontrés ou parfois objet d'une « monstration » plus que d'une démonstration. Les connaissances que l'on souhaite voir acquérir aux élèves sont des connaissances de géométrie appliquées, illustrées par de nombreux exemples.

5.2.4 Une encyclopédie des techniques pour les « artistes »

Si nous reprenons le tableau précédent, pour les parties plus liées à la Physique, aux « mathématiques pratiques », nous pouvons constater plus encore la corrélation étroite entre le cours de Fery et celui de Wolff. Les titres se correspondent, avec des parties non traitées de part et d'autre. Nous constatons des limitations chez Fery, des abandons et des adjonctions qui vont tous dans le sens d'un enseignement plus orienté vers des pratiques technique mais aussi vers la formation des officiers des armes savantes. Si nous commençons par les abandons, c'est-à-dire des parties du cours de Wolff que Fery ne reprend pas, nous trouvons la géographie, la chronologie, l'astronomie et la navigation. Ces abandons se comprennent

[76] L'utilisation des tables de logarithmes permet de remplacer multiplication, division, extraction de racines, élévation à une puissance par des opérations d'addition ou de multiplication ou de division par un entier. Cette méthode, plus précise que la règle à calcul, a été la seule en usage pour les ingénieurs jusqu'à l'apparition des calculateurs électroniques et des calculettes.

d'eux-mêmes, géographie, navigation, astronomie ne font pas partie du bagage nécessaire à de futurs « techniciens » appelés à exercer des activités terrestres. La chronologie, ainsi nommée par le traducteur de Wolff expose tous les systèmes de mesure du temps, les calendriers, les divisons des années, plus proches de préoccupations d' « honnête homme » ou de savant que d'homme de la technique. Pour les autres disciplines nous pourrions dire que, initialement[77], l'école de Reims ne prépare pas aux carrières maritimes.

Les adjonctions sont toutes des adjonctions plus « pratiques », plus utilitaires, sans doute pouvons nous y discerner des échanges avec les promoteurs locaux de l'entreprise, soucieux d'enseigner à leurs artistes techniciens des connaissances plus proches des métiers. Ainsi le cours d'architecture, très orienté vers l'architecture en tant que telle, proche des beaux-arts avec les règles de constructions des ordres des colonnades, les dispositions des bâtiments, les règles de symétrie, se voit compléter de la stéréotomie, science de la taille des pierres, de considérations sur la poussée des voûtes, les charpentes et les échafaudages. Cette dernière adjonction est très certainement le résultat d'une demande locale. En effet elle n'apparaît pas dans le document manuscrit que Fery adresse pour approbation à l'Académie mais elle se trouve dans le programme imprimé faisant la promotion de l'école. Une remarque générale s'impose alors, à l'exception des métiers de maçons ou de charpentiers, les matières enseignées ne sont pas celles des techniques des métiers réglés, des « artisans » mais elles sont toutes justifiables d'un enseignement théorique suivi de travaux pratiques. Ces techniques recouvrent, et ce ne peut être une surprise, le champ des inventions examinées par l'Académie, de ses expertises, des mémoires techniques présentés en séances. Ce que veut enseigner Fery, ce qui est continué par ses successeurs, correspond à la pensée technique de l'Académie et le patronage, l'approbation, soutiennent la continuité du lien entre l'école et l'Académie fondée sur une communauté d'approche de la technique.

La comparaison des matières enseignées n'est pas abordable réellement terme à terme, d'un coté les objectifs du cours et des têtes de chapitre, de l'autre l'ouvrage de Wolff avec tous les développements. Néanmoins il est possible d'appréhender le programme de Fery en s'appuyant sur le cours de Wolff. La comparaison avec des niveaux actuels d'enseignement technique est beaucoup plus difficile, voire source de confusion, avec des techniques qui ne sont plus vivantes sous la même forme et donc pour lesquelles aucun enseignement de référence ne peut être invoqué sans risque d'erreur grave. Qui se soucie aujourd'hui, par

[77] Cet enseignement sera introduit par les successeurs de Fery.

exemple, de calculer une roue hydraulique à aubes ? Mais ces réserves étant faites une présentation de ce programme est envisageable. Nous avons vu que Fery faisait utiliser par ses élèves des manuels de cours, Clairaut et Wolff. Pour presque toutes les matières techniques, il cite des ouvrages plus spécialisés qui sont ses références pour délivrer ses enseignements qui se présentent comme une explication des manuels de cours, complétés des additions nécessaires qu'il puise dans ses ouvrages de référence. Ces ouvrages constituent comme un corpus de la littérature technique que Fery et au-delà l'Académie, considèrent comme l'essentiel des connaissances techniques indispensables. L'Académie a explicitement validé les choix de Fery pour ces ouvrages de référence. Le tableau suivant montre les correspondances entre les matières enseignées et les ouvrages cités.[78]

Matière du programme de Fery (Source version manuscrite : AADS, PS avril 1748, version imprimée AMR, FAC 692 L 19)	**Ouvrages de référence cités dans le programme** (Source version manuscrite : AADS, PS avril 1748, version imprimée AMR, FAC 692 L 19)
Statique et mécanique	Bélidor, *Architecture hydraulique*
Hydrostatique	Bélidor, *Architecture hydraulique*
Aérométrie	
Hydraulique	Mariotte, *Traité du mouvement des eaux* Pitot, (nombreux mémoires présenté et imprimés dans les *Histoires annuelles de l'Académie*) Guglielmini, *Aquarium fluentium mensura nova methodo inquisita,* Wolff (*op. cit.)* S'Gravesande, *Eléments de physique mathématique confirmés par les expériences ou Introduction à la philosophie de Newton, à l'usage des étudiants.* Bélidor (*op. cit.)* D'Argenville, *La théorie et la pratique du jardinage (...) et un traité d'hydraulique convenable aux jardins*
Optique et perspective	Père Niceron, *La perspective curieuse avec l'optique et la catoptrique du R.P Mersenne, mise en lumière après la mort de l'auteur* Père Maignan, *Perspectiva horaria*
Catoptrique	
Dioptrique	

[78] Les références bibliographiques complètes des livres techniques, au moins consultés, se trouvent dans la liste des sources imprimées sans que cela puisse signifier qu'ils ont tous été analysés en détail dans le cadre de cette recherche, les autres sont accessibles sur gallica ou Google books.

Matière du programme de Fery (Source version manuscrite : AADS, PS avril 1748, version imprimée AMR, FAC 692 L 19)	**Ouvrages de référence cités dans le programme** (Source version manuscrite : AADS, PS avril 1748, version imprimée AMR, FAC 692 L 19)
Gnomonique	Deparcieux *Nouveaux traités de trigonométrie rectiligne et sphérique avec un traité de gnomonique*
Architecture civile	Vitruve, *De architectura* Perrault, *Ordonnance des cinq espèces de colonnes (...)* et *Les dix livres d'architectures de Vitruve corrigés et traduits*. Bélidor *(op.cit)* et *La science des ingénieurs dans la conduite des travaux de fortification et d'architecture civile* Gauger, *La mécanique du feu (...) contenant le traité des nouvelles cheminées.*
Science du trait sur la pierre (stéréotomie)	De la Rue, *Traité de la coupe des pierres (...)* suivi de *Petit traité de stéréotomie.*
Poussée des voûtes	Frézier, *La théorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois pour la construction des voutes et autres parties des bâtiments civils et militaire ou traité de stéréotomie à l'usage de l'architecture*
Art des traits pour la menuiserie et la charpenterie	
Echafaudage	
Architecture militaire	Vauban, *De l'attaque et de la défense des places* et *L'ingénieur français,*
Attaque et défense des places	Deidier, *Le parfait ingénieur français* Leblond, *Eléments de fortification* et *Eléments de la guerre des sièges*
Pyrotechnie	De Vallière, *Traité de la défense des places par les contre-mines* Surirey de St Rémy, *Mémoires d'artillerie* Leblond, (*op. cit*) Frézier, *Traité des feux d'artifices*

Dans cette liste d'ouvrages de référence, prévue par Fery en accord avec l'Académie, nous pouvons remarquer que quelques uns d'entre eux ont fait l'objet d'approbations formelles ou indirectes, par la position de censeur du livre avant octroi du privilège d'impression. *L'architecture hydraulique* de Bélidor a été approuvée par les commissaires Nicole et Pitot[79]. Deparcieux a dédicacé son livre de trigonométrie à l'Académie et devient académicien en 1746, il est mandaté comme censeur pour le livre de Frezier sur la *Théorie et*

[79] AADS, R 30 avril 1737.

la pratique de la coupe des pierres, de même Varignon est censeur pour l'ouvrage de Gauger sur *La mécanique du feu,* Vallière est académicien et enfin l'académicien de Brémond est censeur pour le livre de Surirey de Saint Rémy sur l'artillerie.

Le libraire Jombert éditeur du cours de Wolff, « traduit et augmenté », est « Libraire du Roi pour l'Artillerie et le Génie », il se trouve qu'à la fin du tome 3 de l'ouvrage de Wolff, l'éditeur Jombert a placé une liste d'ouvrages « *qui se trouvent chez le même éditeur »*[80] et cette liste contient certains des ouvrages cités par Fery, choix, nous l'avons vu, qui est explicitement approuvé par l'Académie.

Le tableau de ces ouvrages traitant de la technique avec la mention de leur utilisation par Fery dans le plan de son cours, tant imprimé que manuscrit, nous donne un panorama plus large des ouvrages de références destinés à la formation des officiers de l'Artillerie et du Génie mais aussi des ouvrages à vocation plus « civile », ceux de Wolff, Bélidor par exemple ou encore un traité de Sébastien Le Clerc explicitement destiné aux praticiens de la technique : *Traité de géométrie théorique et pratique à l'usage des artistes.* Leur utilisation par Fery nous confirme bien qu'ils sont connus au-delà du cercle académique, par un homme qui, en plus de son activité « d'ingénieur », entreprend l'enseignement de ce qu'il considère comme indispensable à ceux qui se destinent aux « Arts et Manufactures » et cela en plein accord avec l'Académie. La liste détaillée des neuf pages est en annexe 13, elle contient pour plusieurs de ces livres un sous-titre indiquant le contenu, le nombre de volumes et le prix, ainsi le livre de mathématiques de Wolff en trois volumes est vendu 15 livres.

Liste des ouvrages techniques édités chez Jombert (Source : C. Wolff, *Cours de Mathématique,* Tome 3, 9 dernières pages, non paginées)	**Citation dans le plan du cours de Fery (titre des paragraphes où ils apparaissent)** (Source version manuscrite : AADS, PS avril 1748, version imprimée AMR, FAC 692 L 19)
Bélidor, *Nouveau cours de Mathématiques*	
Bélidor, *La science des ingénieurs dans la conduite des travaux de fortification et d'architecture civile*	
Bélidor, *Le bombardier français*	
Bélidor, *Architecture hydraulique*	Statique et mécanique, Hydraulique, Architecture civile
Abbé Deidier, *Arithmétique des géomètres*	
Abbé Deidier, *La science du géomètre*	

[80] Wolff, tome 3, 9 dernières pages, non paginées.

Liste des ouvrages techniques édités chez Jombert (Source : C. Wolff, *Cours de Mathématique,* Tome 3, 9 dernières pages, non paginées)	**Citation dans le plan du cours de Fery (titre des paragraphes où ils apparaissent)** (Source version manuscrite : AADS, PS avril 1748, version imprimée AMR, FAC 692 L 19)
Abbé Deidier, *La mesure des surfaces et des solides*	
Abbé Deidier, *Le calcul différentiel et intégral*	
Abbé Deidier, *Mécanique générale (...) qui renferme la statique, l'airométrie, l'hydrostatique et l'hydraulique*	
Abbé Deidier, *Le parfait ingénieur français ou la fortification suivant le système de M. Le Maréchal de Vauban*	Attaque et défense des places
Abbé Deidier, *Lettre de M. de Mairan à Madame la M.D.C. avec la dissertation de M. de Mairan sur l'estimation des forces motrices des corps et la réfutation des forces vives*[81].	
Abbé Deidier, *Eléments généraux des parties des mathématiques les plus nécessaires à l'Artillerie et au Génie*	
Abbé Deidier, *Traité de perspective théorique et pratique*	
Ozanam,[82] *Cours de mathématiques* et 16 ouvrages divers de mathématiques pures et appliquées	
Le Blond, *Abrégé de géométrie à l'usage des jeunes militaires*	
Le Blond, *L'arithmétique et la géométrie de l'officier*	
Le Blond, *Eléments de fortification*	Attaque et défense des places, Pyrotechnie
Le Blond, *Eléments de la guerre des sièges*	Attaque et défense des places, Pyrotechnie
Surirey de Saint Rémy, *Mémoires d'artillerie*	Pyrotechnie
Dulac, *Théorie nouvelle sur le mécanisme de l'artillerie*	
Bigot de Morogues, *Effets de l'application des forces centrales aux effets de la poudre à canon*	
Vauban, *De l'attaque et de la défense des places*	Architecture militaire,
Frezier, *Traité des feux d'artifices*	
Coëhorn, *Nouvelle manière de fortifier les places*	
Rozard, *Nouvelle fortification française*	
Vauban, *L'ingénieur français*	Architecture militaire
Goulon, Mémoires sur l'attaque et la défense d'une place	
***, *sentiment d'un homme de guerre sur le système du Chevalier de Folard*	
De Puységur, *Art de la guerre*	

[81] Madame la M.D.C. renvoie à l'évidence à Madame la marquise du Chatelet.

[82] Académicien de 1701à 1718, mathématicien.

Liste des ouvrages techniques édités chez Jombert (Source : C. Wolff, *Cours de Mathématique,* Tome 3, 9 dernières pages, non paginées)	**Citation dans le plan du cours de Fery (titre des paragraphes où ils apparaissent)** (Source version manuscrite : AADS, PS avril 1748, version imprimée AMR, FAC 692 L 19)
De Puységur, *Mémoires historiques*	
Girard, *Traité des armes*	
C. Wolff,[83] *Nouveau dictionnaire de mathématique et de physique*	
C. Wolff, *Matheseos universae Elementa*	
C. Wolff, *Compendium elementorum matheseos universae, in usum juventutis adornatum*	
C. Wolff, *Cours de mathématiques*	Manuel des élèves, cité dans le paragraphe Hydraulique
S'Gravesande, *Eléments de physique mathématique confirmés par les expériences ou Introduction à la philosophie de Newton, à l'usage des étudiants*	Hydraulique
Varignon, *Nouvelle mécanique ou statique*	
Le Clerc, *Traité de géométrie théorique et pratique à l'usage des artistes*	
Le Clerc, *Pratique de la géométrie sur le papier et sur le terrain*	
Irson, plusieurs ouvrages de comptabilité	
Bouguer, *Traité du navire*	
Bouguer, *De la mâture des vaisseaux*	
Bouguer, *Pièces qui ont remporté les prix de l'Académie*	
Bouguer le père, *Traité complet de navigation*	

Le corpus de référence de Fery, vu dans le premier tableau, est très complet, il déclare s'appuyer sur les meilleurs auteurs disponibles. Il nous est difficile de savoir comment se situe sa propre compétence par rapport à ce programme. Il nous est permis de penser qu'il cite ces auteurs pour asseoir sa crédibilité et pour garantir qu'il se placera à un niveau technique supérieur à celui de ses élèves. Sans les dominer en totalité, il lui est possible de les utiliser pour bien maîtriser le niveau du cours de Wolff et ainsi garantir la qualité de son enseignement. Nous pouvons alors examiner plus en détail le programme qu'il prévoit, matière par matière, et ainsi y déceler l'approche utilisée pour cet enseignement.

5.2.4.1 Le programme de mécanique

Le Fery commence donc par « *La statique et la mécanique* ». Il passe très vite sur la statique, sans doute considérée comme accessible et bien détaillée dans le cours de Wolff, au

[83] Chrétien Wolfius dans la liste.

moins en partie. Il détaille plus son approche de l'enseignement de la mécanique. Il ne s'agit pas, bien entendu, de la mécanique rationnelle et de l'aspect plus théorique de la mécanique qui est en cours de constitution à partir de la mécanique newtonienne, il s'agit de la mécanique des machines :

> *La Mécanique nous ouvre un vaste champ. Elle préside à tous les Arts et notre but est de les éclairer et de les perfectionner. Nous en donnerons d'abord les principes généraux que nous appliquerons ensuite à toute les machines simples et composées, relatives aux arts, aux manufactures, aux besoins, aux commodités et à l'agrément de la vie*[84].

Arts et manufactures, le titre de la future Ecole Centrale, la distinction se fait déjà entre les métiers qui reposent sur les arts et les manufactures qui commencent à inaugurer de nouveaux modes de production. La machine est appréhendée dans le programme sous plusieurs aspects bien identifiés, une machine « se comprend », son mécanisme doit être analysé, commenté, comprendre une machine c'est en voir les mouvements, les actions sur la matière brute ou déjà façonnée que permet cette machine. Mais une machine est conçue avant d'être construite, donc il importe de faire comprendre aux élèves ses dimensions et, retenons le mot, son calcul :

> *Le mécanisme et la construction de toutes ces machines, la configuration et les proportions des parties qui les composent, leurs développements, leur explication, leur usage et leur calcul seront de nouveaux objets sur lesquels nous exercerons la sagacité de nos disciples.*

Le programme opère une distinction claire entre la machine et ce qui la fait mouvoir, son moteur, dont on sépare l'étude de celle de la machine :

> *(...) relativement à leur mécanisme et à leur construction, nous réservant d'avoir égard à leurs moteurs dans la partie qui leur est relative.*

Les ouvrages sur lesquels s'appuiera l'enseignement, conformément à la méthode pédagogique retenue, sont des références évidentes en 1748. La liste commence, révérence gardée à l'Académie, par les *Machines et inventions approuvées par l'Académie* puis vient Bélidor et son *Architecture hydraulique.* Ce sont des ouvrages récents, actuels pour Fery, mais il n'oublie pas de se référer au corpus des Théâtres de Machines, il donne en effet un

[84] Plan du cours du Père Fery, version manuscrite : AADS, PS avril 1748, version imprimée AMR, FAC 692 L 19. Sauf mention contraire toutes les citations liées à l'analyse détaillée du programme proviennent de cette source.

titre générique qui ne recoupe pas exactement celui de Jacques Besson[85] et termine par « les mécaniques des différents auteurs ». Enfin, dernier éléments de cet enseignement, les maquettes de machines, les modèles qui sont indispensable à la pédagogie[86] :

> *Nous ferons exécuter en petit toutes celles qui nous paraitront les plus parfaites ou les plus utiles. Nos explications tomberont ainsi sur du réel. L'œil sera frappé et l'esprit en sera d'autant plus éclairé.*

Dans cette pédagogie des machines la représentation en deux dimensions, sur un dessin, d'un objet à trois dimensions, la machine, est nécessairement réductrice. Sans entrer dans la problématique complexe du dessin technique, retenons, avec Yves Deforge[87], que le dessin technique, à un moment historique donné, contient toute l'information que peut comprendre celui qui regarde, utilise, ce dessin. Les ouvrages auxquels se réfère Fery contiennent tous des dessins qui à, divers titres, permettent de comprendre la constitution, voire la construction de la machine. Les dessins des *Machines et Inventions approuvées par l'Académie* ou ceux de *L'architecture hydraulique* sont, en règle générale lisibles, par un œil contemporain quelque peu familier avec le monde de la technique. Cependant ces dessins ne permettent pas aisément, sauf à faire un effort d'abstraction, de saisir rapidement la machine en mouvement et les différentes positions des pièces. Le passage par le modèle en trois dimensions, vu par des yeux qui voient en trois dimensions et analysés par un cerveau humain qui saisit le réel en trois dimensions, est une manière efficace et rapide de faire comprendre la machine « en mouvement » :

Enfin Fery n'oublie pas le contexte local, revient sur les machines les plus utilisées dans la région rémoise :

> *(...) les fouleries des étoffes, les moulins de dégorgement et les différents métiers des manufactures de cette ville, toutes les machines propres à élever des poids, pour la construction des édifices et les pressoirs,*

Ce retour sur ce qui est visible à Reims ne se limite pas à la contemplation admirative des machines en usage, il se termine par ce que, probablement, Fery considère comme son chef-d'œuvre, le système complet d'adduction d'eau de la ville, ce que nous pouvons qualifier pour

---

[85] L'ouvrage de Jacques Besson est intitulé *Theatrum instrumentum et machinarum*.

[86] Toute école technique se doit, à l'époque, de se constituer une collection de modèle, de l'école des Ponts et Chaussées à Polytechnique ultérieurement, en passant par les modèles que fera exécuter Bétancourt pour le « Gabinete de maquinas » de Madrid à la fin du siècle.

[87] Y.Deforges, *Le graphisme technique.*

les élèves d' « étude de cas », cette étude allant jusqu'au calcul des machines. Soulignons que dans l'esprit des fondateurs de l'école et de l'Académie qui les patronne, en ce milieu du XVIIIe siècle, une machine ne se met plus en scène comme au théâtre mais se décrit, se décompose, se développe et surtout se calcule :

> *Pour appliquer nos principes à des objets qui soient exposés sous nos yeux, nous ferons spécialement la description, le développement et le calcul de celle que nous avons fait construire ici pour l'élévation de nos eaux. Nous indiquerons les voies que nous avons suivies dans son exécution. Nous mettrons même au jour quelques nouvelles idées, depuis qu'elle est construite, pour ouvrir les moyens de lui donner dans la suite de nouveaux degrés de perfection. Ces leçons pourront tenir lieu de l'ouvrage que cette ville désirait et attendait de nous sur cet objet et que l'établissement de nos écoles nous a obligé à suspendre.*

Cette étude de cas doit permettre en outre à Fery de s'acquitter d'une obligation vis-à-vis de la municipalité dont on saisit instantanément l'importance si l'on songe à l'entretien des installations. Pour comprendre ce qui est attendu, employons des termes actuels : Fery doit fournir à la ville un dossier de réalisation qui comporte des plans conformes (à ce qui a été réalisé et non projeté), une décomposition, un dossier justificatif du développement par le dossier de calcul des pompes, moulins (moteurs hydrauliques), tuyauteries et autres composants de l'installation.

Un cours sur les machines ne serait pas complet sans un cours sur les engrenages et les frottements, ils ne sont pas oubliés. Les engrenages seront traités sous l'aspect de leur définition, rapports des roues, divisions des dents sur les roues. Quant aux frottements il n'est guère possible de procéder autrement que par estimation, ce que font les académiciens quand, à l'occasion de l'expertise de la machine du Pont au Change, ils ajoutent à la fin du calcul une valeur forfaitaire pour en tenir compte, Fery est quelque peu présomptueux de parler de leur calcul :

> *La théorie des roues dentées qui entrent dans la composition de la plupart des machines composées aura place à la fin de ce traité. Nous la tirerons de l'expérience même et de là résulteront des règles aux artistes pour diviser les roues et les lanternes, eu égard au nombre de dents et de fuseaux et pour leur donner la figure, en assigner les intervalles et en fixer le nombre relatif qui soit le plus favorable aux mouvements et le plus avantageux pour la durée. Nous finirons par quelques notions sur le frottement des machines et la méthode d'en faire le calcul et l'estimation.*

En comparaison, le cours correspondant de Wolff est nettement moins ambitieux, il ne donne que des descriptions et des notions élémentaires de mécanique :

- Machines simples, levier, roues,

- Roues dentée, engrenages,
- Centre de gravité,
- Balance, équilibre des forces au repos,
- Rapport masse/déplacement/vitesse,
- Vis, filetage, vis sans fin,
- Poulies, palans (*polyspastes),*
- Roues hydrauliques (descriptions),
- Nivellement,
- Moulin a vent.

Entre ces notions, somme toute, assez élémentaires et ce que nous avons vu des ambitions de Fery, l'écart apparaît important mais nous ne disposons d'aucun moyen de saisir ce que fût réellement l'enseignement dispensé.

5.2.4.2 Hydrostatique et aérométrie

Après la mécanique viennent l'hydrostatique qui traite de l'équilibre des fluides, des pressions, et l'aérométrie. Ces deux parties sont abordées sous un angle plus « scientifique », les applications techniques sont moins mises en évidence. Ainsi pour l'aérométrie il est prévu de clarifier les notions de pression, de températures et d'hygrométrie, en lien avec les instruments de mesure correspondants. Quelques applications sont citées, plus du domaine du divertissement que de la technique « productive » et les moulins à vent ne sont que très brièvement évoqués.

Dans le cours de Wolff les notions suivantes sont abordées :

- Notion de densités relatives et de masse spécifique,
- Equilibre hydrostatique (vases communicants),
- Théorème d'Archimède,
- Notion de mesure des grandeurs physiques de l'air (la notion plus générale de mesure d'une grandeur physique est abordée en introduction de la section aérométrie),
- Pression, compression de l'air, expériences pneumatiques,
- Pression atmosphérique et baromètre,
- Température de l'air et thermomètre.

Nous ne remarquons donc pas d'écart significatif entre le plan de Fery et le cours de Wolff.

5.2.4.3 L'hydraulique

En abordant l'hydraulique, Fery est, si l'on peut dire, au cœur de son métier d'hydraulicien installateur de machines, de pompes, de distribution d'eau. Tout ce qui concerne les roues hydraulique est au principe de la mise en mouvement des machines. Il fait référence aux travaux de Mariotte sur la pression des fluides et à ceux de Pitot qui reprenait les travaux de Parent sur le réglage des roues hydrauliques. Il aborde les pompes, toujours en référence à Pitot, en prévoyant d'en expliquer la construction. Il vise à enseigner non seulement la construction mais aussi la réparation. Naturellement l'expression du mépris des gens éclairés vis-à-vis des artistes aveugles est un point de passage obligé :

> *Comme plusieurs d'entre les machines dont la construction ressortit à la mécanique, sont mues par le courant des rivières ou des ruisseaux, nous indiquerons ici d'après Monsieur Mariotte, Monsieur Pitot etc. les méthodes les plus sûres pour mesurer la dépense et la vitesse des eaux et pour en calculer les efforts et la puissance sur une surface donnée etc. Nous désabuserons ainsi la plupart des artistes qui, guidés par une routine toujours aveugle et presque toujours défectueuse donnent souvent mal à propos la préférence aux roues directes*[88] *sur les roues rétrogrades.*

Il donne de nombreuses références pratiques, des exemples d'installations en différents endroits :

> *Nous prendrons de là l'occasion de leur donner dans le cours de nos explications la connaissance et la description de quelques moulins à eau qui sont en usage dans la Provence et dans le Dauphiné et de leur expliquer ceux du Basacle de Toulouse*[89] *qui par la simplicité de leur construction ont attiré l'admiration des machinistes les plus habiles.*

La référence au Dauphiné et aux Pyrénées renvoie très probablement aux trompes hydrauliques utilisées pour remplacer les soufflets de forges, technique utilisables dans les cas où on dispose de chute d'eau assez significatives[90]. La démarche pédagogique est proche de celle de Bélidor qui expose son architecture hydraulique par l'étude pratique d'installations

---

[88] Roue directe : roue de « dessous » tournant dans le sens du courant comme celle étudiée par Parent, roue rétrograde : roue de « dessus » tournant dans le sens contraire du courant où la force exercée est celle de la chute d'eau et non du courant.

[89] Lieu d'installation de moulins sur la Garonne à Toulouse depuis le XIème siècle, une centrale EDF hydro-électrique y est toujours en activité (http://www.toulouse.fr/cultures/musees-expos/espace-edf-bazacle consultation du 10 novembre 2011).

[90] On peut trouver une description et une de ces trompes hydrauliques fonctionnant à la fonderie de Poullaouen en Bretagne au début du XIXe siècle (article des citoyens Beaunier et Gallois, ingénieurs des mines dans *Journal des mines,* volume 16, second semestre an XII, pages 37-48).

existantes. Enfin, énoncé significatif, fondamental dans la pensée de cet enseignement, le principe du calcul préalable d'une machine :

> *Nous n'oublierons pas de donner ici les règles pour fixer le nombre des aubes d'une roue relativement à son diamètre et à la hauteur de l'eau dont elle est choquée et pour déterminer la surface des mêmes aubes respectivement à la force du choc de l'eau et à la résistance opposée par le poids.*

Comme responsable de l'adduction d'eau de la ville Fery se propose d'enseigner dans tous les détails les différentes techniques et les composants de cette installation, tuyaux, pentes, réservoirs etc. La comparaison au cours de Wolff montre un très grand écart, cette partie y est peu développée, limitée à des dispositifs simples, et ne comporte que peu de techniques élaborées et pensées sur le même mode que ce que vise Fery. En fait la traduction est tronquée, et la conclusion de cette section, à la fin du premier volume renvoie à Bélidor :

> *On ne s'est pas fort étendu sur l'Hydraulique dans cette traduction. Ceux qui voudront s'instruire parfaitement de cette partie des mathématiques pourront étudier dans l'Architecture hydraulique de M. Bélidor, qui ne laisse rien à désirer sur cette matière*[91].

Cette remarque est évidemment ajoutée par le traducteur, Wolff ne pouvait connaître Bélidor au moment où il publie la version originale[92] de son cours, en 1710. De fait, l'ouvrage de Bélidor est demeuré, en France au moins, le livre de référence pour tous les ingénieurs en charge de travaux hydrauliques ou de construction. Il sera réédité jusqu'au début du XIXe siècle et Navier en assure une dernière réédition commentée en 1819. Nous avons vu au chapitre précédent la grande proximité de Bélidor avec l'Académie dont il est correspondant et où il a été élu dès qu'il a pu résider à Paris. Sur cette partie Fery s'écarte donc sensiblement de Wolff, vers le haut, pour présenter une technique plus élaborée. Le cours de Bélidor sur lequel il déclare s'appuyer, est nettement plus complexe, le volume 1 correspond bien au cours de Fery, celui-ci y a peut-être puisé la description des moulins du Basacle par exemple, il est très détaillé, repose sur de nombreux exemples, avec les calculs associés, alors que le cours de Wolff ne contient aucun calcul mécanique sur les vitesses, les forces en jeu dans une machine. Ainsi il cite avec beaucoup de louange le mémoire de Parent de 1704 et en reproduit même l'introduction stigmatisant les mécaniciens ignorants[93]. L'exemple qu'il étudie, la

[91] C. Wolff, *Cours de mathématiques,* Tome 3, p. 387.

[92] Cette version originale en allemand nous est malheureusement inaccessible faute de compétences linguistiques.

[93] Bélidor, *Architecture hydraulique,* Tome 1, p. 248.

pompe de la Samaritaine au Pont Neuf à Paris, reproduit le schéma de calcul que nous avons détaillé dans l'étude de la pompe projetée au Pont au Change. Le volume 2 est entièrement consacré aux écluses et donc n'est pas utilisé par Fery qui n'aborde pas cette technique. Le volume 3 aborde les constructions portuaires et le volume 4 traite des pompes et des machines à élever les eaux, ces deux derniers volumes ne sont donc que partiellement applicables au cours de l'école. Il convient de souligner que Fery est, en quelque sorte, un praticien éclairé des travaux hydrauliques, essentiellement les machines hydrauliques, les pompes et les maçonneries de distribution, le cours de Wolff ne lui est donc pas d'une grande utilité. Au détour de son plan il nous livre une raison sans doute fondamentale de l'importance qu'il donne à cette partie hydraulique :

> *En un mot nous tacherons de ne rien omettre dans cette partie essentielle à notre objet de ce qui sera nécessaire et utile ni de ce qui pourra flatter et animer la curiosité.*

Un cours d'hydraulique au XVIIIe siècle ne pouvait négliger les aménagements des fontaines et jardins et Fery lui consacre une place importante, se référant encore à l'incontournable Bélidor mais aussi à d'Argenville et son livre sur *La théorie et la pratique du jardinage (...) et un traité d'hydraulique convenable aux jardins.*

5.2.4.4 L'optique

Nous regroupons sous le titre « Optique » plusieurs paragraphes du cours de Fery qui recouvrent la vision, la perspective et ce que nous désignons aujourd'hui sous le nom d'optique géométrique, c'est-à-dire toute l'optique fondée sur la propagation rectiligne de la lumière et sur les lois de Snell-Descartes, réflexion et réfraction, qu'il désigne par catoptrique et par dioptrique[94]. Au-delà de l'exposé de nature scientifique, une place est faite aux techniques de réalisation des lentilles et miroirs nécessaires à la construction des instruments d'optique :

> *Nous finirons cette partie par la description des instruments nécessaires pour façonner et polir les verres plans, concaves, convexes et polyèdres.*

Dans le paragraphe intitulé « Optique et Perspective » Fery expose une démarche pédagogique qu'il importe de souligner. A travers l'enseignement de l'optique, l'objectif est d'amener les élèves à la pratique de la perspective en dessin, essentiellement la perspective

[94] Catoptrique : science des miroirs, fondée sur la loi de la réflexion et les constructions géométriques qui s'en déduisent. Dioptrique : science des lentilles fondée sur la loi de la réfraction et les constructions géométriques qui s'en déduisent.

plane qui rend compte du relief et des distances sur un plan, cas le plus usuel des tableaux peints sur une toile, mais aussi la perspective curieuse qui permet la représentation du relief et des distances sur des surfaces non planes, cas plus particulier de la représentation sur une surface courbe comme une colonne. L'enseignement prévu est un enseignement théorique, utilisant le cours de Wolff qui correspond assez bien à ce qui est présenté dans le programme de Fery mais cette formation théorique doit être mise en application dans les exercices de l'école de dessin :

> *Cette science en nous procurant les connaissances qui lui sont relatives nous frayera une voie douce et aisée à la perspective dont nous donnerons les principes et les problèmes les plus intéressants. (...)*
> *Nos disciples saisiront ces leçons avec d'autant plus d'avidité et de plaisir que l'art du dessein auquel on les formera les mettra en état de les réduire en pratique.*

Réduire en pratique, voilà une expression qui nous rappelle la « Réduction en Art » en la retournant complètement. La démarche s'inverse, au lieu de partir de savoirs pratiques dispersés, de vocabulaire divers que l'on se propose de « réduire », donc de rédiger en manuel, la méthode de Fery consiste à partir des principes et des manuels déjà rédigés pour les mettre en application, les réduire en pratique. Le mot « réduire » ne peut plus être pris comme synonyme de « rédiger » comme c'était le cas des « réductions en art », il se rapproche du sens contemporain de la réduction d'un principe à des cas particuliers.

Le cours de Wolff correspond bien à ce que prévoit le programme de Fery, à l'exception de la perspective curieuse (non plane) les chapitres sont les suivants :

- Optique : propagation de la lumière, ombres, vision, description de l'œil,
- Catoptrique : construction des miroirs, lois de la réflexion, miroirs plans et sphériques, miroirs paraboliques, jeux de miroirs multiples,
- Dioptrique : Lois de la réfraction, lentilles convexes et concaves, instruments d'optique, lunette de Galilée, lunette d'approche, microscope.
- Perspective plane.

5.2.4.5 La gnomonique

Ce nom, dont l'usage a à peu près complètement disparu, désigne l'art – la technique – de construction des cadrans solaires. Dans son cours Wolff se contente de décrire diverses constructions de cadrans solaires simples mais ne traite pas de la construction des cadrans solaires de précision ce que fait Deparcieux cité comme référence. Un cadran de précision doit tenir compte de la variation de l'heure de passage du soleil au méridien du lieu et donc

intégrer la correction astronomique appelée l'équation du temps. Comme cela nécessite des connaissances en trigonométrie sphérique il n'est pas surprenant que Fery renonce à l'expliquer. Néanmoins il projette de l'enseigner dans l'école de « mathématiques théoriques ».

5.2.4.6 L'architecture

Dans le cours de Wolff l'architecture clôt le troisième volume, elle est précédée par les matières militaires que Fery place en fin de programme. Les auteurs de référence que Fery se réserve d'utiliser sont Vitruve, Perrault et Bélidor. Les explications de Wolff sur les matériaux sont assez limitées, ce sont davantage des successions de conseils pratiques qu'un exposé structuré et nous pouvons supposer que Fery, en débutant son cours souhaite aller plus loin et en particulier d'une façon plus théorique. Le « traducteur », car ici les guillemets s'imposent, assortit sa traduction de nombreux commentaires, renvoyant à Bélidor, critiquant éventuellement Wolff :

> *M. Bélidor dans la Science des Ingénieurs, Liv III, page 8 donne un autre moyen de conserver la chaux, même pendant dix ans et meilleure pour les plafonds, surtout si l'on veut les orner de peintures, parce qu'elle ne les gâte pas*[95].

Il juge même nécessaire de le compléter d'un glossaire des mots utilisés à la fois par ceux qu'il nomme les « auteurs », les architectes sans doute, et les ouvriers :

> *Avant de traiter des ordres d'architecture, j'ai cru qu'il était à propos d'ajouter à ce que je viens de dire d'après M. Wolff, les figures de toutes les moulures, avec les noms dont se servent les auteurs et les termes dont se servent les ouvriers*[96].

Que ce soit dans le plan du cours de Fery ou dans le cours de Wolff, une place très importante est accordée aux règles de l'architecture classique avec de longs développements sur les ordres des colonnes, les proportions des édifices, des fenêtres et des portes. L'ordre d'exposition des différents points est sensiblement le même. Notons que Fery cite comme référence pour la construction des cheminées l'ouvrage de Nicolas Gauger, *La Mécanique du feu.* Gauger, orthographié Gaugher dans les registres de séance, est cité comme ayant présenté une invention, formellement approuvée, destinée à empêcher les cheminées de fumer[97] ayant renoncé à demander un privilège exclusif comme mentionné en 1730 :

---

[95] Wolff, tome 3, p. 225.

[96] *op. cit.*, p. 238.

[97] AADS, R 20 novembre 1720

Nous avons examiné par ordre de l'Académie un dessein de cheminée proposé par le Sr Bayle qui ne nous a pas paru avoir rien de différent de celles de M. Gaugher et comme M. Gaugher n'a point demandé de privilège sur ces sortes de cheminées nous ne croyons pas qu'il y ait de justice d'en accorder à d'autres[98].

5.2.4.7 De la stéréotomie à l'échafaudage

Faisant suite à l'architecture civile le plan de Fery contient quatre rubriques qui ne se trouvent pas dans le cours de Wolff. Ces rubriques sont d'un niveau de complexité très inégal, naturellement toutes en relation avec l'architecture, ce sont les suivantes :

- La science du trait sur la pierre,
- La poussée des voutes,
- L'art des traits pour la menuiserie et la charpenterie,
- L'échafaudage.

Si l'on veut bien admettre que Fery n'utilise pas les mots au hasard, nous observons que deux mots sont en regard pour des techniques, somme toute, peu éloignées : la « science » du trait sur la pierre et « l'art » des traits pour la menuiserie et la charpenterie. Science d'un côté, art de l'autre, les deux enseignements ne sont pas identiques. Si l'on considère que les tracés de charpentes présentent moins de difficultés liées à la représentation plane de figures à trois dimensions, la distinction de Fery laisse entendre que pour la charpente, le cours sera plus un rappel des règles de l'art que pour la taille des pierres de formes plus élaborées où il est nécessaire de faire appel à la stéréotomie. La stéréotomie est présentée comme une science, exposée à partir de deux ouvrages spécialisés pris comme référence. Rappelons que le problème traité par la stéréotomie consiste à définir les plans ou surface de coupe des pierres destinées à des éléments d'architecture plus élaborés que le simple parallélépipède. Tailler une pierre destinée à prendre place dans une voûte, dans un escalier nécessite, soit une sérieuse expérience pratique, soit une sérieuse réflexion préalable. En cela réside l'originalité de l'approche pédagogique de Fery, comme nous l'avons déjà constaté, il part des sections de solides par des plans, donc de la géométrie mathématique pour définir les épures des objets à réaliser. Cette définition géométrique permettrait même de passer à une « fausse » représentation en trois dimensions en faisant appel à la perspective mais l'exercice « théorique » ne serait pas complet, il faut le terminer par une application « pratique » :

[98] AADS, R 11 mars 1730.

Après avoir tracé l'épure de chaque objet de nos opérations, nous emprunterons la main d'un appareilleur pour couper du trait sous les yeux de nos élèves et pour réduire le tout en exécution. La naissance et la formation des voussoirs sur le trait, la coupe de ces solides, leur concours mutuel pour former un tout, soulagera l'imagination de nos disciples et nous facilitera leur instruction en appliquant nos principes et nos explications à la réalité.

Nous avons déjà rencontré l'expression « réduire en pratique », ici c'est « réduire en exécution » expression bien voisine. Les élèves et le professeur ont défini, par la géométrie appliquée à la stéréotomie, les coupes à réaliser mais ne les effectuent pas eux-mêmes. Ils font appel à un ouvrier qui a la capacité d'exécuter sur la matière même, l'objet abstraitement défini et transcrit en instructions de coupe, ils appliquent les principes et les explications à la réalité, l'art du tailleur de pierre se trouve alors réparti en deux parties, une préparation théorique, une exécution pratique ne nécessitant plus que l'habileté manuelle et l'observations de consignes prédéfinies. Fery utilise deux ouvrages de référence celui de de la Rue et celui de Frézier. Le premier est jugé trop proche de la pratique par le second, mais c'est déjà un travail fondé sur des développements géométriques significatifs, de plus c'est le manuel de référence pour l'enseignement de la stéréotomie à l'école du génie de Mézières[99].

La poussé des voûtes est abordée d'abord par un rappel des principes de façon à permettre de :

(...) calculer la charge et la poussée et y proportionner la hauteur et la solidité des piédroits et des arcs ou des piliers boutants. Ce sont des connaissances importantes que souvent l'architecte néglige ou dont l'usage échappe aux plus habiles.

Fery illustre cette supériorité des principes et du calcul en rappelant que les Pères Jacquier et Le Seur, sont intervenus pour consolider le dôme de Saint-Pierre à Rome et qu'ils sont correspondants de l'Académie, plus précisément de Clairaut.

En contraste avec les deux matières enseignées à partir des principes et des mathématiques, les deux matières suivantes qui ressortent de l'architecture sont abordées sous un angle plus pratique. Pour la menuiserie et la charpente, nous l'avons remarqué, tout est dit dans le titre, il s'agit d'un art. Aucun ouvrage de référence n'est cité, le cours peut s'adresser aux charpentiers afin qu'ils améliorent leurs compétences professionnelles :

[99] Cf. Belhoste Bruno, Picon Antoine, Sakarovitch Joël. Les exercices dans les écoles d'ingénieurs sous l'Ancien Régime et la Révolution . In*: Histoire de l'éducation*, N. 46, 1990. *Travaux d'élèves. Pour une histoire des performances scolaires et de leur évaluation*. P.82.

Les charpentiers trouveront aussi dans ce traité les moyens d'étendre leurs connaissances et d'agir avec lumière dans leurs opérations.

Enfin Fery a ajouté dans le programme imprimé qui est celui par lequel il l'annonce officiellement une matière qui ne figure pas dans le programme manuscrit envoyé à l'Académie, l'échafaudage. Nous pouvons fort bien imaginer que les membres du conseil de Ville, appelés à se prononcer sur le programme, ont pu obtenir cet ajout d'une matière très pratique. Toutefois, ici encore, Fery distingue entre les échafaudages ordinaires :

(...) en usage dans la construction des édifices ordinaires, le caprice et la routine y ont plus de place que le génie.

Et les échafaudages mis en œuvre dans les édifices importants, en y associant les moyens de manutentions[100].

5.2.5 Un enseignement des techniques militaires

La finalité militaire de l'école était évoquée dans l'appel à la souscription mais elle n'apparaissait pas dans les correspondances entre Pouilly et Fouchy. Dans son discours officiel Pouilly se garde bien d'en parler, dans la mesure où il évoque le problème du financement de l'école par la ville, il ne peut être question de laisser penser que l'on va également y dispenser un enseignement militaire dont l'intérêt pour la ville n'est pas directement apparent. Mais dès l'accord entre le Conseil de ville et Fery, avant même sa nomination officielle par l'Académie puis dans la proposition de programme soumise par Fery à l'Académie et enfin dans la version imprimée, trois matières à vocation évidemment militaire sont développées :

- L'architecture militaire,
- L'attaque et la défense des places,
- La pyrotechnie (artillerie, mines et contre-mines mais aussi feux d'artifices).

Dans la version imprimée du programme, Fery nous donne une clé de compréhension de la place de ces disciplines liées aux armes savantes. Ce qui n'était qu'évoqué dans l'avis de souscription de 1746 est plus explicite, il s'agit de préparer les enfants de la noblesse et des gens aisés à entrer dans les écoles militaires[101] :

[100] Il fait référence à un recueil de machines de manutention que nous n'avons pas pu retrouver.

[101] Cf. supra, § 5.1.1, avis de souscription de 1746, AMR, FAC 692 L19.

> *Nous aurons soin de réserver nos leçons sur cette partie à la saison destinée au repos du militaire afin que la jeunesse choisie de cette province qui se consacre au service du Roi et qui n'est point à portée des écoles royales d'artillerie puisse acquérir ici les connaissances qui lui sont utiles ou nécessaires pour servir Sa Majesté avec distinction et avec éclat*[102].

L'école a bien une vocation de classe préparatoire aux écoles d'Artillerie pour les candidats n'ayant pas le niveau requis. Ces écoles étaient situées à Metz, La Fère, Strasbourg, Perpignan et Grenoble, celle de La Fère proche de Reims est certainement la plus visée par cette formation d'autant que quelques années plus tard en 1756 elle est constituée en école d'artillerie sur le modèle de Mézières et nous y retrouvons les académiciens Camus, Nollet et Bézout. Nous verrons au paragraphe suivant la confirmation de ce statut d'école préparatoire. Les fortifications, l'attaque et la défense des places, la pyrotechnie occupent une place importante dans le cours de Wolff, 210 pages du tome 3 sur 326 pages de texte. Le plan du cours de Fery est conforme à celui de Wolff et, comme pour les autres matières, Fery s'appuie sur les auteurs de référence, à commencer naturellement par Vauban pour les fortifications mais aussi pour l'attaque et la défense des places, sur l'ouvrage de l'abbé Deidier, professeur de mathématiques à l'école de La Fère où il a remplacé Bélidor en 1740. Pour cette partie, Fery expose un programme qui ne peut intéresser que des élèves destinés au métier des armes. Les élèves civils ne sont certainement pas concernés et intéressés par ces parties et il est permis de penser que l'assistance au cours devait être plus limitée lorsqu'elles étaient abordées. Dans l'organisation de l'enseignement que vont pratiquer les successeurs de Fery qui, rappelons-le, quitte Reims dès 1749, il est tout à fait possible, pour les élèves, de se dispenser de certaines parties. Au risque de nous répéter, remarquons encore que Fery s'intéresse toujours plus à la technique rationalisée :

> *Nous nous arrêterons peu aux attaques d'emblée et à celles qui se font par canonnades et par bombardement. [L'industrie et l'habileté du service y ont plus de part que les connaissances de l'art]*[103].

[102] Version imprimée uniquement, AMR, FAC 692 L 19.

[103] La partie entre crochet est ajoutée dans la version imprimée. Les « attaques d'emblée » correspondent aux attaques frontales, sans travaux d'approche méthodiques « à la Vauban ». Villars se vante dans ses mémoires d'avoir pris la ville de Kehl par des assauts bien menés « *contre l'avis de M. de Vauban* ».

5.2.6 Quel niveau réel et quel emploi du temps ?

La mise en regard du manuel des élèves, c'est-à-dire des ouvrages de Clairaut et de Wolff d'une part, avec les objectifs exprimés par Fery, appuyés par une liste assez complète d'ouvrages techniques qui sont parmi les plus importants du moment, nous conduit à nous interroger sur le niveau réel de l'enseignement. Pour obtenir l'approbation de l'Académie dont les liens avec les écoles militaires ne sont plus à démontrer, il met, pour le dire simplement, « la barre très haut ». Sur presque tous les sujets le cours de Wolff, traduit et commenté et édité par Jombert, est systématiquement en deçà des objectifs de Fery. Cela nous renseigne peut-être indirectement mais significativement sur le niveau envisagé pour les élèves. Certes Fery prévoit dans sa méthode générale de dicter des compléments mais ce niveau vise sans doute rendre les élèves aptes à entrer dans des ouvrages et des enseignements plus spécialisés. Nous verrons que, dans l'évolution des débouchés, cela est cohérent avec l'accès à des écoles que nous pourrions qualifier d'écoles d'ingénieurs, comme l'école du Génie de Mézières et les écoles d'Artillerie comme La Fère où justement Bélidor a été professeur de mathématiques, mais est-ce un hasard ?

Nous pouvons observer dans les quelques listes d'élèves que nous avons consultées, une assez grande dispersion des âges. La méthode adoptée par les enseignants successifs laisse entrevoir que l'enseignement peut être dispensé « à la carte ». Fery dans sa méthode générale prévoit deux heures de cours par jour sur un cycle de deux ans pour commenter et compléter les cours de Clairaut et de Wolff, sans préciser la répartition. Ce type de formation fait largement appel à l'étude personnelle des livres de cours, ne laissant au cours magistral que les additions et les explications complémentaires. Nicollic qui le remplace brièvement entre 1749 et 1751, puis Jurain entre 1751 et 1763, modifient l'organisation de l'enseignement. L'emploi du temps revu par Nicollic puis par Jurain est organisé sur un cycle de quatre ans pour les matières techniques, la formation mathématique étant répétée tous les ans, le tableau suivant donne la répartition des enseignements, à raison de trois heures par jour, dix mois par an, chaque journée étant divisée en deux parties d'une heure et demie :

Année 1	Année 2	Année 3	Année 4
Mathématiques : Arithmétique Géométrie Trigonométrie Algèbre Calcul différentiel et intégral	**Mathématiques :** Arithmétique Géométrie Trigonométrie Algèbre Calcul différentiel et intégral	**Mathématiques :** Arithmétique Géométrie Trigonométrie Algèbre Calcul différentiel et intégral	**Mathématiques :** Arithmétique Géométrie, Trigonométrie Algèbre Calcul différentiel et intégral
Mécanique : Statique Machines simples Centre de gravité oscillations Mouvements uniformément accélérés, trajectoire elliptique des planètes, Balistique	**Hydraulique :** Hydrostatique Mouvement des eaux, Canaux et écluses Distribution des eaux en ville Moulins, pompes, machines à élever les eaux, jets d'eau, Nivellement	**Architecture :** Architecture civile (matériaux, ordres, plans des édifices, décoration, traité de la coupe des pierres) Architecture militaire (fortifications régulières et irrégulières) Attaque des palaces (circonvallation, parallèles et tranchées) Architecture navale (hydrodynamique, résistance à l'avancement, bois d'œuvres, position des mâts, manœuvre des vaisseaux)	**Optique :** Ophtalmie Catoptrique Dioptrique Perspective Gnomonique

Figure 64 : Répartition des enseignements de l'école de Reims après le départ de Fery
(Source : Programme du cours de Nicollic/Jurain, 1751, AMR, FAC 693 L20 et AADS, R 10 février 1751)

Nous retrouvons toutes les matières de Fery mais la répartition sur un cycle quadri-annuel rend plus crédible l'organisation des cours. Les élèves peuvent « redoubler » le cours de mathématiques et ne suivre parmi les cours techniques que ce qui les concerne au premier chef. Notons que l'architecture navale qui n'avait pas été retenue par Fery est mise au programme de la troisième année et que le cours de gnomonique est renforcé de géométrie sphérique. L'approbation de l'Académie répète le programme en détail, cette approbation est imprimée, suivie de la mention du remplacement de Nicollic par Jurain, avec une durée de cours portée de deux heures et demi à trois heures par jour. Il n'est pas certain que ce cycle de quatre années ait été respecté, en effet, dès les années 1760, dans les registres d'élèves il n'est question que de trois classes. La singularité de cette école, au moins au début des années 1750 est attestée par la conclusion de l'Académie :

> *Nous croyons que la publication de ce prospectus ne peut être qu'utile, non seulement parce qu'il présente nettement aux jeunes étudiants le plan de ce qui leur sera enseigné et de ce qu'ils peuvent espérer d'apprendre de plus utile en mathématiques mais encore pour l'avancement des sciences en général, parce qu'il peut faire naître aux magistrats des autres grandes viles du Royaume le dessein d'imiter ceux de la ville de Reims, en formant de pareils établissements*[104].

Nous avons tenté dans ce paragraphe des comparaisons, des évaluations du niveau de l'école, celles-ci sont malaisées à approcher, principalement dans les matières techniques. Les mathématiques ont fait évidemment des progrès mais jusqu'au classes préparatoires actuelles, indépendamment d'une formalisation axiomatique, les élèves retrouvent des noms de théorèmes qui sont des noms d'académiciens, de L'Hôpital à Clairaut, de Bézout à d'Alembert. En revanche les matières que les académiciens et les fondateurs de l'école considèrent comme enseignement fondamental des arts et des métiers ou bien des arts de la guerre savante, ne sont plus ou guère enseignées. L'approche des livres de référence, Bélidor, Wolff, nous en donne un aperçu mais nous avons retenu comme essentiel dans l'évolution d'une pensée sur les techniques, la volonté de partir de la théorie pour la « réduire » en pratique ou en exécution, la volonté d'une inversion par rapport à la réduction en art, la volonté d'une « scientifisation » de l'enseignement de la technique.

Et les élèves dans tout cela, que retenaient ils, qu'assimilaient-ils ? Cette question, nous le craignons, reste sans réponse affirmative. Ce que nous livrent les registres de l'école, ce sont des appréciations individuelles et lapidaires sur leurs capacités, leur application. Ainsi, en prenant pour exemple novembre et décembre 1764[105], le registre nous livre les âges et les appréciations portées par le professeur. Les élèves sont répartis en 3 années, évolution de l'organisation de l'enseignement qui était comme contenue dans le plan du cours de Jurain. L'âge des élèves de la première classe va de 14 ans (1 élève) à 18 ans (1 élève), 6 ont 15 ans, 3 ont 16 ans, 2 ont 17 ans. Pour la seconde année, 2 ont 20 ans, les trois autres ont respectivement 17, 18 et 19 ans. L'assiduité n'est pas parfaite, le registre mentionne 19 élèves en novembre et 21 en décembre. Les appréciations pour décembre 1764 vont de « *bon* » (12 élèves) à « *bien médiocre* » (3 élèves) en passant par « *bon médiocre* » (1 élève) et « *médiocre* » (5 élèves). Plus de la moitié de l'effectif donne donc satisfaction au professeur. Pour décembre 1780, à titre d'indication, l'effectif de la première année est de 18 élèves mais

[104] Programme du cours de Nicollic, repris par Jurain, consigné dans les registres de séance, AADS, R 10 février 1751 et version imprimée (AMR, FAC 693 L20).

[105] AMR, FAR 693.

seuls 6 élèves sont qualifiés de « *bons* ». Les autres appréciations sont mauvaises avec des qualifications variées : « *trop jeune, bien léger, peu attentif, travaille peu, ne travaille pas, n'entendant pas, médiocre* ». Pour les deuxième et troisième années ils sont presque tous jugés bons, un seul est médiocre et un est jugé très bon. En janvier de la même année il ne reste que 5 bons, 2 se sont retirés et il s'en trouve 4 qui :

Elèves qui fréquentent la 1ère classe depuis plusieurs années et qui travaillent peu[106].

Nous pourrions en penser qu'il fallait poursuivre dans les années suivantes pour être reconnus bon et les abandons en début première année nous le confirment.

Néanmoins en 1784, dernière date à laquelle nous trouvons une manifestation de l'école, des exercices publics sont annoncés, donnés par les bons élèves, devant le conseil de ville et son lieutenant Jean-Simon Levesque de Pouilly, qui était élève en 1750[107], preuve de la continuité du prestige de l'école. Un autre Levesque de Pouilly apparaît comme élève sur les registres en novembre 1780.[108] Dans les listes que nous avons consultées, apparaissent des noms qui sont ceux des signataires des correspondances avec l'Académie ou des contrats avec les professeurs, ce qui confirme que les élites rémoises plaçaient leurs enfants dans cette école.

5.3 L'ECOLE DE DESSIN

L'école de mathématiques est associée, dans le projet de la ville de Reims, à une école de dessin. Cette école n'est pas placée sous le patronage de l'Académie des sciences mais sous le patronage de l'Académie de peinture et de sculpture. En suivant un processus parallèle à celui de l'école de mathématiques, le corps de ville négocie avec le même mandataire, Roland de Challerange :

> *Nous sommes très reconnaissant des peines que vous vous donnez pour conclure notre traité avec l'Académie des sciences et nous vous prions de vouloir bien en conclure un pareil avec l'Académie de peinture et de sculpture*[109].

Il semble d'après cette lettre que la négociation ait été un peu plus laborieuse que celle menée avec l'Académie des sciences, preuve indirecte des liens particuliers tissés entre

[106] AMR, FAR 693.

[107] AMR, FAR 693.

[108] AMR, FAR 693 (Pierre-Elizabeth Levesque de Pouilly mais il se retire en décembre).

[109] Lettre de Pouilly à Roland de Challerange, AMR, FAC 693 L21, supplément 1.

Pouilly et Fouchy mais elle est finalement établie et dotée de deux professeurs. Comme pour l'école de mathématiques, le programme de l'école de dessin est imprimé pour en faire la promotion[110]. Le premier professeur, Montelon, est en charge de l'initiation au dessin d'art, le but étant de conduire les élèves à la maîtrise du tracé, en particulier par la parfaite exécution du dessin de la figure humaine d'après des modèles. Le second professeur, adjoint du professeur en titre, est chargé d'enseigner les applications du dessin aux différents arts, où l'on retrouve des matières du programme de Fery :

> *Pour cultiver les différents talents qui s'annonceront dans l'école, l'adjoint de M. de Montelon sera destiné à se prêter aux divers objets que les élèves embrasseront par préférence ; ainsi l'architecture civile et militaire, la sculpture l'orfèvrerie, la menuiserie, la charpenterie, la serrurerie, les jardins, la coupe des pierres, les manufactures et en général tous les arts et métiers susceptibles d'ornements seront la matière des leçons de ce professeur*[111]

Rien dans le programme exposé dans le plan n'approche de près ou de loin ce que nous pourrions désigner sous le nom de « dessin technique ». Ce qui s'en approche le plus est le dessin d'architecture, dessin des ordres de colonnes ou de charpentes. Le cœur de cet enseignement du dessin appliqué se trouve dans les dessins d'ornements des différents arts, ce qui peut contribuer à valoriser des métiers comme l'orfèvrerie ou la serrurerie, le « toyware »[112] qui se développe en France et en Angleterre. Autre ouverture vers la technique, le dessin d'impression sur tissu, destiné à renforcer la position commerciale des manufactures de textiles de Reims :

> *Le manufacturier, après s'être formé dans la première classe sera appliqué à dessiner des fleurs, des fruits, des arbres, des plantes, des feuillages différents compartiments de goût qu'on peut répandre si aisément dans la façon des étoffes (...) C'est par cette science que les manufactures de Paris, de Lyon et de Tours ont acquis cette perfection qui les a rendus si riches et si florissantes : celle de Reims pourra sans peine atteindre à ces avantages si ses fabricants déjà si ingénieux sont secondés par les règles infaillibles du dessin*[113].

Cette école de dessin est, dans le projet de la ville associée à l'école de mathématiques et son enseignement de la technique du dessin, sans être explicitement technique, donne des

---

[110] Plan des leçons que continuera de donner dans l'école de dessein de Reims M. de Montelon, ancien professeur de l'Académie de peinture et de sculpture de Paris, AMR, FAC 693 L21.

[111] *op.cit.*

[112] On voudra bien pardonner cet anglicisme, « quincaillerie de décoration » a quelque chose de péjoratif.

[113] *op.cit.*

compétences de base nécessaire aux élèves qui pourraient avoir à dessiner une machine ou un dispositif technique. Mais le dessin de plan, avec les vues différentes et les coupes n'est pas mentionné. Compte tenu de l'obligation faite au professeur de l'école de mathématiques de se charger de l'entretien de l'installation hydraulique de la ville et d'en dresser le plan conforme, obligation répétée pour les successeurs de Fery dans leurs contrats[114], la formation à la technique du dessin vient en aide à l'utilisation du dessin pour le graphisme technique. Cela n'est pas explicitement énoncé mais l'entrainement aux gestes du dessin est indispensable au tracé de schémas techniques.

5.4 UN PROJET AVORTE : UNE ECOLE DE MATHEMATIQUES « THEORIQUES » NEWTONIENNE

Nous n'avons pas trouvé de trace de fonctionnement de cette école mais dans les évolutions du programme initial après le départ de Fery, nous constatons que le cours de mathématiques a été complété par le calcul différentiel et intégral, ce qui confirme que cette école « théorique » n'a jamais vu le jour. Il est néanmoins très intéressant de considérer les quelques lignes que consacre Pouilly à cette école, en particulier dans la lettre plus personnelle qu'il adresse à Fouchy. La première école est jugée suffisante pour la plupart des artistes, mais il existe des arts, des techniques, où des outils plus puissants sont nécessaires pour y faire des recherches et comprendre les raisons du bon – ou mauvais – fonctionnement de ces techniques. Il faut donc former des artistes en quelque sorte plus savants que ceux formés par la première école. Ce qui s'exprime alors est la conviction que le progrès des techniques va nécessiter une meilleure maîtrise des outils scientifiques les plus nouveaux. Ces artistes « avancés » ont besoin d'un outillage mathématique « avancé ». On comprend alors la raison de la dénomination que Pouilly donne à ses écoles, mathématiques « pratiques » et mathématiques « théoriques ». Les mathématiques « pratiques », celles dont nous avons le programme détaillées sont en fait un mélange de mathématiques au sens propres et d'applications des mathématiques à diverses techniques. Les mathématiques « théoriques » que nous ne connaissons que dans les grandes lignes renversent la perspective. Il faut former les artistes d'abord aux outils mathématiques fondamentaux que sont les calculs différentiel, intégral et exponentiel, avancées récentes en cette première moitié du XVIIIe siècle. Il faut les former ensuite aux principes fondamentaux de la dynamique tels que vient de les énoncer Newton dans les *Principia.* Pouilly qui s'est confronté aux *Principia* en a gardé le souvenir

[114] Contrats de Nicollic, 29 décembre 1749, de Jurain, 27 novembre 1752, AMR FAC 693 L20.

d'une grande difficulté et exprime la nécessité d'un accompagnement pour ceux qui vont s'y confronter pour faire progresser dans les techniques l'analyse des corps en mouvements, la mécanique rationnelle[115] :

> *On expliquera dans la première année les meilleurs livres français ou latins sur l'algèbre et l'application de l'algèbre aux mathématiques, sur les calculs différentiel, intégral et exponentiel.*
> *On expliquera dans la seconde année les principes mathématiques de M. Newton et tout ce qui s'est fait de meilleur sur la théorie du mouvement, soit dans les milieux non résistants soit dans les milieux résistants*[116].

Dans le traité établi avec Fery, Pouilly formule les mêmes objectifs, de façon moins précise pour les mathématiques, plus précise sur l'étude de la mécanique newtonienne :

> *Le cours y sera de deux ans, on y expliquera les meilleurs éléments imprimés latins ou français, d'algèbre, d'analyse des sections coniques, d'astronomie et les principes mathématiques de la philosophie naturelle de M. Newton avec les commentaires des Pères Jacquier et Le Seur*[117].

Nous retrouvons dans cette volonté et dans les intentions fondatrices de cette deuxième école ce qui fait lien entre les différents protagonistes, la mécanique newtonienne que l'on veut appliquer à la technique. L'aspect gravitation universelle des *Principia* n'est pas ici ce qui compte le plus. Comme nous l'avons dit, ce projet a avorté et la mécanique newtonienne n'a pas fait l'objet d'un enseignement. Seul le calcul différentiel et intégral ainsi que le calcul exponentiel[118] ont été repris dans l'organisation de Nicollic et de ses successeurs. Ils ont, en fait, réorganisé l'enseignement sur un cycle de trois ans, avec un relatif déséquilibre des effectifs, une vingtaine dans la première classe, cinq ou six, voire moins dans les seconde et troisième classe.

---

[115] La mention de la « mécanique rationnelle » apparaît pour la première fois dans le vocabulaire académique dans *HARS 1771* (page 61) où la section « mécanique » est séparée en « mécanique rationnelle et « mécanique pratique ».

[116] Lettre du 14 juillet 1747 de Pouilly à Fouchy, AADS PS juillet 1747, Pouilly fixe la barre très haut, l'étude des mouvements dans les milieux résistants représente une difficulté singulière.

[117] Traité entre la ville de Reims et le Père Fery, 8 juillet 1747 (AMR FAC 693 L20).

[118] Il s'agit probablement de l'utilisation des logarithmes, la trigonométrie hyperbolique en cours de définition en est certainement exclue.

5.5 UN FONCTIONNEMENT PERENNE ET UNE COHERENCE

En nous interrogeant sur le niveau des élèves, nous avons été amenés à examiner le registre des paiements et des notations des élèves bien au-delà de notre période de référence. Ce dépassement de la période était indispensable pour s'assurer que le projet des années 1747-1751 avait eu une réalisation pérenne avec des confirmations du fonctionnement cohérentes avec le projet initial. Le niveau d'atteinte des objectifs de l'école apparaît alors dans ce regard sur le devenir de l'école, par les débouchés qui s'offrent aux élèves. L'objectif visé, le dessein qui guide l'établissement de cette école, sont, nous l'avons vu, doubles. Le premier, est proclamé, répété avec emphase, développé dès les appels à la souscription qui en 1746 avaient préparé le terrain de la négociation avec l'Académie. Il s'agit du développement des arts et manufactures de Reims par l'amélioration de la compétence technique des élites économique. Le second est la formation des enfants de la noblesse ou des « *gens aisés* »[119] à l'examen d'entrée dans les écoles du Génie ou d'Artillerie. En 1769, des correspondances entre l'Académie et le Conseil de ville attestent bien que cette fonction de classe préparatoire existe bien et qu'elle va se poursuivre. En 1775, un arrêt du conseil du Roi permet l'attribution de brevets de maîtrise sans exécution de chef-d'œuvre aux bons élèves de l'école, preuve de la vitalité d'une formation technique reconnue et obtenue par une autre voie que la voie habituelle des métiers réglés.

Le registre des élèves avec les paiements et les appréciations s'arrête en 1780, nous n'avons pas de preuve formelle de fonctionnement au-delà de 1784, l'école a probablement disparu au moment de la Révolution. Les effectifs oscillent entre 20 et 30 élèves, répartis assez vite, nous l'avons dit en trois classes. Les débouchés des élèves, vers les arts et vers les écoles militaires nous montrent une bifurcation vers des états différents, maître de métier d'une part, élèves d'une école comme celle du Génie de Mézières qui est un modèle de ce que sera l'Ecole Polytechnique[120].

5.5.1 La maîtrise sans chef-d'œuvre

Nous nous permettons un petit rappel du parcours professionnel des « artistes », pratiquant un art au sein d'un métier réglé. Dans l'économie de l'époque moderne les

[119] Avis de souscription de 1746, p. 2 AMR FAC 692, L19.

[120] Cf. B. Belhoste, « Les origines de l'Ecole polytechnique. Des anciennes écoles d'ingénieurs à l'Ecole centrale des Travaux publics », *Histoire de l'éducation. Les enfants de la Patrie, Education et enseignement sous la Révolution française*, N° 42 1989, pp. 13-53.

producteurs de biens ou les marchands installés dans une ville sont, en général, organisés en métiers jurés ou en métiers réglés (on ne les appellera « corporations » qu'au moment de leur suppression en 1774 puis de leur rétablissement en 1776). Seul un « maître de métier » a le droit de commercialiser sa production. Pour acquérir ce « brevet de maîtrise » il faut suivre le parcours professionnel :

- Apprenti (vers 14 ans, la durée est variable suivant les métiers)
- Compagnon (ouvriers engagés à l'année en général mais souvent longtemps)
- Réaliser le « chef-d'œuvre » pour être reconnu maître par ses pairs.

Le nombre de maître est limité par les statuts des communautés dans les villes, les tensions entre famille, héritiers, compagnons sont souvent vives, car les maîtres en place souhaitent évidemment faire succéder leurs fils dans leur statut. Réaliser un chef-d'œuvre, c'est montrer sa compétence professionnelle à partir d'une technique apprise essentiellement par l'oralité, l'imitation, à l'intérieur d'un atelier avec ses « secrets de métiers », son langage propre. Cependant, dès 1721, l'Académie, à l'occasion de l'examen d'une invention de serrure, avait assorti son approbation, dans la partie réservée aux machines et inventions approuvées, d'un commentaire sur les qualités requises pour obtenir un droit de maîtrise :

> *Une serrure du Sr Aumont qui l'avait faite pour être reçu maître serrurier et afin qu'elle lui tînt lieu de chef-d'œuvre. Elle est à 24 fermetures qui dépendent de 12 pêles fourchus ou à deux têtes. Chaque pêle ferme à deux tours de clef et leur mouvement dépend d'une mécanique que l'on ne connaît jusqu'à présent dans aucune sorte de serrure. On a trouvé que les courbures employées aux dents des roues et de certains pignons marquaient dans l'auteur ou beaucoup de connaissance ou beaucoup de génie d'invention. La manière dont on attache cette serrure, par le canon même, a paru très ingénieuse et l'Académie a cru que le tout méritait beaucoup mieux le droit de maîtrise que tout autre chef d'œuvre qui n'aurait eu qu'une certaine adresse d'exécution*[121].

Nous ne sommes pas surpris d'une telle position, la connaissance l'emporte, dans l'esprit des commissaires qui ont rédigé cet avis, sur l'adresse d'exécution, l'habileté manuelle, la technique apprise par l'imitation, l'oralité et l'apprentissage traditionnel. A cette observation sur ce qui justifie le mieux l'attribution d'un droit de maîtrise, répond la demande faite par le Conseil de la ville de Reims à l'intendant de Champagne, d'obtenir le droit de décerner un brevet en faveur des plus méritants des élèves des écoles de mathématiques et de dessin. Le 11 septembre 1775, à la réunion du Conseil de ville, celui-ci examine la demande faite à

[121] *HARS* 1721, p. 98. Le mot « pêle » n'est pas dans le dictionnaire de Furetière, il faut certainement lire « pêne ».

l'intendant de Champagne, la réponse de celui-ci, et enfin reformule sa demande.[122] Le conseil a initialement demandé à l'intendant deux brevets par an, un pour l'école de mathématiques, l'autre pour l'école de dessin à répartir annuellement entre les communautés de métier. L'intendant demande, en réponse, que le Conseil lui fournisse un état du nombre de maîtres des communautés de métiers associé à un projet de répartition sur un cycle de dix années. L'élaboration de cet état qui fait apparaître des écarts significatif de ces nombres en fonction des métiers amène alors le Conseil à proposer une répartition pondérée et, se rendant compte de l'effet déstabilisateur de la création de trop de brevets, réduit sa demande à un par an, à répartir entre les métiers, suivant leur effectif, comme exposé dans le tableau suivant :

Métier	**Nombre de maîtres**	**Année de délivrance de brevet**
Quincaillers, fondeurs, chaudronniers	42	1, 7
Sergiers	Non dénombrés (d'eux-mêmes ils en proposent 3)	2, 6, 10
Serruriers, tourneurs, vitriers et brodeurs	49	3,8
Maçons	32	4
Menuisiers	32	5
Orfèvres et tapissiers	28	9

Dans la répartition la communauté des charpentiers a disparu, sans explication, bien que leur effectif soit de 30, comparable aux maçons. Nous pouvons sans doute y voir une volonté de fermeture du métier à des candidats dispensés de chef-d'œuvre. Des métiers se sont regroupés, à l'évidence le conseil a négocié avec les communautés qui disposent sans doute de représentants au conseil ou de relais d'influence.

La demande a été transmise par l'intendant et la réponse est fournie sous la forme d'un extrait du Conseil d'Etat du Roi du 23 décembre 1775. Le Conseil d'Etat du Roi accède à la demande en ajoutant, toutefois, une condition supplémentaire, le titulaire du brevet ainsi obtenu par ses succès scolaires, devra effectuer un apprentissage de 18 mois, ou moins si les statuts de la communauté le spécifient. Les deux écoles, de mathématiques et de dessin sont considérées comme un même établissement et sont dite gratuites[123]. L'arrêt reprend dans ses

[122] Extrait du registre des délibérations du Conseil de l'hôtel de ville de Reims, du onze septembre mi sept cent soixante quinze, (AMR FAC 692 L19), texte complet en annexe 16.

[123] Nous n'avons pas trouvé de trace du moment où l'école est devenue formellement gratuite.

attendus le contenu de la requête du Conseil de ville qui rappelle les liens avec l'Académie et la finalité pratique des écoles :

> *(...) que les professeurs ayant été successivement nommés par les officiers municipaux d'après le choix déféré à l'Académie des Sciences et que l'on a rien omis de ce qui pouvait faire fleurir ces écoles, que cependant il manque à cette institution le droit de donner une lettre de maîtrise à celui des élèves qui le jour de la distribution des prix aura paru le mieux mériter. Cette grâce que ces encouragements que le Roi a bien voulu accorder à l'école de [Paris] est plus capable que tout autre d'encourager les pères de familles à envoyer leurs enfants aux écoles de mathématiques et de dessein dont le but n'est pas seulement d'enseigner une simple théorie dans les mathématiques et les principes de la figure dans l'école de dessin, mais de former des élèves pour les manufactures et pour les principaux arts mécaniques qui se pratiquent dans la ville de Reims et de contribuer par là à l'augmentation de son commerce*[124].

Dans sa demande la ville de Reims fait référence à une école située à Paris qui aurait obtenu un privilège équivalent[125]. Les motivations du Conseil de la ville de Reims sont multiples, dites et non dites. La promotion de l'école, la promotion des manufactures est proclamée mais nous pouvons également nous demander s'il ne s'agit pas d'une stratégie de contournement du chef-d'œuvre pour des élèves dont le père serait déjà maître de métier. Même si l'école est devenue gratuite, les jeunes gens de condition modeste ne peuvent durablement être à la charge de leur famille et se dispenser du compagnonnage et de la voix d'accès à la maîtrise qu'est le chef-d'œuvre, même si cette voie est difficile. Au-delà des métiers se profilent les manufactures, sans doute textiles, qui peuvent être le fait de maîtres sergiers qui, ce n'est sans doute pas un hasard, offrent trois brevets sur le cycle des dix ans et ne sont même pas dénombrés alors que l'on pressent des réticences des autres communautés à ouvrir leur rangs à des élèves des écoles.

L'arrêt du conseil est effectivement appliqué, ainsi le 25 août 1778, un brevet de maître maçon est attribué au sieur Nicolas Serrurier au vu de ses bons résultats :

> *(...) il résulte que le Sr. Nicolas Serrurier a mérité pour l'année 1778 le susdit brevet pour son application, ses succès et sa bonne conduite et qu'en même temps il a rempli les 18 mois d'apprentissage prescrit par le dit arrêt (...)*

---

[124] Extrait des registres du Conseil d'état du Roi, 23 décembre 1775, AMR, FAC 692 L19.

[125] Dans *L'invention technique au siècle des Lumières* (p. 137), Liliane Hilaire Perez cite le teinturier François Gonin dont les élèves formés à ses nouvelles teintures obtiennent le titre de maître mais en exécutant deux chefs d'œuvre, examiné par l'académicien Hellot mandaté par le Bureau du commerce. Il s'agit peut-être de cette école.

Nous avons audit Sr. Serrurier décerné par le présent acte le susdit brevet pour lui valoir de lettre de maîtrise dans la communauté des maîtres maçons de la dite ville de Reims, à charge pour lui d'en observer les règlements et statuts et notamment de se faire reconnaitre en la dite qualité par devant les officiers et police de la ville de Reims[126].

Nous retiendrons de l'octroi de ce privilège qu'une telle école peut devenir un lieu de formation technique différent de l'apprentissage. Comme le remarquait l'Académie dans le compte-rendu de 1721 que nous avons cité, les connaissances sont plus importantes qu'une simple habileté d'exécution, la formation dans une école peut alors dispenser de démontrer sa capacité à exécuter un chef-d'œuvre. Le changement de régime de la pensée technique se lit dans ce passage de la nécessaire habileté et de la technique pratique à une technique soutenue par les « principes ».

Ce débouché dans le monde économique, conforme aux vues des fondateurs, se double d'une autre voie, elle aussi évoquée par les fondateurs mais avec moins d'insistance. Cela se comprend, autant l'accès aux positions des élites économiques de la ville restait en bonne partie entre les mains des représentants de ces élites dans le Conseil de ville, autant l'accès aux écoles des armes savantes n'était pas garanti. De même que nous avons trouvé dans la décision d'attribution des brevets en 1775 la confirmation du débouché vers les arts, dans des correspondances échangées entre des académiciens examinateurs de ces écoles et le Conseil de ville, nous voyons aboutir ce projet de mettre la « jeunesse choisie » au niveau des écoles d'Artillerie et du Génie.

5.5.2 La classe préparatoire aux grandes écoles

Fondée en 1748 l'école royale du Génie de Mézières[127] est en quelque sorte un prototype de l'école d'ingénieur contemporain. Monge qui y a dirigé les études s'en est inspiré pour la création de l'Ecole Polytechnique. Dans leur article commun Bruno Belhoste, Antoine Picon et Joël Sakarovitch mettent en évidence les caractères propres des écoles des Ponts et Chaussées et du Génie[128]. Ils soulignent que l'enseignement de l'école du Génie a un caractère plus théorique que celui de l'école des Ponts. En particulier :

---

[126] Acte d'attribution du brevet de maçon par Gaspard Louis Rouillé d'Orfeuil Intendant de la province et frontière de Champagne (AMR, FAC 692, L19).

[127] Cf. R. Taton E*nseignement et diffusion des sciences au XVIII*^{e} *siècle*, pp.559-615.

[128] B. Belhoste, A. Picon, J. Sakarovitch, Les exercices dans les écoles d'ingénieurs sous l'Ancien Régime et la Révolution dans *Histoire de l'éducation*, n° 46, 1990. Travaux d'élèves. Pour une histoire des performances scolaires et de leur évaluation, pp. 53-109.

L'Ecole du Génie conçue par Chastillon est divisée en école de théorie et école de pratique. L'école de théorie est sous le contrôle de l'examinateur du Génie, l'académicien Camus[129].

Ecole de théorie, école pratique, académicien voilà quelques mots qui nous rappellent l'école de Reims. Les deux écoles sont contemporaines, fondées en 1748, liées à l'Académie des Sciences. Même si nous manquons de preuves formelles, il est difficile d'y voir seulement le fruit du hasard. L'examen d'entrée repose sur le cours de mathématiques de Camus, présenté à l'approbation de l'Académie en 1749 et 1750[130].

L'école d'Artillerie de La Fère instituée en Ecole royale des élèves de l'Artillerie en 1756, faisait partie du groupe des écoles d'Artillerie avec Metz, Strasbourg, Perpignan et Grenoble. Nous avons vu que Bélidor y a enseigné les Mathématiques, avant Deidier. L'abbé Nollet, autre académicien y a enseigné la physique à partir de 1757. Nous y retrouvons l'académicien Camus comme examinateur jusqu'en 1768 date de sa disparition. Nous avons mentionné que dès sa nomination, Jurain professeur de l'école de Reims avait été nommé correspondant de Camus. Il est remplacé par Bézout, comme examinateur des écoles d'Artillerie, et par Bossut, comme examinateur de l'école du Génie et tous les deux répondent à une demande du Conseil de ville, quasiment le même jour, respectivement le 17 et le 16 octobre 1768[131]. Bien que nous ne disposions pas de la demande, celle-ci est facile à établir. Dans les deux cas le Conseil demande aux successeurs de Camus de continuer, sinon à admettre des élèves sortant de l'école de Reims directement dans le corps de l'Artillerie, pratique que veut supprimer le duc de Choiseul, secrétaire d'Etat à la guerre, du moins à tenir compte de leur scolarité et de leurs résultats. Ainsi Bézout reconnait la qualité de l'école de Reims et suggère même que des élèves particulièrement méritants puissent être admis directement dans le corps de l'Artillerie, par dérogation accordée par Choiseul. Bézout précise également qu'il a pu, lui-même, constater le bon niveau des élèves au cours de l'examen d'entrée de l'année précédente :

Quoique l'intention de Mr le duc de Choiseul paraisse être de n'admettre à l'avenir, parmi les sujets qui aspirent à entrer dans le Corps de l'Artillerie, que ceux qui auront passé un certain temps aux anciennes écoles de ce corps, on n'en doit pas moins regarder

---

[129] *op. cit.*

[130] AADS, PS 1749 et 1750.

[131] Lettre de Bossut au Conseil de ville du 16 octobre 1768 et lettre de Bézout au Conseil de ville du 17 octobre 1768, AMR, FAC 692 L19.

comme très avantageux l'établissement que vous avez formé dans votre ville et l'attention particulière que vous donnez à le rendre utile au Corps de l'Artillerie.
Soit que les élèves que cet établissement procurera soient obligés de passer quelques temps aux anciennes écoles d'Artillerie, soit que sur les représentations que vous jugeriez à propos de faire à Mr. Le duc de Choiseul, ils en soient dispensés, vos soins patriotiques et éclairés ne peuvent qu'être très utiles. J'ai eu l'occasion de les reconnaître, ainsi que les talents distingués de Mrs vos professeurs dans l'examen dernier auquel quelques élèves de votre école se sont présentés avec succès. Je me ferai un devoir de suivre l'usage de Mr. Camus dans ce que vous me faites l'honneur de m'en faire connaître[132].

Il est clair que l'école fonctionne alors comme une école de préparation à l'accès aux écoles du corps de l'Artillerie voire même comme procurant une formation de qualité suffisante pour permettre l'accès direct. Si, comme nous l'avons noté dans l'article cité ci-dessus le cours de mathématique de Camus sert de référence à l'examen d'entrée, une comparaison globale des niveaux entre les ouvrages de Clairaut et Wolff (lui-même complété par Bélidor) nous montre qu'un élève ayant assimilé la formation de l'école de Reims n'est pas très éloigné du niveau du cours de Camus. Le niveau d'arithmétique est sensiblement équivalent, seuls les calculs trigonométrique à l'aides des logarithmes ne sont pas dans le cours de Clairaut mais nous pouvons certainement penser que l'enseignement dispensé à l'école a pu être enrichi depuis le programme initial de Fery et Nicollic.

Pour l'école de Mézières la réponse de Bossut est tout à fait dans la même tonalité, il assure au Conseil de ville qu'il continuera la pratique de Camus. Celle-ci n'est pas explicitée mais il semble bien que Camus admettait directement des élèves issus de l'école de Reims ou, en tout cas, les faisait bénéficier d'un jugement *a priori* favorable :

Vos écoles de mathématiques et de dessein sont un monument durable de votre soin pour les sciences et les arts. Elles répondent dignement à nos vues par les sujets distingués qu'elles fournissent à l'Etat en différents genres. Il est à désirer pour le Corps du génie, Messieurs, que vous continuiez à lui procurer des élèves munis de votre suffrage tant pour la science que pour la conduite et je suivrai à cet égard l'exemple de mon prédécesseur[133].

Ces correspondances nous confirment que le lien particulier entre l'école et l'Académie, établi à la fondation de l'école, s'est poursuivi dans les nominations, et s'est étendu aux écoles des armes savantes. Les examinateurs de l'entrée dans ces armes ou dans leurs écoles sont académiciens, non des moindres, Bossut a enseigné les mathématiques à l'école de Mézières avant de succéder à Camus la même année que celle de son entrée à l'Académie et il est resté

[132] Lettre de Bézout, AMR, FAC 692, L19.

[133] Lettre de Bossut, AMR, FAC 692, L19.

examinateur pour l'entrée à Mézières, puis à Polytechnique jusqu'en 1808, Bézout a donné son nom à un théorème encore enseigné sous son nom. Tous deux reconnaissent les qualités des élèves sortant de l'école de Reims, au-delà de la simple politesse, par expérience pour Bézout qui les a appréciés à l'examen. Tout anachronisme accepté, nous pouvons dire que vingt ans après sa fondation l'école est une « classe préparatoire à une grande école » d'un niveau reconnu par les académiciens. Citons Roger Chartier :

> *Par ses exigences pédagogiques, la manière de s'y préparer, la difficulté d'y réussir du premier coup, le concours de l'école préfigure ceux des « grandes écoles » du XIXe et du XXe siècle*[134].

Cependant il ne fait pas mention dans son article de l'école de Reims, pourtant établie par les correspondances de Bossut et de Bézout.

Nous avons trouvé une confirmation inattendue et sans doute anecdotique, de la pérennité de ce lien établi entre l'école de Mézières et l'école de Reims. Les archives municipales conservent une liasse de documents dépareillés provenant de l'école de Mézières, par exemple un exercice de l'attaque de la place de Gravelines. Cette liasse acquise à la fin du XIXe siècle pourrait bien indiquer que dans la mémoire des archivistes le souvenir d'un lien de l'école de Mézières, alors disparue, avec la ville de Reims n'était peut-être pas perdu[135].

5.6 CONCLUSION DU CHAPITRE 5

De l'aveu même de l'Académie, dans son approbation du prospectus de 1751, l'école de Reims est unique en son genre au moment de sa fondation, elle s'inscrit néanmoins dans un contexte de création d'institutions d'enseignement de la technique d'un nouveau type. Au tournant des années 1740 les premières écoles d'ingénieurs sont fondées en France. Elles sont destinées à procurer à l'Etat des cadres techniques de haut niveau, que ce soit les ingénieurs des Ponts et Chaussées ou les officiers du Génie qui peuvent parfois être en compétition avec ceux-ci. Mais l'école de Reims n'a pas vocation à former des ingénieurs d'état ni des ingénieurs dont la dénomination n'existe pas encore, des ingénieurs civils. Entre les ingénieurs et les artistes, les artisans, elle installe un niveau intermédiaire et ses élèves peuvent alors se diriger vers des métiers des « techniques civiles » en ayant acquis une

[134] R. Chartier, « Un recrutement scolaire au XVIIIe siècle : l'Ecole royale du génie de Mézières », *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, tome XX, juillet septembre 1973, pp. 353-375.

[135] Je dois à l'amabilité du personnel des AMR d'avoir dressé, avant ma visite, une liste exhaustive des cotes et références concernant l'école de Reims en y joignant cette liasse (AMR 56 S4).

formation qui les met en surplomb de cette technique ou vers les carrières des « techniques militaires » en ayant acquis une formation leur permettant de suivre l'enseignement des écoles des armes savantes. Fin d'étude technique d'un coté, classe préparatoire d'un autre, elle a en commun de structurer un enseignement de la technique non plus sur l'apprentissage, l'imitation, l'oralité, voire même les traités de réduction en art, mais sur un enseignement où la théorie précède la pratique, où l'on expose les principes avant de les « réduire en pratique » ou de les « réduire en exécution ».

Sa fondation résulte d'abord de la volonté de progrès économique des élites de la ville, au premier rang Louis-Jean Levesque de Pouilly soutenu par un Conseil de ville éclairé. Parmi les membres de ce conseil certains et non des moindres, à commencer par les Pouilly, inscrivent leurs enfants dans cette école. Développer les manufactures, faire venir des élèves étrangers, faire rayonner la ville de Reims, toute fausse « concordance des temps » assumée, voilà un programme que ne renierait pas un maire contemporain. Avec la conviction que ce progrès économique peut passer par un progrès technique soutenu par un enseignement renouvelée de la technique, ces notables de province inaugurent un mouvement nouveau. Nous ne voulons pas affirmer que cette seule école annonce, à elle seule, toutes les écoles d'arts et métiers et autres écoles d'ingénieurs qui vont se développer en cette deuxième moitié du XVIIIe siècle et début du XIXe, mais si l'on veut bien pardonner cette image, si une hirondelle ne fait pas le printemps, elle est en général suivie par d'autres et par le printemps.

L'originalité et la singularité de l'école réside dans la conjonction de cette volonté avec la rencontre du cercle académique. Entre l'Académie qui, dans toutes ses modalités de réflexion ou d'action dans le domaine des techniques, affirme avec force le primat des principes, la recherche constante des causes plutôt que la description des effets, et un enseignant fondateur, le père André Fery, qui commence toutes les rubriques de son programme d'enseignement par l'exposé de la théorie avant de passer à la pratique, la communauté de pensée est évidente. Si la relation personnelle entre Pouilly et le secrétaire perpétuel de l'Académie n'est certainement pas étrangère à ce patronage improbable, il n'en reste pas moins que la pensée technique est la même. Lorsqu'en dévidant tous les fils des relations entre les différents acteurs, nous découvrons des liens croisés et des échanges intellectuels qui dépassent ceux de la simple sociabilité, nous ne pouvons qu'être saisis par la densité de ces liens. Autour des *Principia* de Newton et de leur traduction en français par Madame du Châtelet, nous

retrouvons ceux qui les commentent, comme Jacquier et Le Seur, qui l'assistent comme Clairaut et ceux qui tentent de les comprendre puis les commentent comme Pouilly.

Dans le programme d'enseignement détaillé de Fery et de ses successeurs nous avons retrouvé toutes les matières qui forment le bagage nécessaire d'un ingénieur ou au moins d'un futur ingénieur et d'un architecte mais nous n'y trouvons pas les techniques des communautés de métiers de la ville de Reims. Les élèves sont bien destinés à conduire la technique et non à l'exécuter au plus près du geste et de la matière. Les manuels de cours, Wolff, Clairaut, sont des ouvrages de « mathématiques pratiques » ou des « éléments de géométrie et d'algèbre ». Il ne faut cependant pas exagérer le caractère abstrait auquel on pourrait penser, par exemple le cours de géométrie reste très orienté vers des opérations pratiques de mesure et l'enseignement mathématique n'est pas encore atteint de la fureur de l'abstraction contemporaine. Grâce au programme de Fery et aux ouvrages qu'il cite comme ses références, nous découvrons une bibliographie de la technique du milieu du siècle et ce n'est naturellement pas une surprise d'y retrouver de multiple noms d'auteurs, de censeurs, de correspondants et d'approbateurs, tous en lien avec l'Académie. Aucun de ces ouvrages n'a le mot « art » dans son titre pas plus que le mot « description », ce ne sont que des « traités », des « éléments » des « cours » des « ingénieurs ». L'*Encyclopédie* de Diderot commence sa parution en 1751, les *Description des arts* de l'Académie en 1759, ce sont en quelque sorte les derniers feux de la « Réduction en art ». Dans le domaine de la technique savante, une toute autre littérature est déjà publiée où la technique se calcule autant et plus qu'elle ne se décrit. Nous pouvons néanmoins remarquer un ensemble technique, les mines et la métallurgie, qui est le grand absent de ce programme, sans doute d'abord par l'absence potentielle de débouché dans la ville de Reims, mais aussi parce que mines et métallurgie ne sont peut-être pas encore susceptibles d'une théorisation aussi avancée. Certes tout le travail de géométrie dans le tracé des puits et galeries nécessite géométrie et trigonométrie qui ne sont pas absentes du programme mais la métallurgie est absente, sa théorisation sera plus lente, voire laborieuse, avant d'aboutir au XIXe siècle[136]. Le programme eût été sans doute encore plus encyclopédique, plus lourd, la chimie non plus n'y a pas de place et, dans une ville drapière, aucun cours n'est prévu sur les teintures que l'on doit encore considérer comme relevant des

[136] Cf. A-F. Garçon, *L'imaginaire et la pensée technique*, les chapitres 4 (Comment l'Europe inventa le zinc) et 5 (L'acier, métal hors norme).

arts non déductible de « principes ». Teintures, métallurgie et chimie restent encore des techniques qui ne se prêtent pas vraiment à un enseignement théorique.

Rien ne laissait prévoir que l'Académie s'investirait dans l'enseignement de la technique mais entre le cas singulier de l'école de Reims et la responsabilité qui lui est confiée dans le système des examens d'entrée aux écoles du Génie et de l'Artillerie, elle s'y implique, elle y déploie et fait déployer cette même pensée de la technique que nous avons vues à l'œuvre dans toutes les autre modalités de son action dans le domaine des techniques. Le patronage de l'école de Reims et les multiples liens avec les écoles militaires s'inscrivent dans cette dynamique de diffusion d'une pensée technique à travers une influence forte sur un type d'enseignement. Cela se retrouve dans la filiation de Mézières vers l'école Polytechnique à travers les académiciens examinateurs, enseignants, rédacteurs de manuels de base et dans un modèle d'enseignement de la technique de la théorie à la pratique reproduit plus modestement à Reims. *A contrario* nous ne trouvons pas de liens aussi étroits entre l'Académie et l'école des Ponts et Chaussées qui, sans négliger les mathématiques et les sciences, conserve un modèle d'enseignement encore proche de l'apprentissage, même très évolué, des ingénieurs confirmés vers les élèves ingénieurs, sans professeurs dispensant un enseignement théorique.

6 PENSER

De l'examen des inventions à la normalisation technique administrative, des descriptions des arts et métiers aux traités techniques et enfin dans un projet d'enseignement, nous avons vu l'Académie déployer une pratique multiforme de la technique. A la fois travail imposé et travail choisi, les raisons de ces travaux, de cette place significative de la technique dans une institution à vocation scientifique, sont contenues tout autant dans un projet propre à l'institution, que dans le règlement qui lui a été conféré. Derrière cette pratique académique une même pensée technique est à l'œuvre et cette pensée présente une originalité, une nouveauté qu'il importe de caractériser. En nous appuyant sur l'ouvrage d'A-F. Garçon, *L'imaginaire et la pensée technique,* nous voulons montrer que la pensée technique, la pensée opératoire de l'Académie se place à la fois pleinement dans le « régime de la technique » mais qu'elle devient une des premières instanciations de ce qu'A-F. Garçon désigne sous le nom de « régime de la technologie », non pas opposée au régime de la pratique et de la technique mais superposée, non pas hiérarchiquement mais comme tuilé temporellement sur ces derniers régimes. Au début du XVIIIe siècle, ce nouveau régime de la pensée opératoire se met en place à partir de l'Académie et se diffuse dans la société.

Si le mot technologie semble s'imposer pour caractériser ce régime de pensée, les sens multiples du mot technologie, à la fois simultanés et successifs, constituent une difficulté singulière pour cette instanciation effective dans une institution particulière et dans un moment particulier. Il nous faut donc, à nouveaux frais, tenter de placer le sens que nous lui donnons pour nous aider à désigner le mode de pensée de, et sur, la technique qui est celui de l'Académie entre 1699 et 1750. Un retour historiographique nous permet de délimiter le sens que nous retenons, qui correspond à une « scientifisation » de la technique. En revenant sur le discours des acteurs eux-mêmes qui produisent un discours fort sur les liens entre science et technique, nous pourrons mieux montrer que la pensée opératoire de l'Académie s'inscrit bien dans le régime de la technologie.

Nous y sommes guidés par les approches communes des techniques qui sont celles de l'Académie quand elle examine, expertise, décrit, étudie, enseigne la technique. Ce qui est en jeu n'est pas ce que les académiciens pensent et disent de la technique à l'extérieur du monde de la technique mais comment ils « font de la technique ». Dans toutes leurs approches, ils ne

se placent pas en acteurs extérieurs à la technique mais en acteurs directs, acteurs d'un nouveau genre, mais acteurs. Nous ne pensons pas qu'ils pratiquent une science de la technique mais bien qu'ils pratiquent la technique d'une manière particulière. Dans cette approche, l'adjectif « technologique » nous semble davantage pertinent que le mot « technologie », comme le mot « rationnel » porte un sens plus délimité peut-être mais parfois plus opératoire que le mot « raison ». Comme ce dernier mot, la technologie change de sens entre le singulier et le pluriel et cela nous alerte sur la difficulté de son emploi. Au risque d'apparaître réducteur, trop simplificateur peut-être, nous cherchons à montrer que la pensée opératoire de l'Académie, acteur de la technique, entre dans le régime de la technologie ou, comme nous le dirons plus souvent, qu'elle déploie une pensée technologique ou encore qu'elle pense technologiquement la technique.

6.1 UN MOT REDOUTABLE

Le mot « technologie » est peut-être aujourd'hui devenu inutilisable tant il véhicule de sens multiples. Il est indifféremment utilisé avec le mot technique dans le discours médiatique dans lequel nous baignions. Il est utilisé de façon non moins confuse dans l'industrie, même celle qui est dite « de pointe », ainsi dans la revue interne d'un groupe industriel présentant une nouvelle organisation, nous trouvons la définition suivante :

> *La Direction générale stratégie, recherche et technologie définit et met en œuvre la stratégie et la politique scientifiques et techniques du groupe. (...) Elle regroupe les structures de recherche et technologie et les domaines technologiques clés (KTD), en charge du pilotage de la R&T. (...) elle définit les leviers d'amélioration de l'ingénierie et s'assure de l'identification et de la mise en œuvre des synergies techniques au sein du groupe*[1].

Ce texte, parfaitement clair pour un usage interne, renvoie à des réalités internes non ambigües mais utilise plusieurs mots, scientifique, technique, technologie, technologique, ingénierie, dans des sens qui ne sont peut-être pas communs à tous. Nous ne citons pas cet exemple en guise de dérision, répétons le, il est très clair pour qui possède les codes linguistiques internes. Il illustre, en revanche, assez bien les multiples acceptions des mots dont nous devons d'abord nous débarrasser pour tenter de revenir au mode de pensée de l'Académie des sciences du XVIIIe siècle.

[1] On comprendra que, pour des raisons de discrétion, l'entreprise ne soit pas citée.

Cette confusion technique-technologie n'était peut-être pas fatale, même dans le monde anglo-saxon elle est récente, mais elle s'est imposée. Il existe, en parallèle, de nombreux usages de ce mot qui le placent à l'extérieur du monde de la technique, utilisés par des penseurs de la techniques plus que par des scientifiques ou des hommes de la techniques. Ce mot a alors une histoire beaucoup plus ancienne, que nous ne referons pas mais dont nous voulons rappeler quelques étapes.

Il n'en reste pas moins que nous pressentons bien qu'il existe plusieurs manières de penser ses actions pour les acteurs engagés dans la production d'objets techniques, plus ou moins complexes. A partir de la distinction proposée par A-F. Garçon[2], entre les différents régimes de la pensée opératoire, le régime de la pratique, le régime de la technique et le régime de la technologie, nous pourrons proposer une définition que nous espérons opérante, de ce dernier régime, afin de la retrouver dans la pensée opératoire de l'Académie. Redisons-le également, nous avons utilisé indifféremment des expressions qui peuvent apparaître choquantes, la « pensée de l'Académie » ou bien « l'Académie pense ». Nous nous sommes autorisé cette personnalisation d'une institution en nous appuyant sur le travail de Mary Douglas qui montre l'influence fondamentale mais invisible d'un style de pensée qui est le propre d'une institution, à la fois construit par les pensées propres de ses membres et par l'interaction mise en commun de ces pensées particulières, reprenant la pensée d'E. Durckeim :

> *Les classifications, les opérations logiques, les métaphores privilégiées sont données à l'individu par la société. En particulier le sentiment de la vérité a priori de certaines idées et de l'absurdité de certaines autres se transmet en tant qu'éléments de l'environnement social*[3].

Dans une institution aussi fortement structurée, hiérarchisée, où les enjeux de carrières et de reconnaissance ne sont certainement pas mineurs, une pensée collective imprègne nécessairement tous les membres de celle-ci.

6.1.1 La confusion

Le mot est aujourd'hui porteur de sens multiples, pas toujours cohérents, marqué par la confusion faite avec le mot *technology* de la langue anglaise, bref un mot « valise », porteur du sens que l'on veut bien lui attribuer. Cette confusion sémantique qui s'est maintenant

[2] A-F. Garçon, *L'imaginaire et la pensée technique*.

[3] M. Douglas, *Comment pensent les institutions.*

installée[4], technique/technologie, et qui relève selon nous autant du snobisme que d'une certaine ignorance, n'était pas fatale mais elle est advenue. Même dans le monde anglo-saxon, cette ambivalence de sens « technique/technology » semble relativement récente. Dans un livre « bible » des premiers ingénieurs travaillant sur le radar, le *Radar Principles,* édité en 1946 par la MIT *Radar School,* celle-ci, précisément, donne comme objet à ce qui sera un ouvrage de référence :

> *(...) for the purpose of training officers in the principles and techniques of ultra short wave and microwave radars* [et plus loin] *: radar may be defined as the art of detecting (...) should be explored in details the techniques and tactics of the art*[5].

Donc pour les spécialistes radar qui éditent ce livre, il n'est question que de technique et d'art, le vieux mot du XVIIIe siècle survit encore. Plus près de nous, en 1962, un autre ouvrage de référence américain sur le radar précise ainsi dans son introduction le vocabulaire qui sera utilisé :

> *The subject matter of electrical engineering may be classified according to (1) components, (2) techniques and (3) systems. Components are the basic building blocks that are combined, using the proper techniques, to yield a system*[6].

Le MIT, *Massachusetts Institute of Technology*, n'utilise pratiquement pas, sur son site Internet[7], le mot *technology* dans la liste de ses cours, programmes, écoles etc. Le mot n'est utilisé que globalement dans le sens de technique, le plus souvent associé à « science » et dans le sens d'enseignement des techniques particulières qui sont désignées par le plus souvent par « *engineering* ». Sur les sites Internet des universités de technologie de Compiègne ou de Belfort-Montbéliard nous ne voyons pas que ces universités enseignent « la technologie »

---

[4] La pochette du DVD de *l'Encyclopaedia Universalis* porte la mention suivante : *L'Universalis électronique est reconnue d'intérêt pédagogique par le ministère de l'Education nationale, Direction de la technologie*, c'est donc la technologie qui juge de l'intérêt pédagogique ...

[5] M.I.T Radar school staff, *Principles of radar,* Mac Graw-Hill, New York and London 1946 : *dans le but de former les officiers dans les principes et les techniques des radars à ondes ultra courtes ou hyperfréquence ... le radar peut être défini comme l'art de la détection ... on explorera en détail les techniques et les tactiques de cet art.*

[6] Merrill I. Skolnik, *Introduction to radar systems,* Mac Graw-Hill, New York, 1962 : *Les matières du génie (ingéniérie) électrique peuvent être classées en composants, techniques, et systèmes. Les composants sont les briques de base qui sont assemblés en suivant les techniques appropriées pour aboutir à un système* (les mots soulignés sont en italiques dans l'ouvrage).

[7] http://web.mit.edu/ Education (consultation du 2 juin 2013).

mais qu'elles forment des ingénieurs[8]. Le mot « technology », même en anglais renvoie donc à un concept qui surplombe des techniques multiples à l'œuvre dans des arts. Nous pouvons déduire de cette approche, à l'intérieur du monde de la technique contemporaine, que ce mot, utilisé au singulier, recouvre un ensemble de savoirs constituant le bagage nécessaire pour un ingénieur[9]. Il n'est donc pas justifié de considérer, un peu rapidement, que le mot anglais *technology* se traduit directement par technique. Dans l'environnement linguistique français contemporain le Petit Robert expédie le mot très rapidement :

Etude des techniques, des outils, des machines; V. Technique[10].

On reste dans le vague, de quelle étude s'agit-il ? Et en final on renvoie au mot technique, preuve d'une indécision. Mais, à partir des exemples cités ci-dessus la notion d'étude assimilée à enseignement nous renvoie à un mot générique, ne contenant rien d'autres que les connaissances scientifiques et techniques que possède un ingénieur, sommes de savoirs et de savoir-faire nécessaires à l'accomplissement de son métier. Lorsqu'il est utilisé au pluriel, comme très souvent actuellement, il semble, en revanche, que la confusion des sens techniques/technologies est à peu près totale[11]. Nous pouvons également citer les précautions que prend François Russo qui se refuse à utiliser le mot, du fait de sa confusion avec le mot anglais[12]. En remontant alors aux origines du mot nous constaterons tout d'abord que cet usage du pluriel n'est jamais employé.

6.1.2 Historiographie

Il n'est pas ici question de refaire l'histoire du mot technologie et de ses définitions successives, cela a déjà été traité par Jacques Guillerme et Jan Sebestnik[13], Hélène Vérin[14],

---

[8] Sites de l'UTC et de l'UTBM, (consultations du 2 juin 2013).

[9] Nous tenons de conversations avec des ingénieurs que le sens qui leur apparaît en premier, après avoir pointé la dualité des mots technique et technologie, renvoie à un concept assez flou très proche de l'enseignement des savoirs scientifiques et techniques jugés nécessaires au métier d'ingénieur.

[10] Petit Robert 1973, p. 1754.

[11] Dans le milieu journalistique, paraphrasant Flaubert et son dictionnaire des idées reçues, nous pourrions dire : « technologies : toujours hautes ».

[12] F. Russo, *Introduction à l'histoire des techniques,* p. 207.

[13] J.Guillerme et J.Sebestnik, « Les commencements de la technologie », *Thalès*, Paris, PUF, 1968, repris dans *Documents pour l'Histoire des techniques,* avec post face de J. Sebestnik, n°14, octobre 2007 pp. 49-133.

[14] « La technologie : science autonome ou science intermédiaire, dans *Documents pour l'Histoire des techniques,* n°14, octobre 2007 pp. 134-142.

Anne-Françoise Garçon[15], nous nous référons également à la thèse, soutenue par Benjamin Ravier[16], ainsi qu'aux nombreuses conversations que nous avons eues ensemble sur ce sujet et enfin, au séminaire « Pensée technique » du centre d'histoire des techniques[17] de l'université Paris 1.

Aux origines, au XVIe siècle, le mot n'est pas lié à la technique, mot qui n'existe pas encore, il n'est pas dans le monde des arts. Il désigne pour Pierre de la Ramée, Johann Heinrich Alsted ou William Ames aux Etats Unis, une science que l'on veut construire pour organiser les savoirs, les mettre en ordre[18]. Au XVIIIe siècle que ce soit chez les auteurs anglais[19] chez Beckmann ou chez Wolff, la technologie se constitue, comme science de l'action chez Wolff, et comme classification des métiers chez Beckmann. Cette science n'est pas destinée au monde de la technique dans un premier temps, elle vise à organiser les savoirs et on attend de cette organisation une meilleure connaissance et une meilleure maîtrise des arts, la technologie de Beckmann est une science camérale, destinée aux administrateurs. Ces auteurs visent en premier lieu à conceptualiser et à formaliser afin d'établir des descriptions méthodiques et de produire une construction de savoirs sur les arts, unifiés avec un langage commun (Les *Descriptions des Arts, L'Encyclopédie, l'Encyclopédie méthodique*). J. Guillerme et J. Sebestik les appellent joliment « descriptions rapsodiques » ce qui marque bien le caractère à la fois inachevé et peut-être inachevable, de ces entreprises. Beckmann considère, en premier lieu, que la technologie représente l'entreprise globale de description méthodique des arts et il destine son enseignement d'abord aux administrateurs et non aux artisans et aux techniciens :

> *(...) la technologie n'est pas d'abord un prolongement de la mécanique et de la chimie elle est une discipline camérale, économique (...) En ce sens, la technologie Beckmanienne est bien plus près de l'Encyclopédie que des Descriptions de l'Académie*[20].

---

[15] Les trois états de la technologie, approche historique d'un régime de pensée, XVIe-XXe siècle, article paru en anglais dans *New elements of Technology* et *L'imaginaire et la pensée technique.*

[16] Soutenance le 12 septembre 2013, *Voir et concevoir les théâtres de machines (XVIe-XVIIIe siècle).*

[17] Centre d'histoire des techniques du CH2ST/EA 127/IHMC.

[18] A-F. Garçon, *op. cit.*

[19] Robert Dossie, William Lewis, William Bailey ; nous ne citons que les noms, n'ayant pas travaillé sur ces auteurs cités par Liliane Hilaire-Perez en séminaire le 23 mai 2013.

[20] Article cité, p.88.

Nous avons pointé un écart entre les descriptions de l'Académie et celles de *l'Encyclopédie* dans l'approche de techniques, ou d'arts, qui ne sont plus le fait d'individus isolés mais qui mobilisent plusieurs types de compétences coordonnées par ce que l'on appellera de plus en plus des ingénieurs. Plus loin l'écart entre une technologie descriptive et une technique en construction est souligné par les auteurs :

> *La technologie beckmanienne ignore le détail des mécanismes et ne regarde guère le machinisme industriel (...) Dans un concept prospectif la technologie beckmanienne enveloppe une archéologie*[21].

Il convient toutefois de prendre en compte l'évolution de la pensée de Beckmann qui revient, en 1806, à l'objectif exprimé dans l'introduction de son ouvrage initial L'*Anleitung zur Technologie*[22]. Dans un opuscule, l'*Entwurf der allgemeinen Technologie*[23], abandonnant le découpage descriptif, il propose un autre fil conducteur permettant de regrouper les opérations élémentaires et communes des arts à partir d'un concept de « procédés généraux » qu'il désigne par « intentions ». Le concept d'intention renvoie à la classification que propose François Russo dans son *Introduction à l'histoire des techniques* : le couple procédé-résultat très éclairant pour lire l'histoire des techniques. Cette autre aspect de la technologie découle des descriptions et, franchissant un pas d'abstraction, cherche à isoler, dans un art quelconque, des gestes ou des processus opératoires élémentaires que l'on pourra énoncer pour les valoriser dans l'échange économique[24] mais également, le geste ainsi rendu abstrait – polir, tourner, découper – les mécaniser et les rendre répétitifs, standardisés, étape indispensable du machinisme industriel. A partir du premier sens attribué au mot par Beckmann, apparaît une bifurcation de sens, d'un côté :

> *le sens qui la rattache aux descriptions beckmaniennes et qui deviendra une discipline particulière des techniques, discipline de portée assez limitée*[25].

et d'un autre côté :

---

[21] Article cité, p.90 note applicable aux deux citations suivantes.

[22] Introduction à la technologie.

[23] Article cité p. 92, le titre n'est pas traduit dans l'article, nous pourrions le traduire par « Une ébauche des technologies générales ».

[24] L. Hilaire-Perez a exposé cette notion de geste et de processus opératoire chez les artisans entrepreneurs londoniens au séminaire du centre Alexandre Koyré le 25 mars 2010 dans un travail d'habilitation à paraître.

[25] *op. cit.*

le sens de la définition théorique qu'en donne Beckmann et qui finira par désigner l'ensemble de l'activité technique fondée sur l'application des sciences aux procédés de l'industrie[26].

Dans la technologie « beckmanienne » il y aurait ce qui est explicite, les descriptions des arts, puis la description plus abstraite des gestes mais le lien avec la connaissance et la méthode scientifique n'est pas énoncé. Dans l'article « Technologie »[27] de *l'Encyclopædia Universalis,* J. Guillerme, avant toute définition détaillée, parle « *d'avènement de la pensée technologique »*, il commence par analyser la définition de Wolf (*une connaissance scientifique des métiers et des ouvrages de l'art*) et il souligne qu' « *une technologie scientifique suppose la science moderne »*. Nous sommes donc renvoyés à une pensée qui emprunte, échange avec la science en construction, des méthodes de raisonnement, – pratique expérimentale, modélisation, calcul mathématique – tout autant que des résultats constitués. Les connaissances mathématiques, l'observation, les mesures, les expérimentations permettent au mécanicien d'approcher des concepts physiques de force, travail, puissance, suffisamment pour produire des énoncés marquant un progrès dans la technique des machines. Le sens attribué se rapproche très nettement de celui de la bifurcation identifiée[28] comme la mise en application de la science aux procédés de l'industrie.

En risquant une certaine exagération, nous pourrions dire que la technologie camérale ne concerne pas plus les artistes des métiers que les ingénieurs ou les académiciens qui sont à la fois, comme nous l'avons vu, des savants et des techniciens qui n'utilisent pas ce mot et ne forment aucun projet de classification des arts. Ainsi les descriptions sont publiées séparément, les volumes réunissent des arts aussi différents que l'art du serrurier, l'art du chandelier, et l'art d'exploiter les mines de charbon[29]. Nous voudrions ici proposer une analogie entre la technologie de Beckmann ou de Wolff et l'histoire naturelle de Buffon. Face au monde foisonnant des arts, des techniques, des découvertes et des procédés nouveaux, face à la croissance d'une catégorie d'acteurs, les ingénieurs qui mettent de la rationalité dans la

[26] *op. cit.*

[27] *Encyclopædia Universalis*, version numérique, 2008. La rédaction de cet article est postérieure à celle de l'article de *Thalès.*

[28] Article cité, p. 91.

[29] Tome VI des descriptions, édition de Neufchâtel.

technique[30], comme face au monde naturel des animaux et des plantes, la classification, la mise en ordre apparait comme une urgence. L'analogie avec l'histoire naturelle avait déjà été notée par J. A. Borgnis :

> *Cette science [la technologie], comparable à l'histoire naturelle par son étendue et son utilité est trop vaste pour être cultivée dans toutes ses parties par un seul homme*[31].

Nous pourrions également opérer un autre rapprochement de termes avec des sciences descriptives, au moins au XVIIIe siècle, comme la zoologie qui se donne comme premier but la description et la classification dans l'espoir peut-être d'en déduire des connaissances opératoires. La technologie classificatoire se présenterait alors comme une méta-réduction en art, réduire les arts en art en quelque sorte. Il est alors compréhensible que cette démarche n'intéresse que médiocrement les artistes et les ingénieurs, les académiciens se situant alors au croisement de la science et de la technique, plus soucieux, nous l'avons vu, du développement d'une technique savante que d'une classification des techniques. Si la technologie classificatoire est la plus fréquemment traitée dans l'historiographie, au point de la qualifier au moins à titre de questionnement[32], de science humaine, l'entreprise générale de rationalisation des techniques, de « scientifisation » de la technique, donc de la pensée technique[33], est tout à fait décelable chez Wolff. A-F. Garçon nous montre que dans sa *Logique*, il présente la technologie comme l'outil majeur de sa philosophie, comme une « science des arts et des produits de l'art »[34], celle-ci s'oppose à la réduction en art et recherche les principes qui déterminent les gestes et les procédés des ouvriers exerçant un art. Son cours de mathématiques qui, nous l'avons vu, est, du moins dans sa traduction, le manuel de base des élèves de l'école de Reims, représente, sans le dire, une autre forme de technologie qui repose sur l'explication rationnelle des arts à partir de leur mathématisation.

---

[30] Nous empruntons cette expression à A. Picon dans *L'invention de l'ingénieur moderne : l'Ecole des Ponts et Chaussées (1747-1851).*

[31] J. A. Borgnis, *Traité complet de mécanique appliquée aux arts contenant l'Exposition méthodique des théories et des expériences les plus utiles pour diriger le choix, l'invention, la construction et l'emploi de toutes les espèces de machines.* Bachelier, 1818, cité par A-F. Garçon, *op. cit.*

[32] Le séminaire organisé par Liliane Hilaire-Perez en 2012-2013 porte le titre « La technologie science humaine ? ».

[33] F. Russo présente ce qu'il appelle la scientificité de la pensée technique et nous permettons ce néologisme de « scientifisation » pour caractériser le processus qui conduit à cette scientificité.

[34] Cf. Article d'A-G. Garçon, *op. cit.*

Dans un ouvrage assez peu cité[35], Jacques Guillerme réunit plusieurs textes, des plus anciens aux plus actuels dont l'assemblage constitue une histoire du mot et du concept. Dans l'introduction il éclaire ainsi le mot :

> *Décrire et exécuter sont radicalement hétérogènes. Pourtant c'est le langage, support du discours réflexif, qui donne au savoir-faire un statut social et des normes opératoires. La technique, activité biologique, emprise du vivant sur son milieu, se prolonge chez l'homme dans une technologie, c'est-à-dire un discours sur la pratique qui vise idéalement à se constituer en science normative de la production d'effets*[36].

J. Guillerme s'écarte ici de la technologie beckmanienne en réinsérant la technologie dans l'univers technique. Ces discours produisent donc des énoncés, des textes qui gouvernent la technique de façon raisonnée, qui s'appuient donc sur la raison et sur l'expression de la raison dans son rapport à la nature : les sciences avec les mathématiques comme outil fondamental du raisonnement et du discours scientifique. Nous nous trouvons donc devant un choix de sens, dans la mesure où nous examinons la possibilité d'utiliser le mot technologie. Soit nous considérons que la technologie a un statut de science[37], de connaissance, soit nous considérons que derrière le mot technologie se profile l'adjectif technologique qualifiant non plus une science extérieure aux techniques, des plus pratiques aux plus élaborées, mais une manière de « faire de la technique », de produire des objets techniques[38] de plus en plus complexes.

6.1.3 Choisir

Disons-le d'entrée de jeu, pour caractériser la manière de « faire de la technique », adoptée par l'Académie royale des sciences dès la première moitié du XVIIIe siècle, nous partons des concepts proposés par A-F. Garçon, la mise en évidence des différents « régimes de la pensée opératoire ». Pour résumer très brièvement, le régime de la pratique serait celui des artisans, le régime de la technique celui des ingénieurs et le régime de la technologie celui de l'environnement de l'action technique. Ce que nous avons constaté dans les différents modes d'action technique de l'Académie correspond, selon nous, au déploiement d'un régime de pensée intermédiaire, complètement technique car la pensée qui y est développée est

[35] J. Guillerme, *Technique et technologie.*

[36] J.Guillerme, *op. cit. p*. 4.

[37] H. Vérin, « La technologie : science autonome ou science intermédiaire », *op. cit.*

[38] L'installation et la motorisation des pompes du pont au change est un exemple d'objet technique complexe, comme l'est aujourd'hui un avion.

pleinement celle des ingénieurs du temps. Mais elle est plus que technique car les ingénieurs existaient avant l'Académie, faisaient aussi des calculs et se plaçaient en médiation entre connaissance théorique et savoirs pratiques. Par sa volonté d'asseoir la technique sur la science elle modifie l'environnement de l'action technique en la mettant sous contrôle de la science. C'est donc dans un rapport plus étroit entre science et technique, d'abord par les méthodes plus que par l'échange de résultats, que se construit ce régime de pensée qui comporte à la fois des caractères du régime de la technique mais aussi les premiers caractères du régime de la technologie. Nous désignerons, pour faire bref, par pensée technologique[39] ce régime de pensée intermédiaire, plus que purement technique mais pas complètement technologique. La technologie classificatoire ne caractérise pas cette pensée technologique débutante, les réticences de l'Académie vis-à-vis des descriptions nous l'ont montré. Il ne s'agit donc pas encore d'une pensée extérieure à la technique mais d'une pensée intérieure à la technique qui vise idéalement à comprendre, à expliquer le « pourquoi ça marche » plutôt que le « comment ça marche ». Cette pensée opératoire, liée à la pensée scientifique, opère avec les outils, les méthodes et, quand cela est possible, avec les résultats de la science. Comme la science, elle va chercher à caractériser des faits techniques reproductibles, le mouvement d'une roue à aubes ou la construction d'une voûte par exemple, à observer et établir des corrélations, à formuler des lois techniques. Ces lois ne sont sans doute pas d'une portée aussi générale qu'une loi scientifique, elles ne sont valides que dans des domaines plus restreints mais elles doivent servir à guider les réalisations techniques en faisant l'économie du passage par des phases itératives d'essais-erreurs-corrections ou du passage par la reproduction du connu, éventuellement extrapolé.

Hélène Vérin a formulé de deux façons différentes ce dilemme du statut de la technologie, de son utilité, de sa possibilité même. Dans *La gloire des ingénieurs,* la conclusion s'intitule « L'inachevable technologie » et son article qui conclut la réédition de l'article fondateur de Guillerme et Sebestnik s'intitule, nous l'avons vu, « La technologie science autonome ou science intermédiaire ? ». Devant l'émergence de cette catégorie particulière de praticiens de la technique que sont les ingénieurs, elle souligne bien le caractère intermédiaire de leur position, au sens étymologique de ceux qui sont entre activité scientifique intellectuelle et activité technique matérielle, celle des artisans et des ouvriers.

[39] Il serait convenable mais un peu lourd de dire « pensée technologique de l'Académie ».

Entre les discours des penseurs du XVIIIe siècle, de ceux qui les ont précédés et de ceux qui les ont éclairés de leurs réflexions et études, il serait inexact et injuste de n'y voir que des confusions, des hésitations, des contradictions. Nous y percevons au contraire le signe d'une réflexion nouvelle, qui se cherche, devant ce qui commence à apparaître dans les techniques, une nouvelle manière de penser pour agir sur le monde matériel, l'apparition d'une nouvelle pensée technique. Nous ne voulons pas trancher de ces questions, nous préférons en rester à une approche plus modeste. Nous abandonnons en quelque sorte le mot technologie sauf à en garder le sens englobant et un peu vague, d'ensemble des savoirs et des savoir-faire, que doivent posséder les ingénieurs qui sont médiateurs, entre une connaissance de type scientifique et une mise en œuvre de moyens conçus à l'aide de ces savoirs, à des fins pratiques exécutables. Les objets techniques de toute nature, produits suivant cette démarche de l'ingénierie précédant et accompagnant la fabrication, entrent dans le régime technologique de la pensée opératoire. Dernier signe de cet enchevêtrement de sens et d'approches, Christian Wolff, encore lui, dans la préface à la traduction allemande *l'Architecture Hydraulique* de Bélidor situe ce personnage intermédiaire :

> *Ceux qui veulent être mutuellement secourables se trouvent opposés ; comme chacun des partis méprise l'autre, la science et l'art ne peuvent que pâtir de leur incompréhension mutuelle. Dans ces circonstances il serait nécessaire que survînt un troisième homme qui réunirait en lui la science et l'art ; il remédierait à l'infirmité des théoriciens, il délivrerait les amants des arts du préjugé selon quoi ceux-ci pourraient se parfaire sans la théorie qu'il conviendrait d'abandonner aux cerveaux oisifs que le monde ne saurait employer à rien (...) En France on a reconnu que l'art ne peut être perfectionné sans théorie et c'est pourquoi on a fondé des institutions où l'on parfait l'éducation théorique des futurs ingénieurs. M. Bélidor a commencé à porter la théorie en exercice…*[40]

Revenant sur l'étymologie grecque du mot, la technologie se présente alors comme un discours raisonné – un λογος – et, dans le choix sémantique que nous avons fait, non pas sur la technique, mais de la technique.

6.2 UNE IDEOLOGIE DU PROGRES TECHNIQUE

Dans toutes les modalités d'actions techniques de l'Académie examinées dans les chapitres précédents, les exemples sont nombreux de ce régime technologique de la pensée

[40] C. Wolff, « Traduction allemande de l'architecture hydraulique de B. Bélidor, *Architectura hydraulica »,* 2 volumes, 1740, préface n.p. cité par H. Vérin dans « La technologie : science autonome ou science intermédiaire ? », *Documents pour l'histoire des techniques*, n° 14.

opératoire, nous les trouvons sans cesse dans ce rappel insistant aux principes dont la connaissance est indispensable pour trouver grâce à ses yeux. Un inventeur peut présenter une invention qui n'est pas approuvée, selon qu'il a ou non des connaissances de ces principes le commentaire a une tonalité respectueuse ou méprisante. Avant même ces pratiques, dans les premiers écrits du début du siècle, l'Académie, par la voix de son secrétaire, expose une conception des liens entre sciences et arts qu'il nous faut prendre en compte en l'analysant. Au-delà du cercle académique, d'autres voix expriment des volontés analogues, celle de Diderot par exemple, même si son travail nous semble moins abouti que celui de l'Académie. Dans cette première moitié du siècle, avant toutes les créations d'écoles d'ingénieurs qui n'interviennent qu'à l'approche de 1750, un socle intellectuel s'est constitué. Il caractérise une idéologie, ce mot n'est pas péjoratif, qui va s'installer et nous osons penser que cette idéologie a progressivement marquée la formation des ingénieurs en France.

Dans les chapitres précédents nous avons exposé les différentes modalités d'action que l'Académie met en œuvre dans son rapport aux techniques, aux arts. Les premiers, nous l'avons vu, ne résultent pas d'un choix mais plutôt d'une obligation. Nous de devons pas perdre de vue que la finalité première de l'Académie est le développement des connaissances scientifiques. Les académiciens doivent se consacrer à la science de leur classe d'appartenance sans toutefois s'y borner exclusivement mais le rappel de la priorité est net dans le règlement :

> *Quoique chaque académicien soit obligé de s'appliquer principalement à ce qui concerne la science particulière à laquelle il s'est adonné*[41].

Au-delà de ce que l'on pourrait qualifier de leur cœur de métier, les obligations d'examen d'invention et d'expertises diverses font partie d'un système d'échange avec l'administration royale qui finance l'Académie dont elle attend un « service technique » devenant nécessaire. Mais, nous l'avons vu, tous les académiciens ne participent pas également à ce service. D'Alembert, si prompt à louer les arts mécaniques, n'arrive qu'au 17ème rang des académiciens en termes de moyenne annuelle des commissions. Au-delà encore de cette obligation, une part importante de l'activité académique est occupée par ce que nous avons appelé des études ou des recherches techniques et une partie significative des académiciens s'y appliquent. La pensée technologique, telle que nous l'avons définie, trouve dans ces recherches une instanciation évidente, nous avons souvent qualifié ces académiciens

[41] Article 22 du règlement.

chercheurs dans le domaine technique d' « académiciens technologues ». Certes, cette pensée structure complètement les examens et les expertises et sert à disqualifier quelque peu les descriptions, mais, dans ces études elle se déploie, dirons nous à l'état natif.

Dès le tout début du siècle, dans la préface du premier volume de l'*Histoire annuelle*, Fontenelle en exposait le programme en installant une relation particulière entre science et technique. Le texte est d'ailleurs repris in extenso dans la préface de *l'Histoire du Renouvellement* paru en 1708[42]. Ce texte se présente comme un programme de justification de la recherche scientifique par les applications pratiques, techniques donc, de ses résultats. La volonté de lier les progrès techniques aux connaissances scientifiques est déjà présente et Fontenelle en donne des exemples destinés à « réhabiliter » la recherche scientifique pure en montrant les progrès techniques qui peuvent en résulter. Il nous faut bien reconnaître que ce type de discours de justification de la recherche pure énoncé en 1701 a eu, et a encore, un bel avenir :

> *Mais à quoi sert-il que le goût des Mathématiques et de la Physique se répande ? De quelle utilité sont les occupations de l'Académie ? C'est une question assez ordinaire et que même la plupart des gens ne proposent pas trop comme une question. Peut être ne sera-t-il pas hors de propos de donner sur cela quelques éclaircissements.*
> *On traite volontiers d'inutile ce qu'on ne sait point, c'est une espèce de vengeance et comme les Mathématiques et la Physique sont assez généralement inconnues, elles passent assez généralement pour inutiles. La source de leur malheur est manifeste, elles sont épineuses, sauvages et d'un accès difficile*[43].

L'exemple paradigmatique que donne Fontenelle est celui des satellites de Jupiter dont l'observation rapportée à des tables de passage permet de mesurer, sur terre, avec une grande précision, la longitude d'un point du globe terrestre, mesure impossible sur mer, nous l'avons vu au chapitre 3 :

> *Pourquoi tant d'observations si pénibles, tant de calculs si fatigants, pour en connaître exactement leur cours (...) En vertu d'un raisonnement si plausible on aurait du négliger de les observer avec le télescope et de les étudier et il est sur qu'on y eût beaucoup perdu*[44].

---

[42] *HARS 1699, 1701* et *Histoire du Renouvellement de l'Académie Royale des sciences,* 1708.

[43] *HARS 1699,* préface, p.iii- iv.

[44] *Op.cit.* p. iv.

Mais ce qui apparaît comme le plus nouveau dans l'approche de Fontenelle, est la hiérarchie établie et revendiquée entre science et technique, ainsi, prenant l'exemple des progrès du nivellement et de leurs applications dans la construction des canaux et des écluses :

> *Des maçons et des mariniers ont été soulagés dans leur travail, eux-mêmes ne se sont pas aperçus de l'habileté du géomètre qui les conduisait, ils ont été mus à peu près comme le corps l'est par l'Ame qu'il ne connaît point, le reste du monde ne s'aperçoit encore moins du géomètre qui a présidé l'entreprise et le public ne jouit du succès qu'elle a eu qu'avec une espèce d'ingratitude*[45].

A l'occasion de l'analyse du programme de l'école de Reims et du cours de C. Wolff nous avons déjà relevé la présentation des « mathématiques mixtes » comme fondement d'une approche rationnelle des arts. Il se trouve certainement une part de défense de la nouvelle institution qui, à lire entre les lignes, aurait été critiquée et jugée inutile. La justification de la recherche pure par les résultats mis en pratique fait partie de l'arsenal classique de la défense de cette recherche. En prenant l'exemple de la cycloïde dont l'étude et la mise en équation ont effectivement un côté gratuit[46], il présente l'application d'une utilité évidente, la forme des pendules isochrones. Mais cette préface ne se réduit pas à une défense de la science pure, il s'y trouve également l'établissement d'une dépendance de la technique par rapport à la science :

> *L'utilité des mathématiques et de la Physique, quoiqu'à la vérité assez obscurs, n'en est pas moins réel. A ne prendre les hommes que dans leur état naturel, rien ne leur parait plus utile que ce qui peut leur conserver la vie et leur produire les Arts qui sont d'un si grand secours et d'un si grand ornement à la société. (...) Pour les Arts dont le dénombrement serait infini ils dépendent les uns de la physique, les autres des mathématiques*[47].

Les mots sont parfaitement clairs, dans la pensée technologique de l'Académie que nous avons vu à l'œuvre dans son interaction avec la technique, celle-ci n'est pas indépendante de la science, elle en dépend. Peut-être est-ce le tout début de cette interminable discussion des liens entre science et technique. Dans ce qui apparaît comme une première articulation explicite entre sciences et techniques, non par des techniciens pratiquant la réduction en art, mais par des scientifiques professionnels déployant une pensée technologique, nous ne

---

[45] *op. cit.* p. v.

[46] Courbe décrite par un point d'un cercle roulant, sans frottement sur une droite ou à l'intérieur ou à l'extérieur d'un autre cercle. La stupide question « A quoi ça sert ? » est alors pleine de sel.

[47] *op. cit.* p. vii.

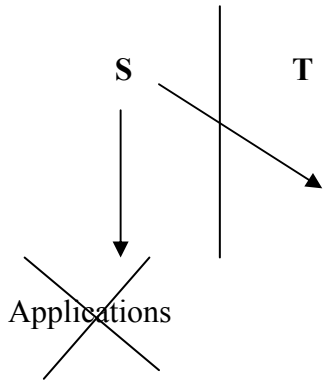
pouvons que constater l'affirmation de ce lien entre sciences et techniques au début du siècle des Lumières. Cette pensée technologique n'est pas coupée de la démarche ancienne du monde de la technique, qui commence à la réduction en art du XVIe siècle et que l'on retrouve sous diverses formes qui, toutes, pourraient être condensées dans une expression un peu triviale mais significative : il s'agit de « mettre de l'ordre dans la technique ». En introduisant des normes, des règles, des bonnes pratiques, des connaissances scientifiques non pas appliquées mais transposées, réutilisées au même titre que des outils ou des matériaux ou des méthodes, il est possible de produire ce qui est fondamental dans la technique, un résultat[48]. La pensée technique franchit une nouvelle étape, elle s'émancipe de la technique immédiate, celle qui est reconnaissable par les praticiens de la technique, pour constituer un discours « savant », des méthodes, des connaissances qui deviennent des préalables au progrès technique. Si nous voulions conserver le mot « technologie », dans les écrits de l'Académie sur la technique il serait possible de substituer aux titres divers comme « *Nouvelle théorie des pompes* », « *La plus grande perfection possible des machines* », « *L'art de transformer le fer forgé en acier* » des titres unis par le mot même de technologie « Technologie des pompes, des moulins hydrauliques, de la métallurgie du fer ». Il est difficile enfin d'éviter, dans cette réflexion sur la pensée technologique, les liens qui se tissent entre science et technique. Une technique ne se déduit pas linéairement d'une connaissance scientifique. On ne passe pas directement de l'ordre du vrai ou du faux à l'ordre de l'efficace, on ne peut pas parler d'une « application » de la science à la technique mais d'un lien plus élaboré. Dans l'article où il rappelle ce que fut le travail du séminaire de Georges Canguilhem, le citant :

> *L'application de la science est rendue possible par une technique préalable et indépendante*[49].

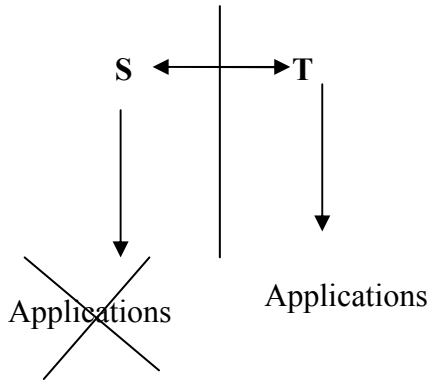
Jan Sebestik reproduit également le schéma de cette interaction :

[48] Dans *Introduction à l'histoire des techniques*, F. Russo intitule la première partie « Résultats ».

[49] Jan Sebestik, « Les commencements de la technologie, Postface/préface » dans *Documents pour l'histoire des techniques,* n° 14 octobre 2007.



Nous pourrions compléter le schéma en « redressant » à l'horizontale le lien entre science et technique pour signifier qu'il ne s'agit pas d'une dépendance temporelle ou hiérarchique et en matérialisant l'échange des deux domaines par une double flèche.



La technologie devient alors ce lien de communication entre science et technique comme l'exprime J. Guillerme, cette fois dans la définition du mot « technologie » :

> *En d'autres termes une technologie scientifique suppose la science moderne ; la limite primitive de ses conditions de possibilité est contemporaine de la mécanisation des figures de l'univers et de la mathématisation de la physique entreprises au XVIIe siècle*[50].

Il faut souligner que J. Guillerme qui a contribué à clarifier cet obscur objet qu'est la technologie, nous replonge dans une certaine perplexité en introduisant une nouvelle expression « technologie scientifique ». Cela voudrait-il dire qu'il existerait une technologie qui ne le serait pas ? En posant cette question il se peut que nous tenions un fil conducteur qui permet de relier la réduction en art à la normalisation des techniques par des normes, des pratiques, des savoirs venant à la fois de la pensée scientifique et de l'inachevable volonté,

[50] Article « Technologie » dans *L'Encyclopædia Universalis Version 2008 V13.*

sans cesse renouvelée, de mettre de l'ordre dans la technique. Lorsque nous disons un fil conducteur, ce n'est pas un enchaînement de cause à effet, mais une réflexion sur l'existence de différentes manières de penser la technique qui se distinguent de sa pratique. Nous nous trouvons en présence d'une pensée technologique qui se développe et ce qui se fait jour à l'Académie représente l'étape de l'association plus affirmée de la science et de la technique au travers d'une pensée qui intègre des modalités de la science en constituant, par la scientificité d'une pensée technique, une première technique « scientifique ». Il s'agit bien d'un constat, ce que l'on observe dans l'activité académique présente un caractère novateur dans le domaine de la pensée technique, il n'y a nulle téléologie à affirmer que cela annonce la technique scientifique de l'ère industrielle.

6.3 LES CARACTERES DE LA PENSEE TECHNOLOGIQUE DE L'ACADEMIE

Nous avons mentionné ce que François Russo appelle dans son *Introduction à l'histoire des techniques*[51] la scientificité de la pensée technique. Nous pouvons peut-être considérer que cette partie est insuffisamment traitée, en particulier l'historicité de ces caractères de la pensée technique n'est pas, à notre avis, assez développée. Partir de ces caractères nous permet, néanmoins, d'approfondir ce que nous avons appelé la pensée technologique de l'Académie en les confrontant à la pensée de l'Académie, lue à travers ses pratiques. Devant les confusions possibles liées au mot technologie, F. Russo s'est refusé à l'employer pour caractériser la technique qui s'appuie sur la science. Nous prendrons la liste des caractères de scientificité qu'il donne, telle qu'elle est, à notre sens, à la fois chronologique et graduelle, du plus concret au plus abstrait. Dire que l'Académie entre dans le régime de la technologie ne se résume pas à l'invocation répétée, quasi incantatoire, des « principes ». Nous devons chercher à aller plus avant et cette caractérisation opérée par F. Russo nous servira de guide. Ce ne sont pas les applications de connaissances scientifiques qui nous importent, elles ne sont pas éclatantes en ce début de XVIIIe siècle, à l'exception fondamentale des mathématiques et de la mécanique rationnelle, la « théorie du mouvement », comme la nomme les fondateurs de l'école de Reims, mais bien la méthode scientifique appliquée à la technique. Ces caractères sont au nombre de sept : l'observation, l'expérience, les recettes, les mesures, les formules et lois empiriques, la rationalité et la théorisation. Il y a une certaine identité de nature entre formules, recettes, lois empiriques. Il s'agit de déduire des règles applicables à une technique

[51] *op. cit.* 2ème partie, chapitre II, pp. 193-211.

donnée à partir de seules séries expérimentales et de mémorisation raisonnée de « ce qui a marché ». Dans leur recherche des principes, il va de soi, que pour les académiciens cette approche n'est pas idéale et ils donnent une place importante au couple expérimentations-mesures rationnellement conduites, qui est à la source de lois expérimentales. La rationalité se retrouve dans la place éminente, fondamentale, qu'ils accordent au calcul, à la théorisation et à une pratique que n'a pas explicitement retenue F. Russo, la modélisation.

6.3.1 L'observation

C'est peut-être une évidence mais il est bon de le rappeler, l'observation joue un rôle clé dans la technique, elle est le fait de tous les acteurs, des exécutants aux praticiens plus avertis, des constructeurs de machines aux inventeurs et aux théoriciens. B. Gille notait déjà l'attention très fine de Léonard de Vinci à des phénomènes très complexes comme l'écoulement des cours d'eau[52]. L'observation technique ne se laisse pas définir aisément, elle se place au cœur même de tous les régimes de pensée opératoire, d'abord dans la reconnaissance du semblable. Dans les régimes de la pratique et de la technique, la répétition des gestes, des procédés, tient une place considérable et elle ne peut être efficace que confrontée à une mémoire visuelle. Le maître forgeron conduisant une forge, un haut fourneau à l'époque moderne, guide son travail par l'observation de la couleur du fer rougi au feu ; nous savons aujourd'hui que cette couleur est une fonction directe de la température du fer et le forgeron n'a pas d'autre moyen de connaître la température du fer que cette observation visuelle de la couleur. Par son apprentissage, il s'est constitué mentalement une palette de couleurs qui, comparée à la couleur observée au cours de son travail, détermine les actions. L'observation peut être comparaison à des modèles, à des dessins. Il n'y a rien « d'empirique », dans son sens péjoratif habituel, au contraire la comparaison du geste technique en train de se faire avec tous les gestes efficaces dont on a soigneusement gardé la mémoire, repose sur une observation consciente. Il peut paraître surprenant de placer l'observation comme un caractère bien présent dans la pensée technologique mais il importe de souligner que l'observation reste bien présente également dans la science. Nous pourrions citer sans peine de nombreuses découvertes scientifiques qui sont issues de l'observation attentive, que l'on confond parfois naïvement avec le hasard. Alexander Fleming n'a pas découvert la pénicilline « par hasard » mais parce que c'était un observateur attentif, capable

[52] B. Gille, *Les ingénieurs de la Renaissance*, Paris, Seuil (Points Sciences), 1992, p. 184-188.

d'interroger rationnellement un phénomène qui, peut-être, avait déjà échappé à d'autres. Au cœur de ce type d'observation nous trouvons la sensibilité à l'imprévu, à « ce qui cloche », à ce qui n'est pas déductible rationnellement des connaissances scientifiques déjà constituées et ce pourquoi il faut trouver d'autres hypothèses, d'autres expériences, d'autres calculs.

Cette importance de l'observation raisonnée comme un préalable à la fois pour la science et pour la technique est soulignée par l'Académie :

> *Cet ouvrage, d'ailleurs rempli de vues et de réflexions curieuses nous a paru marquer beaucoup de savoir dans l'auteur sur la matière qui fait son objet et un esprit d'observation peut être encore plus rare et plus utile dans les sciences et les arts que le savoir même*[53].

Dans l'examen des inventions les commissaires, non seulement observent les modèles et les projets, mais se déplacent pour observer « en vraie grandeur » les machines, les inventions. L'accumulation des examens et des observations qui leurs sont liées contribue à constituer une mémoire des procédés techniques, associée à la connaissance des ouvrages techniques antérieurs. Dans les expertises techniques, l'observation représente la première étape de l'analyse, d'abord savoir « où on en est », ce que sont les pratiques pour raisonner et améliorer et proposer des solutions. Dans les descriptions des arts, l'observation est reine. Même si les descriptions ne sont pas placées très haut dans l'estime académique, elles permettent de classer et de mettre de l'ordre dans les premières observations et à ce titre contribuent à la construction de la pensée technologique. Nous avons vu, par exemple, que Réaumur, Parent Hellot et du Fay énoncent clairement qu'ils sont partis de l'observation pour aller à la recherche des « principes » et que, dès qu'ils sont en mesure d'énoncer ces principes, ils considèrent que la description revêt moins d'importance. C'est seulement à partir de ce passage initial par l'observation que les académiciens sont en mesure de la dépasser par des hypothèses, des idées d'expérimentations, de modélisations ensuite, qui débouchent sur des calculs et des principes. Parent observe « technologiquement » les moulins hydrauliques des environs de Paris, il remarque l'anormal, c'est-à-dire le réglage de la roue à la limite du blocage et il déduit de ces observations que le paramètre important est le rapport de la vitesse des aubes à celle du courant. Par cette observation il interprète le phénomène pour rationaliser la question de l'efficacité de cette machine et cela le conduit à établir les relations – en

[53] R 2 avril 1735, commentaires sur un traité présenté par Bélidor au nom de M. Bigot de Morogues concernant la force de la poudre à canon.

vocabulaire contemporain – entre la puissance fournie et ce rapport des vitesses. Dans ce type d'observation, le regard est encadré, guidé par le raisonnement, le questionnement. Devant le réglage approximatif des mécaniciens, l'observateur détecte la relation avant de la formaliser et de la mettre en équation en ne se laissant pas détourner par ce qui n'est que second, c'est-à-dire la démultiplication des engrenages qui ne modifie pas la donnée d'entrée fondamentale qui est la force exercée sur les aubes. L'observation du technicien, de l'ingénieur, est épurée des observations contingentes et produit une analyse du fait observé qui se trouve réduit à l'essentiel mesurable. Ce type d'observation est dynamique, procédural et, sans pouvoir retrouver ce qu'a pu être la pensée de Parent, nous pouvons tenter d'en imaginer des étapes plausibles : partir de la machine bloquée donc de l'équilibre statique des forces motrices et résistantes puis voir la diminution de la force résistante qui entraine la mise en mouvement et en déduire que le raisonnement statique est nécessairement faux. Comme il a probablement observé des moulins réglés, au contraire, à une vitesse des aubes trop proches de celle du courant et fournissant donc une puissance faible il peut en conclure que si le rapport de la vitesse de l'aube à celle du courant passe de 0 à 1, l'effet de la machine qu'il ne peut nommer mais qu'il comprend intuitivement passe de 0 à 0. Une telle fonction passe nécessairement par un maximum[54] dans l'intervalle de variation[55]. L'observation se situe à la fois au début et au milieu du raisonnement.

Nous pourrions reprendre nombre de mémoires techniques produits par les académiciens et y retrouver ce caractère de base de la scientificité de la pensée technologique. C'est seulement à partir de ce passage initial par l'observation que les académiciens sont en mesure de la dépasser par des hypothèses qui vont ensuite conduire à des calculs, des observations, des théorisations.

6.3.2 Expérimentation et mesure.

Pour les savants que sont les académiciens, acteurs du développement de la science moderne, l'expérience est au fondement de la démarche scientifique :

[54] Rigoureusement on devrait dire un extremum, ce pourrait être un minimum mais le savant Parent se comportant en ingénieur ne s'intéresse qu'à la solution réaliste, observable, une valeur négative de l'effet de la machine n'ayant aucune signification physique.

[55] Théorème de Rolle, académicien contemporain de Parent.

> *Les premiers réformateurs de nos idées sur la physique, Bacon, Galilée, Descartes ne se sont point lassés de nous recommander d'interroger la nature dans ses effets et par nos expériences, avant que d'en venir à la spéculation et aux conjectures (...)*[56].

Il convient tout d'abord de préciser les différences de signification de l'expérience dans les domaines scientifique et technique. Sans entrer dans une analyse épistémologique, dans une simplification que l'on voudra bien admettre, l'expérience scientifique vise à prouver la « vérité » d'une hypothèse, d'une loi que l'on veut la plus générale possible. Elle manipule des faits épurés, uniques, construits pour l'expérience en quelque sorte. Tel n'est pas le cas dans le domaine technique où il nous semble préférable d'utiliser les mots d'expérimentations ou d'essais. Ces essais ou expérimentations visent à vérifier le bon fonctionnement d'un dispositif technique, à mesurer ses performances ou encore à construire par des séries de mesures, des lois de nature purement expérimentale, non déduites d'une théorie ou d'hypothèses préalables. Une expérimentation technique peut également servir à valider une idée technique avant de la mettre en œuvre. Le processus technique d'essai/erreur, de correction, d'observation, est permanent mais la pensée technologique apporte à l'expérimentation technique une mise à distance par l'utilisation de la mesure et de la recherche de corrélation entre les phénomènes. Des expérimentations méthodiques permettent, nous l'avons vu, de dresser des tableaux de correspondance entre grandeurs. Sans nécessairement connaître les lois physiques qui les relient mais en dressant des tables de corrélations exactes, on peut en déduire rationnellement des résultats directement utilisables dans un domaine technique. La formalisation de pratiques ressort de la même attitude de réflexion et de rationalisation qui se dégage de la pratique technique pour aller vers un point de vue plus général, permettant la diffusion et la généralisation des bonnes pratiques. Expérimentations, mesures et observations conduisent à des lois que l'on qualifie un peu péjorativement d'empiriques mais qui sont souvent la seule attitude technique possible face à la complexité du réel. Alors que la science qui vise à la connaissance constitue des phénomènes simples, isolés de leur contexte, la technique qui vise à l'utilisation des phénomènes ne peut faire abstraction de la complexité du réel. Là où la connaissance est

[56] *HARS 1743*, p. 27, l'association de Descartes aux fondateurs de la science expérimentale est peut-être surprenante mais on peut y voir comme une révérence à un héros national.

imparfaite, des lois pratiques[57] non démontrées scientifiquement, sont convenablement opératoires[58].

L'expérimentation est presque sacralisée dans tous les discours que nous avons rencontrés sur les examens d'inventions ou sur les expertises, elle fait office de juge suprême mais elle ne se limite pas pour autant à un simple essai qualitatif qui ne démontrerait pas vraiment la validité d'une invention. Les académiciens prennent bien soin d'associer expérimentation et mesures de résultats ou effectuent des essais comparatifs quand les mesures sont difficilement accessibles, comme dans le cas des teintures. Les résultats chiffrés confortent un jugement qu'il soit positif ou négatif. Les commissaires se déplacent non seulement pour observer mais pour assister à des essais. L'expérimentation permet de bâtir des raisonnements et des modélisations sur des bases vérifiées, bien des mémoires techniques partent de mesures initiales obtenues par des essais. Ces mesures permettent de dimensionner ou de paramétrer correctement les modèles utilisés en assurant ainsi la validité des résultats.

La pratique de l'expérimentation et des essais ne se retrouve pas explicitement dans les descriptions des arts, encore que le recueil des informations dans les ateliers et le contact avec les « hommes de l'art » se sont accompagnés de démonstrations de gestes ou de pratiques[59], démonstrations indispensables à la compréhension des techniques mises en œuvre et à ce titre assimilables à des expérimentations. La longue expertise de du Fay sur les teintures vécue au milieu des ateliers ou celle d'Hellot chez les tireurs d'or de Lyon illustrent le caractère d'expérimentations de cette présence dans les ateliers où l'académicien non seulement observe mais encore mesure. Les expérimentations ou les essais que conduisent les commissaires examinant une invention ou menant une expertise sont quantitatives et accompagnées de comptes-rendus garantissant la reproductibilité de l'essai, nous en avons rencontrés de multiples exemples et nous en avons cités quelques uns dans les chapitres précédents. Dans le régime technologique de la pensée opératoire, l'expérience ne peut pas être improvisée, globale, qualitative, elle nécessite un protocole garantissant la

[57] L'utilisation de ce mot nous semble préférable à celle du mot « empirique », trop connoté péjorativement.

[58] On trouve facilement aujourd'hui des techniques très contemporaines qui continuent d'utiliser des formules pratiques comme la formule de Katzin qui donne la distance à laquelle le retour des échos de mer cesse d'être très pénalisant pour un radar installé sur un navire. La formule résulte essentiellement de séries d'expérimentations, elle a « résisté » à toute tentative de modélisation permettant de la démontrer par le calcul.

[59] Nous avons cité au chapitre 1 la nécessité de payer les ouvriers pour le temps consacrés aux entretiens nécessaires à la rédaction des descriptions dans les années 1690.

reproductibilité et la validité du raisonnement porté par cette expérience. Dans un compte-rendu d'examen d'une invention portant sur une nouvelle manière de construire les moulins à poudre, les commissaires analysent l'idée de l'inventeur qui est de séparer les mortiers où sont mélangés les composants de la poudre et de les isoler par des tranchées pour éviter les explosions en chaîne. Les commissaires font une remarque fondamentale en recommandant une série d'expériences dont ils donnent la procédure détaillée[60]. La conclusion de l'avis publié dans l'Histoire annuelle expose le raisonnement inclus dans l'expérimentation proposée :

> *Par là tout le désordre ne se fera que dans une cellule et cela même arrivera d'autant plus rarement que, le péril étant moindre, les ouvriers veilleront plus hardiment aux moulins. Il faudrait savoir par des expériences faites avec soins, à quelle distance de la poudre enflammée peut, ou ne peut pas, enflammer d'autre poudre selon la manière dont elle est placée. Cela déterminerait la distance et la disposition des cellules et réglerait la construction du moulin*[61].

Comme dans cet exemple, l'expérience a fréquemment, dans le monde de la technique, une vocation exploratoire, différant sensiblement de l'expérience scientifique qui a plus un statut de confirmation. Ce que ces expériences ont en commun est la nécessité de la « faire avec soin », pour en garantir la fiabilité, la rationalité. Dans la construction de ce type d'expérience, une rationalité préalable est à l'œuvre : distances et protections passives entre les mortiers de mélange de la poudre, procédure de mise à feu, observation des distances critiques. Les hommes de science parlent de protocole d'expérience, les hommes de la technique parlent de procédure d'essai mais la démarche que cela recouvre est bien identique.

Dans les recherches qu'il effectue sur la fabrication du fer blanc, Réaumur raisonne à partir d'observations et d'essais de différentes solutions acides propres à décaper le fer pour que l'étain s'y fixe le mieux possible[62]. Dans une première phase exploratoire il vérifie le principe d'utilisation du bain acide pour décaper et confirme ensuite ce qu'il savait par ailleurs, à savoir la supériorité technique et économique d'un bain à base de seigle fermenté. Il « théorise »[63] ensuite le décapage et en déduit un procédé alternatif qu'il confirme par l'expérimentation du procédé. Sa démarche est analogue dans ses recherches sur la porcelaine

[60] AADS, R 28 novembre 1722.

[61] *HARS 1722*, pp. 122-123.

[62] Voir au chapitre 4, § 4.2.2.1 et *MARS 1725*, pp. 102-130.

[63] Peu importe que les raisonnements nous semblent étranges aujourd'hui, il « fait avec ce qu'il a », c'est-à-dire une chimie très embryonnaire et des théories de l'action chimique pour le moins surprenantes.

où il rassemble, dans un premier temps, observations et essais en construisant ses expérimentations de façon à conclure sur le caractère partiellement vitrifié de la porcelaine :

> *Et je me suis livré volontiers à une recherche où je me trouvais engagé par une sorte de nécessité, dès qu'il m'a paru qu'on pouvait y être conduit par ces principes clairs qui mènent surement au but quiconque n'est point effrayé par le nombre d'expériences qu'ils exigent*[64].

Les essais ne permettent pas toujours des mesures chiffrées et dans ce cas les académiciens construisent des procédures d'essais comparatifs, nous en avons rencontrés au chapitre 1, nous pouvons en donner un autre exemple où les commissaires sont amenés à se prononcer sur une nouvelle manière de teindre la soie et, à cette occasion, à arbitrer un conflit entre l'inventeur et la communauté des maîtres marchands-bonnetiers :

> *(...) quelque peu de vraisemblance qu'il y eût à cette objection, nous avons jugé de nous en assurer par l'expérience et nous avons fait teindre en bleu, vert, en jaune, en cramoisi et en couleur de rose, parties égales, tant la soie cuite par le Sr Cardonville que celle fournies par les bonnetiers et ayant eu les mêmes préparations, elles ont pris les mêmes couleurs d'une beauté et d'une solidité absolument égale (...)Ainsi ainsi nous croyons que les méthodes proposées par le Sr Cardonville n'ont rien d'inférieur à celles qui sont en usage et qu'il doit lui être permis de s'en servir sans néanmoins assujettir les autres fabricants à travailler de la même manière*[65].

Nous avons vu le soin avec lequel Pitot conduisait les expérimentations de son « tube » destiné à mesurer les courants ou la vitesse des bateaux, ces essais de 1732 sont complétés par des essais encore plus réalistes puisqu'ils sont effectués par un officier de marine qui met en lumière des difficultés d'emploi, que Pitot corrige en collaborant avec Donsenbray, sans doute plus habile et imaginatif que lui, pour concevoir un affichage sur cadran, proportionnel à la montée de l'eau dans le tube sensible à la pression dynamique.

L'expérience et les mesures associées sont bien centrales dans la pensée technologique qui se développe à l'Académie. Les comptes-rendus sont multiples, détaillés jusqu'à la caricature, comme celui de Grandjean de Fouchy essayant des chandeliers à huile[66]. Nous ne voulons pas dire que l'expérimentation est absente des régimes de la pratique ou de la technique, l'essai technique reste, quel que soit le régime de pensée opératoire, la sanction ultime de tout dispositif technique, du silex taillé au missile balistique. Ce qui caractérise

---

[64] *MARS* 1727 p. 186.

[65] AADS, R 20 mars 1737.

[66] Déjà cité au chapitre 1, texte en annexe 4.

particulièrement l'expérimentation du régime technologique en œuvre à l'Académie, réside dans son inscription explicite dans une rationalité qui s'énonce, à la fois dans des procédures d'essais articulées autour d'un raisonnement et dans des résultats objectivés par des mesures et des écrits permettant une reproductibilité. Les académiciens incorporent dans leurs expérimentations, leurs « expériences » ainsi qu'ils les nomment, des caractères issus de la pratique scientifique et cette incorporation signe bien l'apparition du régime de la technologie pour la pensée opératoire.

6.3.3 Calcul, modélisation et théorisation

Etape suivante de la scientificité mise au service de la technique, le calcul et la mise en équation placent le fait technique comme un objet scientifique sur lequel un discours rationnel essentiellement structuré par les mathématiques devient possible. Les progrès de l'algèbre, la géométrie analytique, le calcul différentiel et intégral fournissent aux académiciens de nouveaux outils. Le raisonnement sur le phénomène technique s'affine, la notion de modèle représentatif susceptible de mise en équations s'affirme. Il est possible de parler d'une théorisation des techniques comme ce qu'entreprend l'académicien La Hire en préconisant des profils épicycloïdaux pour les engrenages. Un résultat technique devient prévisible à partir d'observations, de mesures, de modélisations et de calcul à partir du modèle. Les exemples représentatifs que sont les écrits de Parent sur les machines, de Pitot sur les pompes, de Couplet sur les voûtes ou la poussé des terre, de Buffon sur la force des bois, d'Hellot sur les teintures, pour n'en citer que quelques uns, illustrent une démarche nouvelle dans le monde de la technique. Le raisonnement, les hypothèses précèdent l'action pratique et établissent le lien entre le savoir théorique et l'action pratique. A partir de l'obligation d'être en contact avec le monde des techniques et, insistons bien sur ce point, principalement le monde des techniques nouvelles, pas encore installées et réglementées, les académiciens prolongent leur expertise officielle par des travaux plus personnels qui renouvellent les énoncés techniques. Très consciemment ils énoncent que la découverte des « principes » d'un art est bien plus importante et utile que sa description méthodique. Sans que cela soit exprimé ils dépassent ainsi l'objection faite à la description codificatrice qui tend à figer la technique. Une marge d'invention devient disponible entre des principes, une technologie, et des réalisations qui sont la mise en pratique de ces principes par des dispositifs qui ne sont pas contraints à la reproduction de l'existant. Parmi les académiciens pourtant les moins bien lotis en terme de

connaissances scientifiques transposables – mot que nous préférons à applicables – le chimiste Geoffroy manifeste vigoureusement l'originalité de la pensée technologique :

> *Un chimiste physicien ne doit pas travailler comme un simple artiste qui se contente de réussir dans l'opération qu'il se propose de faire et qui borne au simple succès tous ses soins sans s'embarrasser pourquoi ni comment il a réussi.*
> *Le physicien au contraire, après s'être assuré du succès de l'opération, doit en observer les différentes circonstances, s'appliquer à découvrir la cause des différents phénomènes qui s'y passent, approfondir la nature des matières qu'il emploie, chercher la manière dont ces substances agissent les unes sur les autres et les changements qu'il leur arrivent ; il doit encore considérer les rapports de cette opération avec d'autres tant celles dont les causes sont déjà connues que celles dont la théorie est encore cachée soit pour tirer des lumières des opérations dont les causes sont déjà connues que celles dont la théorie est encore cachée*[67].

Toute réflexion sur la technique qui se veut opératoire ne peut faire l'impasse sur les dimensions économiques de la technique, penser technologiquement la technique inclut nécessairement de la penser économiquement. Alors que le règlement ne lui demandait nullement de se préoccuper des aspects économiques des inventions, l'Académie fonde un jugement positif ou négatif sur la dimension économique de la technique considérée, coûts de réalisation, d'entretien, de fonctionnement sont tous considérés comme déterminants dans les conclusions tirées de l'examen d'un problème technique, que ce soit le jugement d'une invention ou l'intérêt d'une nouvelle approche technique en général. Il ne peut pas exister de pensée consciente et raisonnée sur une technique donnée, sans qu'intervienne cet aspect économique. Nous pourrions formuler synthétiquement cette modalité de jugement par : « la construction ou l'exploitation de cette invention n'est pas raisonnable, elle coûtera trop cher et (ou) son entretien sera trop onéreux ». Cette dimension économique est prise en compte par Beckmann qui destine l'enseignement de la technologie aux administrateurs ou aux hommes politiques, personnages très sensibles aux aspects financiers des entreprises techniques avec les risques qui leurs sont associés. Avant même la constitution d'un enseignement de la technologie en Allemagne[68], l'Académie marque bien le lien entre les arts et l'administration financière qu'elle soit privée ou publique. Nous avons pu constater, dans les différents avis d'examen, les considérations récurrentes sur les coûts et sur les conséquences de l'octroi des

[67] AADS, R 22 juin 1726.

[68] L'espace germanique devrait on dire, mais en 1732 on peut lire dans un compte-rendu : *comme l'établissement est aux portes de l'Allemagne si on manquait d'ouvrier qui fussent au fait d'affiner les fontes on aurait plus qu'ailleurs des facilités pour en faire venir.* (AADS, R 2 avril 1732).

privilèges. Les commissaires prennent tout naturellement en compte, au-delà des coûts, l'équilibre économique général de l'invention, la possibilité de réunir les capitaux nécessaires à l'entreprise, jusqu'au prix de vente possible et acceptable par les utilisateurs.

6.3.3.1 La place du calcul

Une remarque préliminaire s'impose certainement. Nous disposons de comptes-rendus d'expertises et de mémoires techniques produits par les académiciens, détaillés et argumentés, incorporant des calculs sinon tous restituables en entier du moins globalement compréhensibles. Nous disposons également d'une relative abondance de littérature technique destinée aux ingénieurs, les ingénieurs militaires et les ingénieurs d'Etat en premier, mais au-delà à ces ingénieurs sans statut encore défini mais qui s'installent dans la conduite de la technique, entre la théorie pure et la pratique des ouvriers et artisans. En revanche nous ne disposons pas de documents qui auraient pu être utilisés par des praticiens comme ces « habiles mécaniciens » que mentionne Parent. Il est très difficile d'imaginer qu'ils partaient complètement « à l'aveugle » et toute une littérature technique devait exister, que ce soit les théâtres de machines, les descriptions dont nous pouvons supposer qu'elles se trouvaient dans les métiers, à la fois gardées secrètes et peut-être informelles. Nous risquons, à certains égards, de voir une rupture brutale qui ne serait qu'un biais introduit par la richesse des sources académiques opposée à la pauvreté de sources des praticiens[69]. Le centre d'intérêt technique des académiciens, au-delà des examens d'invention imposés, sur les sujets les plus divers, se porte vers les machines au sens large, vers la construction savante, la rationalisation de techniques chimiques comme teintures et métallurgie. Dans ces « techniques de pointe » les mathématiques utilisées à la fois comme outil de calcul et comme support de rationalité, trouvent une place centrale. Nous avons vu que c'était bien le projet académique présenté par Fontenelle et l'obsession des « principes » de Réaumur ou de Geoffroy.

Le calcul de la machine du Pont au Change que nous avons restitué au chapitre 1 intervient en fin de projet et l'inventeur n'a pas présenté un dossier de calcul de sa machine, nous ne savons même pas s'il a effectué des calculs préalables, nous savons seulement qu'il est jugé apte à comprendre la difficulté potentielle résultant d'une insuffisance de la force du courant et à la résoudre en redimensionnant sa machine. Mais dans les mémoires techniques

[69] On voudra bien pardonner une remarque anachronique, les documents techniques détaillés, intermédiaires sont rarement conservés une fois terminées la production ou la réalisation d'objet techniques, les techniques ont un cycle de vie et à la fin, à la mise au rebut, les documents sont rarement conservés faute de place très souvent.

portant sur des sujets où le calcul a sa place, les auteurs de ces mémoires y recourent en permanence. Sur un sujet aussi délicat que le jaugeage des vaisseaux[70], Varignon et Mairan font des aller-et-retours permanents entre observations, hypothèses, expérimentations médiatisés par des calculs, qui permettent de s'assurer de la pertinence des choix et des méthodes, malgré l'inévitable et irritante nécessité de procéder à des simplifications réductrices. Les exemples que nous avons cités dans les chapitres précédents sont multiples, pompes, machines hydrauliques, moulins, calculs d'architecture, problèmes nautiques ou militaires qui représentent la grande majorité des mémoires techniques et des examens d'inventions. Dès que le calcul est possible, cela devient le préalable absolu. Le calcul valide une invention mais il conclut également un mémoire technique en établissant une formule technique applicable, quasiment sur le modèle d'une loi scientifique à caractère général et cette loi fait autorité ensuite. Dans un mémoire traitant de la navigation et du jaugeage des vaisseaux, Maupertuis réduit ainsi le problème à quatre formules, passage de la réduction en art à la réduction aux mathématiques :

> *Je me flatte d'avoir exposé dans un premier mémoire tout ce qui regarde la science du capotage et d'avoir réduit cette science prise dans toute la précision que lui peuvent donner les connaissances qu'on a sur la figure de la terre et traitée dans la rigueur géométrique. Je me flatte, dis-je, de l'avoir réduite à quatre problèmes dont le calcul est si simple que tous ceux qui savent un peu de géométrie et d'algèbre peuvent, non seulement les entendre, mais qu'ils peuvent encore en très peu de temps former toutes les tables de routes par les loxodromies*[71] *et que ces tables pourront suffire à ceux qui ne sachant ni géométrie ni algèbre ne comprendront pas sur quels principes elles seront calculées*[72].

Le calcul prend la place de la technique apprise par la pratique. Dans son premier mémoire, Maupertuis énonce le but de son travail effectué à la demande du ministre :

> *Ayant été chargé par le Ministre de travailler à un traité de l'art de la navigation qui en contienne les principes pour la théorie et les règles pour la pratique et qui puisse servir de livre classique dans les écoles d'hydrographie*[73].

---

[70] Voir au chapitre 2, § 2.2.2.

[71] Route marine qui coupe les méridiens sous un angle constant, ce n'est pas la plus courte mais elle réputée, au XVIIIe siècle, la plus sûre puisque l'on navigue à cap constant. La plus courte est l'orthodromie qui suit le grand cercle tracé sur la sphère terrestre mais dans ce cas le cap varie constamment.

[72] AADS, R 13 juin 1742.

[73] AADS, R 30 mai 1742, ajoutons à titre d'anecdote que Maupertuis, fort content de lui, se fait rappeler à la décence par le Comité de librairie qui lui demande, le 4 juillet, de citer les autres académiciens ayant travaillé sur

Il y a là comme l'amorce d'une séparation des rôles entre le technicien savant qui calcule les formules et l'exécutant qui applique les formules sans les comprendre.

Nous avons noté l'importance de la littérature technique, des manuels d'ingénieurs, et certains en portent explicitement le titre comme celui de l'abbé Deidier, *Le parfait ingénieur français* ou celui de Bélidor avec un titre emblématique, *La science des ingénieurs.* Les liens des auteurs avec l'Académie sont étroits, statut de correspondant pour les uns, académiciens censeurs et approbateurs pour d'autres, académiciens auteurs eux-mêmes. Pour notre période nous pouvons citer, par exemple les *Eléments de géométrie et d'algèbre* de Clairaut, le *Cours de mathématiques* de Camus, cité par les commissaires chargés de l'examiner comme « *cours de mathématiques élémentaires à l'usage des ingénieurs*[74] ». Les écoles du Génie et de l'Artillerie sont étroitement connectées à l'Académie et mettent en application sa pensée technologique. Avec plus ou moins de pertinence ou de bonheur d'application, cette mise en surplomb du calcul sur la technique, introduisant dans celle-ci une part croissante d'abstraction, apparaît comme une évolution significative de la pensée opératoire.

Tout n'est pas linéaire, des résistances peuvent apparaître, nous avons vu[75]au début du siècle un académicien, officier général d'artillerie, des Ressons, préférant une vérification plus qualitative, très rapide, à des essais plus élaborés. Nous avons alors noté que son mémoire était comme censuré puisque seule une partie était reprise dans la partie *Histoire* de 1720 comme complément d'essai en cours de fabrication, indication de la réticence académique à laisser s'exprimer une voix quelque peu discordante. L'élaboration de cette pensée technologique, particulièrement visible dans la place prioritaire donnée aux mathématiques, peut se doubler d'une reconnaissance de l'importance du régime de la pratique, celles des praticiens à qui on reconnaît des compétences qui ne sont pas celles des académiciens, comme dans ce mémoire technique de La Faye présentant une machine à élever les eaux et terminant ainsi :

> *Pour ce qui est de l'assemblage, si celui-ci ne suffit pas pour donner la solidité requise à cette roue quand elle portera des palettes, on le laisse à l'habileté de nos charpentiers qui*

---

le sujet : *Le comité [de librairie] a décidé que le mémoire de M. de Maupertuis sur la jauge ne serait imprimé qu'après qu'il aurait changé son préambule pour y faire une mention convenable des mémoires faits sur le même sujet, par ordre de l'Académie et approuvés par elle.*

[74] AADS, PS mai 1749.

[75] Chapitre 2, § 2.2.1.

sont très versés et routinés dans ce fait et on verra avec eux ce qu'il est convenable de faire[76].

6.3.3.2 La théorisation et la modélisation

Le calcul intervient à tous les stades de la pensée technologique, confortant l'observation et l'expérimentation, servant de support à une réflexion rationnelle et à l'analyse des techniques. Dans une étape vers une plus grande abstraction de la pensé technologique, comme analogue au rôle de la théorie scientifique, se place la théorisation des phénomènes techniques. Dans une interaction avec la démarche scientifique, formulant des théories avant même de disposer de théories scientifiques avérées, les académiciens théorisent des interactions techniques. C'est particulièrement le cas dans toutes les techniques relevant de la chimie, comme les teintures ou la métallurgie. Théoriser dans le champ de la technique est une démarche intellectuelle novatrice, elle provoque des résistances, la théorie est nécessairement une abstraction pour les hommes de la technique confrontés aux difficultés de la maîtrise des processus techniques, forts de leurs savoirs pratiques et techniques. Comme dans un miroir les académiciens renvoient, avec une certaine arrogance, le primat des principes sur la pratique. La pratique de la technique des académiciens est loin d'être seulement intellectuelle. Dans les examens comme dans les recherches techniques qu'ils conduisent, ils se confrontent aux expérimentations, aux observations des réalités techniques qu'elles leur soient propres, comme dans les dispositifs techniques qu'ils inventent et analysent ou qu'elles leur soient extérieures comme les inventions qu'ils examinent et les arts qu'ils décrivent. Nous avons, de multiples fois, souligné leur constante volonté de découvrir les principes des arts. En cherchant le « pourquoi » pour dépasser le « comment », les académiciens mettent en œuvre des outils scientifiques, la théorisation, repérée par F. Russo mais aussi une forme particulière que prend la théorisation dans le champ de la technique.

Sans nous engager dans une analyse épistémologique de la théorisation dans les sciences, nous voulons souligner l'importance de la modélisation dans les techniques. La modélisation est une approche analytique du fait technique, reposant sur une analogie simplificatrice. L'exemple typique de cette démarche est celle de Couplet dans son mémoire sur la poussée des terres sur les parapets[77] où il modélise la terre par un empilement de boulets ronds. C'est

[76] AADS, R 8 mai 1717 mais dans la version imprimée du mémoire (*MARS 1717*, p. 72) le mot « routiné » a disparu.

[77] Cf. chapitre 4, § 4.2.3.1.

évidemment faux mais la phrase initiale qui résume une modélisation technique est souvent : « Tout se passe comme si… » Le savant technicien qu'est l'académicien, ceux qui deviennent les ingénieurs modernes qui apparaissent[78], pensent une analogie possible, nécessairement simplificatrice, entre la réalité du phénomène et un modèle à partir duquel un calcul devient possible. Décomposer les forces, rechercher les équilibres statiques est impossible pour des grains de terre irréguliers, cela le devient pour des boulets et le développement du calcul donne des résultats que l'on peut alors comparer aux formules pratiques comme celles de Vauban. Modéliser le phénomène réel implique une prise de distance pour parvenir à une analyse. La méthode employée dans le cas du calcul de la forme des voûtes n'est pas, à proprement parler, une modélisation mais une démarche analytique reposant sur les forces exercées sur des éléments de voûtes, éléments que l'on fait passer du fini que l'on peut décrire pour exprimer les grandeurs physiques à l'infiniment petit pour pouvoir retrouver la voûte entière par intégration des formules différentielles. L'élément différentiel « dx » est réputé infiniment petit dans le calcul de l'intégrale mais il est bien visible sur le schéma que dessine Couplet. L'utilisation du calcul différentiel fournit un outil puissant dont l'utilité se manifeste dans cet exemple. Nous sommes dans un cas de théorisation qui pour cette période est radicalement nouveau. Le passage de l'élément fini à l'infiniment petit que l'on intègre ne va pas de soi, le mathématicien Rolle que nous avons cité pour son théorème s'est longtemps opposé au calcul différentiel[79]. La modélisation des phénomènes techniques pour les rendre calculables afin d'en tirer des lois ou des formules générales s'apparente bien à la construction d'une théorie mais, dans le monde technique, l'académicien du XVIIIe siècle ou l'ingénieur se satisfont du résultat pratique dans un domaine d'application connu. Il n'y a pas là de volonté scientifique d'établir une loi générale mais plutôt celle d'aboutir à une loi applicable à une catégorie de problèmes techniques.

La théorisation technique ne passe pas nécessairement par une modélisation simplificatrice, il est des cas où des lois scientifiques générales existantes peuvent servir de point de départ au calcul. Pitot ne nous renseigne pas sur la totalité de son raisonnement aboutissant à la construction de son « tube » mesurant la vitesse d'un courant d'eau. Nous

[78] Suivant le titre de l'ouvrage d'A. Picon.

[79] Cf. M. Blay « Deux moments de la critique du calcul infinitésimal : Michel Rolle et George Berkeley », *Revue d'histoire des sciences*, 1965, Tome 39, n° 3, pp. 223-253.

pouvons supposer que le point de départ est une observation, fortuite ou non, mais ensuite interprétée. La théorie formulée par Pitot repose, là encore, sur une analogie, ingénieuse suivant le mot du XVIIIe siècle, astucieuse aujourd'hui. Tout se passe, dit-il, comme si la vitesse du courant faisant monter l'eau dans le tube était la même que la vitesse de l'eau sortant du tube après une chute de la même hauteur. Il « suffit » ensuite d'appliquer les lois déjà connues donnant la vitesse des écoulements à partir d'une hauteur constante, où la vitesse est proportionnelle à la racine carrée de la hauteur de départ, pour en déduire que la hauteur est proportionnelle au carré de la vitesse. Nous voyons dans ce cas l'utilisation d'une loi physique déjà connue, de nature générale, mais inversée, sans que Pitot ne se préoccupe réellement de la rigueur de son raisonnement. Comme il mène une campagne de mesures qui valident ses résultats, cela est suffisant pour un instrument de mesure technique, reprenant une distinction entre la science qui est vraie et la technique qui marche, sa théorie technique est suffisante.

Nous le voyons, dans le régime de la technologie, la pensée opératoire vise évidemment à produire des effets techniques utiles mais utilise pour y parvenir, non seulement les moyens opératoires de la pratique et de la technique, mais en complément puis en surplomb, les moyens intellectuels de la science, souvent incarnés par les mathématiques, toujours présentes par ses méthodes. Nous ne pensons pas que la pensée technologique telle qu'elle apparaît à l'Académie soit caractérisée par l'utilisation des résultats scientifiques, nous pensons qu'elle est caractérisée par l'utilisation de la méthode scientifique à la résolution de problèmes techniques. L'application de résultats de la science, la science appliquée, ne sont pas indispensables à la pensée technologique, les mathématiques sont indispensables à la technologie mais les mathématiques fournissent des méthodes et des moyens de raisonnement et de calcul, pas des connaissances scientifiques des phénomènes naturels. Naturellement quand des résultats sont disponibles, ils sont utilisés mais l'absence complète de résultats scientifiques dans un domaine technique donné, n'est nullement un frein au développement d'une pensée technologique. Dans ces cas, les vérifications expérimentales deviennent fondamentales et Réaumur cherchant à comprendre le processus de fabrication de la porcelaine en arrive à des conclusions pratiques utilisables sans pour autant avoir formulé des hypothèses scientifiquement fondées. En allant plus loin, dans les cas où la théorisation, même très imaginative, est impossible, comme par exemple les réflexions de Parent, Buffon et Duhamel sur la résistance des bois, la difficulté est contournée par des séries de mesures

expérimentales regroupées ensuite en tableaux numériques que l'on met à la disposition des hommes de l'art.

6.3.4 « Pourquoi ça marche ? » Ou l'intelligence cachée des machines

Aux caractères de scientificité listés par F. Russo, nous ajouterons un questionnement fondamental du régime de pensée technologique, la recherche du pourquoi. Cette recherche mêle observations, théorisations, éventuellement calculs, en vue d'obtenir plus qu'une description d'un processus technique, c'est-à-dire une explication rationnelle de son fonctionnement. Dans le régime de la pratique ou de la technique, la répétition de ce qui est reste fondamentale. La réduction en art fige l'existant, le montre, le décrit, le clarifie, unifie le vocabulaire et permet ainsi une meilleure connaissance des techniques existantes mais ne produit pas de justification de l'art à partir de raisonnements portés sur l'objet technique. Dans les différents domaines techniques où l'Académie intervient, que ce soit par obligation réglementaire ou par projet personnel, la recherche du « pourquoi » est omniprésente. Dans bien des cas, nous avons pu constater qu'en l'absence de connaissances et de résultats scientifiques bien établis, les académiciens en sont réduits à formuler des hypothèses mi-techniques mi-scientifiques, comme sur les réactions de surface de l'étain et du fer dans le cas du fer blanc ou le processus de vitrification qui conduit à la porcelaine ou encore le mécanisme de rupture des poutres de bois. Ces hypothèses, pour étranges qu'elles puissent nous paraître aujourd'hui, leurs sont indispensables pour établir des procédures d'expérimentation et en déduire des conclusions pratiques. Dans ces conclusions, la volonté constante consiste à justifier des résultats applicables, non par les séries d'expériences qui ont permis de les formuler, ce qui serait techniquement suffisant, mais de les présenter comme découlant rationnellement de ces hypothèses, de ces principes. Vis-à-vis des machines qu'ils examinent ou qu'ils imaginent, cette recherche du « pourquoi » se lit dans la volonté de les calculer, de les mettre en équations, en les ramenant à des combinaisons de machines simples.

Parmi les discours de Levesque de Pouilly au moment de la fondation de l'école de Reims nous avons retenu une phrase très significative :

> *Ailleurs des Artisans grossiers font un tableau charmant d'un tissu de laine ou de soie, instruments aveugles de l'intelligence cachée du Machiniste et du Dessinateur*[80].

[80] Discours (imprimé) de Pouilly sur la fondation de l'école de Reims (AADS, Pochette de séance avril 1748).

Nous savons que Pouilly est proche intellectuellement de l'Académie, son niveau scientifique lui permet d'affronter, même difficilement, les *Principia* de Newton. Il repère bien que ce qui caractérise une machine ne se résume pas à sa description mais que, derrière les mouvements, se « cache », à la fois une analyse des mouvements nécessaires à la réalisation automatique d'un processus technique et à la fois la réalisation physique de ces mouvements par les différentes parties mobiles de la machine. Une machine comme le laminoir à plomb incorpore dans son mouvement une description littérale de l'opération de laminage : faire avancer la plaque de plomb régulièrement, régler l'espacement des cylindres, faire tourner les cylindres, inverser le mouvement pour créer le va-et-vient. Cette intelligence n'est pas « cachée », comme le dit Pouilly, elle est au principe de la construction de la machine. On remarquera que cette description prend la forme d'une suite d'instructions[81] qui dévoilent le « pourquoi » de la réalisation de cette machine. Rechercher ce pourquoi est la préoccupation essentielle des commissaires, elle forme une des composantes des comptes-rendus d'examen de plus en plus détaillés qu'ils rédigent et transcrivent dans les registres. Ces descriptions littérales sont assez difficiles à suivre sans schéma associé mais nous savons que les machines étaient présentées sous forme de modèle ou que des schémas pouvaient être associés[82].

6.3.5 Hiérarchiser les savoirs techniques

Bien que les académiciens reconnaissent parfois l'importance des savoirs pratiques mis en œuvre dans les arts, ils établissent très consciemment une hiérarchie entre les différents régimes de la pensée opératoire. Il n'est pas question de juger du bien fondé de cette hiérarchie, il nous faut simplement constater qu'elle existe et qu'elle est une composante de la pensée technologique de l'Académie. Nous pensons que cette hiérarchisation des régimes de la pensée opératoire naît dans ce premier XVIIIe siècle, à l'Académie, et qu'elle s'inscrit profondément et durablement dans une approche française de la technique, dans un mode de

[81] Cette notion de « suite d'instructions » est appelée à un bel avenir. Dans les années 1980 pour désigner des logiciels utilisés dans des systèmes d'armes dont les programmes étaient inscrits dans des mémoires non modifiables (« mémoires mortes ») les américains ont introduit l'expression « embedded software » qui fut immédiatement traduit en français par « logiciel incorporé ».

[82] Les modèles ont disparu (ou peut-être sont ils dans les réserve du CNAM qui les avait récupérés). Les schémas ne nous sont parvenus, pour les seules machines approuvées, qu'à travers l'ouvrage de Gallon (*Machines et Inventions approuvées par l'Académie royale des sciences).*

pensée structurant les pratiques techniques, les enseignements, les niveaux d'estime que la société porte aux différents acteurs de la technique. La structure très hiérarchisée de la société d'ordres de l'Ancien Régime constitue un cadre de pensée peut-être déterminant dans la mise en place de cette manière de penser les différents régimes de la pensée opératoire, les niveaux pourrions-nous dire. Comme les ordres de la société, les hiérarchies sociales à l'intérieur de ces ordres, descendant du monarque absolu au dernier des manouvriers, presque inconsciemment, les différents régimes de la pensée opératoire sont « mis dans leur ordre », d'abord les principes, puis les descriptions et enfin les gestes et les pratiques. Les commentaires récurrents sur les ouvriers qui ne comprennent pas ce qu'ils font, sur les descriptions qui n'éclairent pas sur les principes, sont une toile de fond que nous avons rencontrée dans toutes les modalités que les académiciens mettent en application dans leur travail technique. L'Académie, institution de la monarchie absolue, se doit d'énoncer la pensée technique droite, l'orthodoxie technique. Elle se pense comme une autorité, ne laisse pas de place à des approches moins hiérarchisées, plus libérales, comme cela semble être le cas en Angleterre qui cependant, pour diverses raisons qui sortent de notre sujet, ne présente à l'évidence aucun retard technique, mais se situe plutôt en avance. En énonçant cette orthodoxie technique, l'Académie s'installe dans un magistère suprême, détentrice de la bonne méthode pour faire de la bonne technique. Très tôt dans le siècle, chargée d'examiner les inventions, elle dépasse ce rôle pour juger les inventeurs et nous avons cités des jugements très condescendants pour ces inventeurs qui ne connaissent pas les principes qui ne connaissent pas les mathématiques, qui ne pensent pas technologiquement leur technique et sont donc jugés inaptes à faire progresser les techniques. Dans certains des comptes-rendus d'examen que nous avons cités au chapitre 1[83] les avis négatifs sur une invention comportent un jugement négatif sur l'inventeur, ce qui n'était pas inclus dans le règlement. Cet avis négatif, parfois même méprisant, repose toujours sur l'absence de connaissances des principes donc d'une connaissance intellectuelle qui doit précéder les connaissances pratiques pour produire de « bonnes techniques ». *A contrario*, lorsque l'inventeur applique docilement les recommandations de modifications suggérées par les commissaires il en est fait mention, ainsi en reprenant un commentaire du chapitre 1 :

[83] Cf. § 1.4.2.

On y a trouvé beaucoup de nouveauté, d'esprit et de solidité et l'Académie n'a cru y pouvoir ajouter que quelque avis dont il a paru que l'inventeur voulait bien profiter[84].

Mais les jugements ne sont pas tous négatifs, un inventeurs qui a des connaissances des principes est remarqué et loué :

Enfin il semble qu'on ait pourvu à tous les inconvénients qui pouvaient se présenter dans un modèle mais il n'y a que l'expérience faite en grand qui puisse déterminer au juste sa force et la vitesse qu'elle peut avoir relativement aux fardeaux auxquels elle sera appliquée. Ce que nous pouvons seulement dire sur l'inspection du modèle c'est que la machine est très ingénieusement imaginée et qu'elle montre que l'auteur a beaucoup de connaissance des forces mouvantes[85].

Dans un cas de contestation entre un inventeur d'une nouvelle fabrication d'étoffes de soie et le Parlement, celui-ci demande l'avis de l'Académie qui commence par mettre en doute les essais consignés dans le procès verbal et recommande une nouvelle procédure, que refuse l'inventeur :

Il nous a paru que l'Académie ne pouvait être en [mesure ?] de donner au Parlement un avis tel qu'il l'attend d'elle sur la nouveauté, sur l'utilité et sur les conséquences des ouvrages du sieur Tixier qu'après des examens plus amples que ceux qui paraissent avoir été faits pour le Procès-verbal.
*[*Description d'un protocole rigoureux d'un protocole d'essais comparatifs croisés*].*
Mais comme le sieur Tixier n'a pas jugé devoir accepter de faire les mêmes épreuves prétendant que le procès-verbal devait donner des éclaircissements suffisants, nous à qui ils n'ont pas paru tels[86].

Cette conscience d'avoir la bonne méthode, de mettre les régimes de pensée dans le bon ordre et donc en premier la connaissance abstraite des arts, incarnée par les principes que l'on cherche à percer ou à établir, constitue le point central de la pensée développée à l'Académie et proclamée par les académiciens les plus prestigieux. Sans aller jusqu'à penser que le jugement porté sur une invention dépend des qualités et des connaissances théoriques de l'inventeur, il est clair que le jugement est plus ou moins sévère en cas de refus. Après avoir approuvé un mémoire présenté par Bélidor au nom de Bigot de Morogues, sur les poudres que nous avons déjà cité pour la référence faite à l'observation, l'avis se complète par une réflexion méprisante pour le régime de pensée technique, qui ne repose que sur l'expérimentation et la démarche itérative :

---

[84] *HARS* 1704 p. 124.

[85] AADS, R 19 février 1729.

[86] AADS, R 26 janvier 1732.

Car il faut des expériences sur tout à ceux qui, peu capables d'entrer dans une théorie, la tiendraient toujours pour suspecte, quelle que rigoureuse qu'elle pût être[87].

L'Académie va donc jusqu'à dire que l'on peut se passer d'expérience si on dispose d'une théorie rigoureuse.

Nous avons vu au chapitre 3 à quel point le principe des descriptions des arts était déconsidéré par les académiciens. Ils n'y voient aucune volonté de théorisation des arts et métiers, en un sens ils rejoignent Francis Bacon qui considérait que les descriptions figent les techniques dans leur état et se sont pas porteuses de progrès. Lorsqu'en urgence, l'Académie se décide à faire paraître ce qui avait été rassemblé par Réaumur, l'avertissement qui précède le premier recueil[88] est presque une « contre-publicité » des descriptions. Par la négation, ou presque, de l'intérêt des descriptions pures, l'Académie énonce le primat des principes sur les descriptions, de l'approche scientifique des arts, tant dans l'application de savoirs que de la méthode scientifique, sur une approche purement technique. Elle se place à la tête d'une voie d'amélioration des techniques qui passe par la connaissance scientifique mais qui vise également une transmission raisonnée des connaissances techniques. En demandant le concours des rédacteurs des descriptions, naturellement sous son contrôle, elle veut créer autour d'elle une communauté de pensée et de recherche sur les arts. Cette consolidation du savoir technique, dans les descriptions certes, mais aussi dans les nombreux mémoires de recherche technique caractérise une pensée technologique qui s'abstrait de la pratique et de la technique pour les penser, les transmettre et les enseigner. Reprenant l'idée d'un passé mythique disparu après de « grandes révolutions » qui ont anéantis les arts, la constitution d'un savoir technologique structuré devient une sauvegarde pour le futur :

L'Académie ayant excité, par cette espèce d'adoption, l'émulation de ceux qui cultivent les sciences, sans appartenir à aucun corps académique ; elle a lieu d'espérer que les citoyens versés dans la connaissance des Arts et les artistes du premier ordre s'empresseront de concourir à la perfection des monuments qu'elle veut ouvrir à l'industrie humaine […] pour accélérer l'exécution d'une entreprise qui peut être utile à notre siècle et plus encore à ceux qui le suivront ; c'est épargner à la postérité beaucoup de temps et de peine, si les arts avaient encore à subir de ces grandes révolutions qui les ont autrefois presque anéantis[89].

[87] AADS, R 2 avril 1735

[88] Cf. chapitre 3, § 3.3.2, voir en annexe 10 le texte complet de cet avertissement.

[89] *Descriptions des Arts et Métiers* Tome I, pages XVIII.

La volonté de créer, au-delà du corps académique, un cercle « d'artistes du premier ordre », se retrouve dans l'approbation d'ouvrages techniques qui lui sont présentés, qui donc peuvent s'en prévaloir. La qualité de censeur de certains académiciens pour des ouvrages techniques renforce les liens des membres de ce cercle étendu. Pour approuver un ouvrage technique, le critère fondamental est la conformité à un modèle de pensée faisant appel à la théorisation de la technique, aux principes, sans pour autant négliger l'aspect expérimental, à condition que les expériences soient rigoureusement conduites :

> *Le mémoire de Monsieur de Pontis contient une multitude d'expériences bien imaginées et exécutées avec adresse, les conséquences qu'il en tire, les démonstrations géométriques qui en font connaître la justesse, enfin l'ordre de son mémoire font espérer de lui qu'il parviendra à perfectionner la fabrique des cordes ce qui sera d'une très grande utilité pour la marine*[90].

Les académiciens attendent le progrès de la fabrication des cordes, non de praticien restant dans le régime de la pratique ou de la technique mais de techniciens savants capables de réfléchir sur le problème technique, d'imaginer des hypothèses confirmées par des expériences et par le calcul. Toute leur pratique interne de rédaction de mémoire technique obéit à cette hiérarchie, elle est constante sur la période que nous avons examinée où nous avons montré une lente croissance de la part de ce travail de recherche technique dans le temps académique. Les prix par leurs sujets, même contraints par les volontés du fondateur, et par les mémoires primés sont construits sur le même mode de pensée. Rappelons que le donateur voulait que le sujet mis au concours pour la partie technique fût celui de la mesure des longitudes, le premier prix portait donc, en 1720, sur la mesure du temps en mer, ce qui était une façon de guider les candidats vers la solution que Cassini (le fils) rappelle en séance publique et l'on nous pardonnera de répéter[91] le début de son mémoire :

> *Maintenant il s'agit des longitudes sur mer. Leur extrême importance a déterminé des Princes et des Etats et en dernier lieu M. le Duc d'Orléans à promettre de grandes récompenses à qui les trouverait. Feu M. Rouillé de Meslay, ancien conseiller au parlement de Paris, a fondé un prix annuel dont il a laissé le jugement à l'Académie, pour qui ferait en cette matière quelque découverte utile. On a été que trop encouragé à cette recherche, plusieurs personnes très incapables d'y réussir l'ont entreprise et l'entreprennent encore tous les jours ; quelques uns même ne savent pas ce qu'il faut chercher ni quel est l'état de la question. C'est pour en instruire le Public, pour bien fixer*

[90] AADS, R 5 mars 1738.

[91] Cf. chapitre 2, § 2.2.3.

les idées, et pour en donner même aux mathématiciens, que M. Cassini a fait sur les longitudes en mer un écrit dont nous rapporterons ici le précis[92].

Instruire le Public, fixer les idées, en donner, la position est claire, la solution ne peut pas venir des praticiens qui proposent sans cesse des solutions fantaisistes ou notoirement imprécises. La bonne solution ne peut être que celle inspirée par les savants de l'Académie. L'approche du problème ne peut se dispenser d'une pensée technologique fondée sur la méthode scientifique. La solution en effet viendra des horlogers savants, anglais ou français, qui auront réfléchi à la correction des variations de température[93] et à l'insensibilité aux mouvements du navire en roulis et en tangage et qui en auront déduit rationnellement la bonne solution technique. Nous avons repris cet exemple des longitudes comme un contrepoint à ce discours technologique, en effet le premier à y parvenir en 1761 est un anglais John Harrison au bout de 30 années d'essais-erreurs[94] mais en France Pierre Le Roy, horloger du roi, que nous avons souvent rencontré comme horloger présentant des inventions et en particulier un nouvel échappement, y parvient en 1768, avec une solution réputée meilleure. Les académiciens n'ignoraient pas les efforts et les premiers succès d'Harrison mais, était-ce sa qualité d'anglais où le caractère insuffisamment technologique de son travail, il n'avait rencontré qu'un intérêt médiocre, puisque les académiciens avaient décidé d'attendre d'autres résultats :

Mrs. Maraldi et Le Monnier ayant dit à la Compagnie qu'il suffisait pour tout rapport de lui lire le mémoire des découvertes de Mr. Harrison sur les longitudes dont la lecture a été faite, sur quoi l'Académie a jugé qu'il fallait attendre les suites de cette découverte et qu'elles lui fussent communiquées pour en parler dans son histoire[95].

Même si en 1741 Harrison n'a réalisé que deux prototypes imparfaits, il n'en a pas moins résolu les deux problèmes de stabilité. On voit par là que l'Académie manifeste un dédain certain pour ce qui n'est pas issu de son cercle technologique.

6.3.6 La diffusion de la pensée technologique de l'Académie

Des examens aux mémoires techniques nous voyons se mettre en place ce que nous avons désigné sous le terme de pensée technologique de l'Académie. Tout en étant conscient des

[92] R 15 avril 1722 et *HARS 1722* P. 102.

[93] Nous avons vu qu'un lauréat avait proposé un dispositif qui s'apparente à une climatisation.

[94] Entrée « Chronomètres de marine » de Wikipédia op. citée.

[95] AADS, R 28 novembre 1742.

difficultés sémantiques qui sont inséparables du mot technologie, nous pensons avoir caractérisé ce régime de pensée portant sur la technique en particulier en montrant ses liens avec la méthode scientifique de construction de savoirs. La période temporelle que nous avons choisie contient de nombreuses instanciations de ce type de pensée dans tous les domaines d'activité de l'Académie. Il convient alors de s'interroger sur la diffusion de cette pensée, au-delà des académiciens eux-mêmes. Retrouver de façon exhaustive cette diffusion sort du cadre de notre travail et offre certainement des pistes de recherches mais soulève de grandes difficultés. Nous nous contenterons d'envisager de façon pointilliste quelques voies de diffusion de cette pensée. En premier lieu il nous faut évoquer l'importance d'une littérature technique, technologique osons-nous dire ; l'intervention directe des académiciens dans des domaines techniques constitue, en second lieu, une diffusion par l'exemple et enfin l'influence de l'Académie sur l'enseignement de la technique est sans doute au cœur du dispositif de diffusion de longue durée de ce nouveau mode de pensée.

6.3.6.1 L'importance de la littérature technologique

Le premier support de diffusion de la pensée technologique de l'Académie est l'ensemble de ses publications officielles, celles qui sont directement publiées avec privilège permanent du Roi, et, en tout premier, l'*Histoire* annuelle. Le titre complet définit le contenu de chaque volume : *Histoire de l'Académie royale des sciences, année xxxx*[96]*, avec les mémoires de mathématique et de physique tirés des registres de cette Académie.* La publication procède donc des registres qui sont l'expression officielle mais interne de tout le travail académique. L'article 40 du règlement qui concerne l'établissement des registres prévoit également l'édition du volume annuel :

> *Il [le secrétaire] donnera au public un extrait de ses registres ou une histoire raisonnée de ce qui se sera fait de plus remarquable dans l'Académie.*

Le critère de choix des textes à publier est pour le moins laissé à la subjectivité académique et dès 1700 un comité de librairie informel est mis en place. Son fonctionnement est fixé en 1731 par le règlement du comité de librairie ; il a été étudié par J. Mc Clellan[97] mais le registre pour la période qui nous intéresse a disparu. Le volume de *L'Histoire pour 1699* inaugure une longue série qui ne s'interrompt qu'en 1790 − dernière année publiée,

[96] Millésime en chiffres romains.

[97] J. Mc Clellan III, *Specialist control : the publication comittee of the Académie Royale des Sciences (Paris) 1700-1793.*

l'Académie disparaissant en 1793 − la préface donne les principes de rédaction de ces volumes, la section « Histoire » et la section des « Mémoires » avec la spécificité de chaque section. Cette séparation correspond à ce qui est prescrit dans l'article 40, en dépassant même ce qui est demandé, le volume annuel est à la fois une histoire raisonnée et un extrait des registres. Deux niveaux de lecteurs sont visés par l'Académie, la partie Histoire est destinée à un large public :

> *On a voulu (...) qu'elle fût plus proportionnée à la portée de ceux qui n'ont qu'une médiocre teinture de Mathématique & de Physique*[98] ...

La partie *Mémoires* est destinée au lecteur averti :

> *L'autre partie, ce sont les Mémoires, c'est-à-dire celles qui ont été jugées les plus importantes & les plus dignes d'être données au public dans toute leur étendue. Ces Mémoires sont à peu près ici ce que sont dans une Histoire ordinaire des Actes originaux, ou des preuves que l'on imprime quelquefois à la fin.*

Il s'agit donc à la fois d'une volonté de vulgarisation et de publication savante. Les mémoires techniques sont donc publiés au même titre que les mémoires scientifiques et les lecteurs du volume annuel ont accès à la partie savante du discours technologique de l'Académie. Dans la partie *Machines et inventions approuvées par l'Académie pour MDCCxx*[99] qui termine la partie Histoire , juste avant les éloges funèbres, le contenu des registres n'est pas systématiquement repris *in extenso* alors que les comptes-rendus d'examen d'inventions dans les registres sont de plus en plus longs et détaillés au fur et à mesure que l'on avance dans le siècle. Le comité de librairie privilégie l'impression de la production académique et limite les avis des commissaires, ne serait ce que pour des raisons matérielles de taille du volume annuel. Pour les mémoires des académiciens, les volumes annuels complètent les registres mais nous n'avons pas cherché à élucider les raisons de publication ou de non publication de tel ou tel travail d'un académicien, hormis le cas bien particulier des descriptions des arts qui ne sont jamais publiées dans les *Histoires.* Les mémoires techniques des académiciens semblent très proches[100] du texte manuscrit des registres mais, dès 1721, le

[98] Préface de *l'Histoire* de 1699, comme la citation suivante.

[99] Dans chaque volume des histoires annuelles cette partie est placée à la fin de la section *Histoire*, juste avant les éloges des académiciens morts dans l'année considérée.

[100] Une comparaison exhaustive est impossible même si nous avons noté quelques écarts, dont nous n'avons retenu que la disparition du mot « routinés » (Cf. note 68 au § 6.2.23).

souci de la qualité des publications et le fonctionnement plus affirmé du comité de librairie conduisent à formaliser un certain contrôle sur les publications :

> *On a délibéré sur la manière de faire les corrections que le Comité de Librairie demande quelques fois à quelques membres qui seront imprimés et on a réglé que j'avertirai les auteurs de faire ces corrections et qu'ils les rapporteront au Comité*[101].

Second support de diffusion, la collection des sept volumes intitulés *Machines et inventions approuvées par l'Académie Royale des Sciences* édités par Jean-Gaffin Gallon, correspondant de l'Académie entre 1735 et 1775 et couvrant la période 1666[102]-1754. Ces volumes contiennent les descriptions détaillées des inventions approuvées, avec des croquis et éventuellement, la reprise des commentaires de l'Académie. Ils fournissent un complément d'information très important car les inventions y sont décrites, accompagnées éventuellement du commentaire des commissaires transcrit dans les registres, mais non imprimé en totalité, de dessins et d'explications du fonctionnement ce qui n'est rarement le cas dans les *Histoires*. Sans être considérés par l'Académie comme directement issus de son travail, ils sont cités comme une référence[103]. Les *Machines et inventions approuvées* sont un support de diffusion tout à fait important, Fery les a cités parmi les ouvrages de référence pour son école.

La diffusion de la pensée technologique de l'Académie passe également par la publication d'ouvrages à caractère technique rédigés par certains des académiciens et, en particulier, ceux que nous avons repérés pour leur grande activité technique. Nous rangeons dans cette catégorie des ouvrages de mathématiques comme celui de Camus qui est explicitement destiné aux ingénieurs ou celui de Clairaut qui s'adresse aux débutants et qui est utilisé à l'école de Reims. Nous en avons rassemblés quelques uns, le tableau n'est certainement pas exhaustif mais montre une volonté affirmée de diffuser cette nouvelle manière de penser la technique. Nous avons fait une large place, dans le chapitre 5, aux ouvrages de référence utilisés par le Père Fery, pour son propre cours et pour les élèves, en soulignant les liens entre les auteurs de ces ouvrages et l'Académie.

Nous ne pouvons traiter en profondeur de la diffusion de ces volumes mais quelques éléments existent pour nous donner quelques vues sur cette diffusion, par exemple à l'école

[101] AADS, R 12 juillet 1721.

[102] La notion d'approbation « officielle » n'existait pas avant 1699, mais rétroactivement Gallon regroupe des « machines et inventions » examinées entre 1666 et 1699. Il s'agit d'ailleurs essentiellement pour cette période d'inventions des académiciens eux-mêmes ou de personnes très proches de l'Académie, en voie d'intégration.

[103] Par exemple Duhamel du Monceau y fait directement référence (*MARS* 1745, p. 52).

du Génie de Mézières, les officiers se réunissent[104] pour lire les *Histoires de l'Académie*. Cela confirme, s'il en était besoin le lien particulier entre Mézières et l'Académie. Le mémoire de Parent *Sur la plus grande perfection possible des machines*, a été non seulement imprimé dans l'*Histoire pour 1704*, mais il a été imprimé séparément et Vauban en possède un exemplaire dans sa bibliothèque[105]. Cette impression séparée renvoie à l'idée d'un « manuel technique », d'une norme de construction des moulins hydrauliques. Cette diffusion existe donc à destination d'un public apte à en utiliser les énoncés techniques.

Une autre diffusion s'opère auprès des élites intellectuelles. Les *Histoires* annuelles ou les *Machines ou inventions approuvées* apparaissent dans les catalogues de bibliothèques de personnalités qui ne sont pas directement impliquées dans le monde des techniques mais qui par leur position sociale, comme les parlementaires par exemple, peuvent y intervenir, économiquement ou juridiquement. Sur 26 catalogues de ventes de bibliothèques entre 1734 et 1797, échantillon qui ne prétend pas à l'exhaustivité mais qui donne une indication raisonnable, 12 contiennent des ouvrages scientifiques ou techniques comme le montre le tableau suivant :

Catalogue	Ouvrage
Bibliothèque royale de Nancy (1756)	*HARS* 1699-1751 Mémoires savants étrangers Plusieurs ouvrages de Deidier Mécanique du feu Architecture hydraulique Ouvrages militaires (Vauban, Blondel, Deidier, Le Blond Art de la teinture (Hellot) Art de convertir le fer en acier (Réaumur)
Président Crozat de Tugny (1751)	Traité des forces mouvantes (de Camus) HARS 1699-1745 MINV, Mémoires savants étrangers Mémoire sur le prix de 1729 Jacques Besson Théâtre des instruments de mathématiques et mécaniques (1598) Mécanique du feu (Gauger) Histoire du Renouvellement (1709) *Eloges rédigés par* Dortous de Mairan (1741-1743)

[104] R.Taton, *Enseignement et diffusion des sciences en France au XVIIIe siècle*, Paris, Hermann, 1986, p. 531.

[105] Le mémoire imprimé de Parent se trouve dans le fond Rosanbo (aux Archives nationales) qui regroupe des papiers du maréchal (M.Virol, *Vauban,* Seyssel , Champ Vallon, 2003, p. 292).

Catalogue	Ouvrage
Davy de la Fautrière (conseiller au Parlement) 1756	134 références dans le catalogue, le détail est donné en annexe 16. Citons de façon non exhaustive : Les Recherches de Mathématiques et de Physique de Parent Analyse des infiniment petits de L'Hôpital) *HARS/MARS* (1666-1759), MINV, *Recueil des prix*
Louis de La Vergne de Tressan (archevêque de Rouen) 1734	Traité des forces mouvantes de de Camus Anciens mémoires de l'ARDS (?) Histoire du renouvellement Fontenelle
Le Cousturier de Mauregard (Président) 1748	Art de convertir le fer en acier (Réaumur)
Baron Alberti Nicolai (noble bavarois-hollandais)	*HARS/MARS* (1731-1737) Nollet, Cours de physique Lémery, Cours de Chimie
Maréchal de Luxembourg 1764	*HARS/MARS* 1699-1756, *MINV* et les tables Jacques Besson Théâtre des instruments de mathématiques et mécaniques (1598)
Anonyme (MDR) 1779	*Mécanique* de Varignon (1687) Mécanique du feu (Gauger)
Abbé de Fleury	*HARS/MARS* (1666-1751), *REC*, Tables, MINV
M. Potier, ancien avocat au Parlement, Paris, Morel, 1757	Hellot, Art de la teinture des laines
	Les Arts et Métiers par MM. de l'Académie des Sciences (8 vol. in-fol. et plusieurs brochés)
feu M. Ant. Nunes-Ribeiro-Sanchès, conseiller d'état de la Cour de Russie, docteur en médecein de l'Université de Salamanque, etc.,Paris, de Bure ,1783,	*HARS*, (1666-1699), *HARS* (1699-1778), Table, *Mémoires savants étrangers 1750* (9 volumes)
Cardinal de Loménie de Brienne, Paris, Mauger-Lejeune, An V (1797)	Jacques Besson Théâtre des instruments de mathématiques et mécaniques (1598) Bouguer, La manœuvre des vaisseaux, (1757) Duhamel du Monceau, *L'art de la corderie,* (1769) *HARS/MARS*, 1699-1784,

Nous retrouvons les *Histoires* dans 6 catalogues et L'Encyclopédie se retrouve dans 6 catalogues également, mais pas nécessairement les mêmes. Le catalogue de la bibliothèque d'un conseiller au Parlement, Davy de la Fautrière, mise en vente en 1756, constitue un exemple très significatif. Cette bibliothèque est importante, 2340 titres au total, un titre

pouvant contenir plusieurs dizaines de volume[106]. Les sciences et les techniques y tiennent une place importante, ainsi, à coté des 102 volumes du Journal des Savants, de 1665 à 1743[107], se retrouve la collection complète des *Histoires* de 1666 à 1749, avec les *Machines* (les ouvrages de Gallon) et les tables. Nous y trouvons des traités d'horlogerie, par Sully ou Thiou qui apparaissent régulièrement dans les registres de l'Académie comme inventeurs de nouvelles horloges. Les machines y sont particulièrement bien représentées par plusieurs dizaines d'ouvrages qui vont des Théâtres de Machines de Salomon de Caux, Strada ou Tartaglia aux ouvrages publiés par des académiciens : les *Dissertations sur l'estimation et la mesure des forces motrice des corps* par Mairan et les *Eléments de Mathématiques et de Physique* par Parent. Tous les catalogues n'ont pas cette richesse en ouvrages techniques mais dans presque tous, les ouvrages techniques sont présents. Cela montre clairement que le public cultivé est pleinement concerné par les publications de l'Académie et ce public s'intéresse aux énoncés techniques. Nous pouvons nous interroger sur la distinction entre présence dans la bibliothèque et lecture des livres technique mais le nombre de ceux-ci et leur variété permet de penser que ces livres ne sont pas que des objets d'exposition et de prestige[108].

Un autre indice de la pénétration de la pensée de l'Académie dans le monde ses arts se trouve indirectement dans des citations de lois ou de formules techniques qui ont été publiées La pochette de séance de juin 1743 contient un mémoire transmis pour examen à l'Académie par le Maire et les Consuls de Narbonne. Il s'agit de donner un avis sur un projet qui leur est soumis pour la construction d'une roue à godets pour élever l'eau. Le projet intitulé « Calcul d'une roue à godets », montre que la pensée technique qui se développe à l'Académie a pénétré le monde des « hommes de l'art », elle fait référence à la formule de Parent :

> *Lorsqu'une machine produit le plus grand effet elle élève comme nous l'avons dit les 4/9 du poids du choc et la vitesse de la roue est alors le 1/3 de celle du liquide choquant*[109].

Il est plus malaisé de trouver des preuves d'utilisation des nombreux tableaux numériques qui terminent très fréquemment un mémoire technique théorique afin de le rendre accessible

[106] Nous avons placé en annexe 17 les extraits complets de ce catalogue concernant les sciences et les arts.

[107] Rubriques 2294 et 2295 du catalogue, avec quelques doublons et quelques manques.

[108] Il se trouve dans certains catalogues des tables de trigonométrie dont nous pouvons supposer qu'elles étaient d'une quelconque utilité (Catalogue N549063 n° 637).

[109] PS juin 1743 et R 15 juin 1743.

au plus grand nombre. Il est permis de penser que l'établissement de ces tableaux par les académiciens n'est pas fait en vain, compte tenu de l'importance des travaux de Bouguer sur la construction navale, ses ouvrages étaient destinés à une grande diffusion et les tableaux ont certainement été utilisés. Dans le commentaire long et élogieux fait à Bouguer pour son *Traité du navire et de la construction des vaisseaux et de leur mouvement,* on peut lire :

> *Comme toutes ces recherches qui sont absolument nouvelles présentent des difficultés qu'on a pu vaincre qu'avec la géométrie la plus transcendante et que les résultats de calcul algébrique et infinitésimal seraient un obstacle pour la plupart de ceux qui doivent en profiter, M. Bouguer a eu l'attention d'accommoder ses solutions aux besoins de la pratique en calculant des tables auxquelles il suffira d'avoir recours. Les bornes d'un rapport nous empêchent de nous étendre davantage et de rendre compte par conséquent de quantité de détails aussi intéressant que bien traités. Nous finissons en concluant que cet ouvrage ne peut pas manquer de mériter l'impression*[110].

Les prix enfin sont une occasion de diffuser la technique savante, d'abord par le choix des sujets qui mettent au concours des méthodes, que ce soit pour la mesure des longitudes ou pour la fabrication des ancres et des cabestans. Pour être considérées, les réponses doivent justifier les méthodes proposées et les lauréats sont souvent dans une grande proximité avec l'Académie. Le cas de Bouguer est à ce titre paradigmatique, d'abord participant au concours et lauréat, puis académicien et enfin commissaire pour l'examen des pièces présentées au concours. Le cas du duo Réaumur-Trésaguet ne l'est pas moins, Trésaguet spécialiste de la fabrication des ancres est correspondant de Réaumur qui présente en séance un mémoire sur leur fabrication. Tresaguet est ensuite lauréat du prix concernant la fabrication des ancres où Réaumur est commissaire. Le mémoire de Réaumur est imprimé dans les descriptions et le mémoire de Trésaguet est repris par d'Alembert dans l'Encyclopédie[111]. L'Académie avait envisagé de publier les mémoires des lauréats dans les volumes annuels mais y a renoncé, afin de se distinguer de travaux qui sont parfois primés « faute de mieux » et n'atteignent donc pas le niveau d'excellence où se place l'Académie pour ses propres travaux.

> *Les pièces qui ont remporté les prix, ou celles qui les remporteront à l'avenir seront imprimées mais non pas dans les volumes de l'Académie*[112]

Dans le premier volume publié l'Académie l'exprime fermement dans l'avertissement suivant :

---

[110] R 12 mai 1745.

[111] Cf. Chapitre 4, § 4.3.2.2.

[112] AADS, R 5 février 1721.

> *L'Académie avertit le Public pour toujours, en lui donnant les pièces qui ont remporté les deux prix, qu'elle n'en prétend adopter ni les idées, ni les opinions, ni les inventions. Elle n'a fait que les préférer aux autres ouvrages qu'elle avait entre les mains*[113].

On pourra s'étonner de ne pas voir apparaître les *Descriptions des ars et métiers* dans ce rapide panorama de la littérature technique éditée par l'Académie ou par un cercle d'auteurs qui lui sont liés et qui lui sont intellectuellement proche. Dire que la date de parution les met en dehors de notre période est une facilité évidente qui n'est pas satisfaisante. Nous avons montré au chapitre 3 que ces descriptions, n'intéressent que médiocrement les académiciens. Même Réaumur, qui manifestement leur a consacré une grande énergie, semble s'en désintéresser, du moins dans sa pratique académique officielle des lectures en séance. Il publie l'*Art de convertir le fer en acier* en 1722 mais à partir de 1723 il abandonne toute lecture de description. Est-ce un hasard ? Cette année est aussi celle de la mort du Régent avec lequel il avait une relation particulière, établie à l'occasion de l'enquête des années 1716-1718 et qui l'avait gratifié d'une pension exceptionnelle de 12 000 livres en 1717[114]. Dans l'avertissement de l'Académie qui précède le premier recueil, le public visé n'est pas celui auquel pensent les auteurs des ouvrages techniques que nous avons cités. Les descriptions sont encore dans le régime de la technique et non dans celui de la technologie, dans la hiérarchie académique elles passent au second plan. Dans le monde des techniques de ce premier XVIIIe siècle le régime de la technologie est loin de remplacer celui de la technique et celui de la pratique mais les académiciens cherchent à dépasser ces derniers pour placer le régime de la technologie au centre de leur travail. Ils n'utilisent évidemment pas ce vocabulaire contemporain que nous utilisons pour caractériser ce basculement, ce qu'ils disent des descriptions revient à l'exprimer avec leur vocabulaire, le primat des « principes ». Pressés par la nécessiter de les faire paraître, soucieux du prestige de l'Académie, entrainés par l'activité de Duhamel du Monceau, ils le font, probablement, autant par devoir que par goût et ces descriptions ne diffusent pas le cœur de leur pensée ce qui justifie de ne pas les ranger dans les vecteurs de diffusion de celle-ci.

6.3.6.2 La mise en pratique

L'Académie exerce une pression sur les inventeurs de toutes sortes en insistant de façon récurrente sur la connaissance des principes. Cette tutelle technique va justifier des résistances

---

[113] *Pièces qui ont remporté les deux premiers prix de l'Académie royale des sciences depuis leur fondation jusqu'à présent* [1732], Tome premier 1721-1727.

[114] Cf. chapitre 3 § 3.2.

qui n'apparaîtront au grand jour que dans la seconde moitié du siècle et conduira à l'abandon de l'examen technique dans la délivrance des brevets institués en 1791, du moins à l'abandon officiel car la pratique de consultation de l'Académie des sciences se poursuivra au début du XIXe siècle de façon plus ou moins formelle[115]. Cette pression, conjuguée avec le filtrage de l'accès direct des inventeurs par le secrétaire, a progressivement réduit les profils de ces inventeurs. Corrélativement nous avons constaté[116] un resserrement des liens de toutes natures entre ces inventeurs reconnus et l'Académie, effectuant le parcours d'inventeur présentant son invention à correspondant ou adjoint puis associé et enfin pensionnaire, voire secrétaire perpétuel comme Grandjean de Fouchy. Les positions s'échangent, pour peu que l'on aborde « de la bonne manière » les problèmes techniques. Explorer plus en détail le réseau des académiciens, en particulier celui des correspondants, serait une piste de recherche ultérieure qui montrerait sans doute l'intrication constante des inventeurs reconnus et loués avec les académiciens installés et confirmerait ces échanges de positions. Ces correspondants sont des relais de diffusion actifs de la pensée de l'Académie, le cas de l'école de Reims en est un exemple très significatif. *A contrario* un inventeur assez prolifique et souvent reconnu, F-J. de Camus[117] échoue comme académicien, élu en 1716 il finit par être exclu en 1723 car il n'entre pas dans ce monde de la technique savante où il ne suffit pas d'inventer mais où il faut justifier de sa capacité à produire des écrits à caractère technologique :

> *M. de Camus adjoint mécanicien n'ayant satisfait à aucun tour de rôle ordonné par les règlements ni assisté à aucune assemblée depuis deux ans, le Roi a ordonné que sa place soit déclarée vacante*[118].

Le cas de F-J. de Camus présente une exemplarité inversée de ce que l'Académie attend d'un inventeur, qui plus est d'un académicien. En 1722 il édite chez Jombert un *Traité des forces mouvantes*[119] sans mentionner sa qualité d'académicien, alors qu'à cette époque il l'est

[115] Nous tenons cela d'un entretien avec Jérôme Baudry, doctorant sous la direction de Dominique Pestre, qui travaille sur le système des brevets à partir de la Révolution et dans le premier XIXe siècle.

[116] Cf. chapitre 1.

[117] Nous mentionnons les initiales de son prénom pour ne pas le confondre avec Charles-Etienne Louis Camus, examinateur à Mézières, académicien de 1727 à 1782.

[118] AADS, R 4 décembre 1723.

[119] L'auteur est simplement nommé « Monsieur de Camus, gentilhomme lorrain », dans la version disponible sur Google book une mention manuscrite donne comme prénom Charles Etienne Louis, le confondant avec l'académicien professeur et examinateur des écoles militaires, auteur d'un cours de mathématiques et né à Crécy.

encore, et dans sa préface, sans la nommer bien entendu, il critique le mode de pensée technologique de l'Académie. Un ressentiment certain transparaît dans ces lignes critiques :

> *Quoique plusieurs auteurs aient écrit sur ce sujet, il est si vaste et si étendu que l'on y peut toujours ajouter et y trouver des choses nouvelles ou les traiter différemment et les rendre plus intelligibles pour les esprits qui ne sont pas versés dans les principes ; à quoi je me suis particulièrement appliqué et à omettre autant que j'ai pu les supputations et démonstrations difficiles, m'étant plus attaché à la pratique qu'à la théorie et à me faire entendre des ouvriers et des personnes qui peuvent mettre en pratique qu'à contenter par des nouveautés et des subtilités ceux qui en sont déjà instruits*[120].

Et plus loin la charge contre les académiciens est transparente :

> *Si je n'ai pas suivi la méthode ou les systèmes de quelques Anciens et Modernes, je ne prétends pas non plus décider, ni que mes opinions soient incontestables, particulièrement pour les Hommes accoutumés aux démonstrations rigoureuses de la Géométrie, dont plusieurs ne seraient pas même pleinement convaincus en des matières Physiques, telles que sont celles-ci, toujours sujettes à la dispute, les causes des expériences pouvant être conçues et interprétées différemment*[121].

De Camus, académicien exclu officiellement par manque d'assiduité, a certainement aggravé son cas avec un tel discours. Mais ce discours nous donne à voir, comme un négatif photographique, le discours académique. Il confirme, s'il en était besoin, cette volonté de mise sous tutelle de la technique des praticiens par la technique des savants.

Pitot[122], dont nous avons remarqué la grande activité technique, tant comme commissaire pour l'examen des inventions que comme rédacteur de mémoires techniques sur des sujets divers, est d'abord sollicité pour une expertise sur l'assèchement des marais du bas Languedoc. Il est ensuite nommé en 1742 directeur des travaux publics d'une des sénéchaussées du Languedoc et du Canal du midi, il quitte Paris, donc sa qualité de pensionnaire et devient vétéran. D'académicien il devient alors ingénieur actif, responsable de nombreuses adductions d'eaux et en particulier de l'aqueduc du Pêyrou à Montpellier. C'est l'occasion d'une diffusion par l'exemple, sur le terrain, du régime de la pensée technologique.

---

en Brie, qui est loin de la Lorraine. Nous pouvons affirmer qu'il s'agit bien de l'académicien exclu en 1723, par la présence dans son livre de descriptions de ses inventions mentionnées dans les registres, avant son élection. Son prénom est en fait François Joseph et il est né à St Mihiel, en Lorraine (Fr. X-A de Feller, *Dictionnaire historique ou biographique universel,* Tome 4, Paris, Houdaille 1836).

[120] De Camus, *Traité des forces mouvantes*, préface n.p. (pages 13-14 du fichier .pdf).

[121] *op. cit.* préface n.p. (pages 13-14 du fichier .pdf). Nous avons conservé les majuscules utilisées par F-J. de Camus, en particulier celle des « Hommes » où l'on devine les académiciens.

[122] On trouvera quelques éléments de sa biographie en annexe 18.

Du Fay puis Hellot diffusent, voire imposent, ce même régime de pensée à travers les règlements sur les teintures et leur position d'experts auprès du bureau du commerce[123]. Nous ne citons que ces quelques exemples pour illustrer la pénétration des académiciens dans les cercles de l'administration, centrale ou provinciale, ainsi que les liens qui se créent entre les académiciens et le monde de la technique et, si l'on veut bien pardonner l'anachronisme, de la technique de pointe, où s'installe cette nouvelle approche de la technique.

Le mot diffusion, pris dans son sens premier de propagation progressive d'un gaz dans l'atmosphère ou d'un liquide dans un autre liquide, caractérise cette progression de cette pensée technologique. Elle est progressive et emprunte différents supports, les canaux sont nombreux, les occasions multiples et l'Académie, par ses membres, par ses correspondants, par ses publications, est à la source de cette diffusion. Celle-ci n'est pas explicitement proclamée comme un objectif mais elle s'opère effectivement.

6.3.6.3 L'enseignement

L'enseignement des techniques est un support direct, volontaire cette fois, d'une diffusion consciente de la bonne manière de penser la technique. Nous en avons vu un exemple frappant avec la fondation de l'école de Reims. A l'occasion de cette fondation nous avons mis au jour les multiples liens qui se sont tissés entre l'Académie et les écoles militaires des armes savantes. En occupant le poste d'examinateur à l'entrée des écoles d'artillerie ou du génie, Camus est à même de définir le bon profil des candidats. Son cours de mathématiques, à l'usage des ingénieurs est le manuel de référence dans ces écoles. Bossut et Bézout, au-delà du milieu du siècle, vont continuer cet encadrement de l'enseignement technique. Nous avons souligné que l'école des Ponts et Chaussées échappait à la tutelle académique dans ses premières années et ce que nous savons[124] de la méthode d'enseignement mise en place par Perronet montre une approche différente de celle mise en œuvre à Mézières en particulier. Compte tenu de l'importance des fortifications, les officiers du Génie sont amenés à pratiquer au moins en temps de paix, un métier très semblable à celui des ingénieurs des Ponts, au moins sur le plan technique, ces derniers ayant, de plus, à gérer l'environnement administratif et économique. La formation de ces officiers fait une plus grande place à la théorie, à l'approche descendante de l'enseignement, que celle des ingénieurs des Ponts et Chaussée. Il

[123] Hellot est membre du conseil depuis 1740.

[124] Grâce à l'ouvrage d'A.Picon, *L'invention de l'ingénieur moderne : l'Ecole des Ponts et Chaussées (1747-1851).*

n'est pas surprenant que nous n'ayons pas trouvé de traces explicites de rapports entre cette école et l'Académie au moment de la fondation et dans les quelques années qui suivent.

Rien n'était joué en 1750-1760 sur la meilleure manière de former les ingénieurs, d'un côté un schéma peu porté sur la théorie, presque proche d'un apprentissage auprès des ingénieurs expérimentés, sans évidemment négliger les bases nécessaires de mathématiques et de physique, de l'autre un schéma « du haut vers le bas », un enseignement des mathématiques et des principes que l'on « réduit en pratique [125]» par la main des ouvriers. Parce que nous connaissons la suite de l'histoire, la mainmise de Monge, venant de Mézières et de l'Académie, sur Polytechnique et la mise sous tutelle des écoles des Ponts et Chaussées et des Mines devenues écoles d'application, nous pouvons dire que le schéma de l'Académie s'est imposé, sans que cela soit un jugement sur son excellence. L'Académie qui contrôle programmes et accès aux écoles militaires et qui s'investit dans une petite école de province devenue école préparatoire, impose tout naturellement son régime de pensée technologique. La diffusion de cette pensée va pouvoir se faire en imposant la nécessité d'une formation scientifique pour penser scientifiquement, donc technologiquement, la technique. Au milieu du XVIIIe siècle cette volonté de hiérarchiser les deux catégories de savoirs, la science puis la technique apparaît clairement dans le discours académique et cette volonté structure l'enseignement destiné aux médiateurs entre théorie et pratique que sont les ingénieurs mais aussi, comme à Reims, les artisans les plus évolués, ceux qu'elle nomme les « artistes du premier ordre »[126].

6.4 ET L'ENCYCLOPEDIE ?

Le premier volume de l'*Encyclopédie* paraît en 1751, ce n'est pas une publication de l'Académie, même si d'Alembert, académicien, est avec Diderot à la tête de l'entreprise et nous pourrions dire que cette date la place au-delà de notre période. Mais comme nous l'avons fait dans le cas de l'école de Reims, il est indispensable de tenir compte des quelques années qui suivent 1750 et de nous interroger, au moins partiellement, sur le type de pensée technique que nous pouvons y lire. D'Alembert expose le projet de l'*Encyclopédie* dans le discours préliminaire, Diderot précise son approche des arts dans l'article « Art » et dans l'article « Bas » où l'on peut déceler des éléments de pensée technologique qui s'éloignent

[125] Nous avons vu cette expression dans le programme de Fery pour l'école de Reims.

[126] *Descriptions des Arts et Métiers* Tome I, pages XVIII.

sensiblement de celui de l'Académie. Cette différence n'est pas surprenante, la partie purement technique de l'Encyclopédie est essentiellement constituées d'articles descriptifs des différents arts et de planches associées. Nous avons vu au chapitre 3 la filiation et les emprunts de ces descriptions et de ces planches à partir du travail de l'Académie, preuve évidente des liens même involontaires entre l'Académie et les rédacteurs de l'Encyclopédie.

Les arts ne forment pas la totalité des articles de *l'Encyclopédie,* le projet est plus large il s'agit d'un « dictionnaire raisonné des sciences des arts et des métiers » dont nous savons que le contenu philosophique a une importance considérable, de nombreuses entrées ne se rangent que malaisément ou pas du tout dans une telle désignation, la poésie par exemple. Les auteurs visent un public plus large que celui des artistes, même du « premier ordre », le projet concernant les techniques, les arts mécaniques donc, est de les remettre en lumière, de les rendre estimables. Nous ne pouvons donc pas dire que l'Encyclopédie est un ouvrage technologique mais chez Diderot et d'Alembert nous pouvons trouver des expressions d'une certaine pensée technologique. Nous avons retenu trois textes, partiellement, pour illustrer cette pensée, le discours préliminaire, l'article « Art » et l'article « Bas ». Les deux derniers sont souvent cités comme dévoilement de la pensée de Diderot, ils ne peuvent être contournés malgré le risque de redite que nous assumons.

6.4.1.1 Le discours préliminaire

D'Alembert, d'entrée de jeu, annonce que l'*Encyclopédie* est l'ouvrage d'une société de gens de lettres, et son propos est davantage d'exposer les choix et de justifier la construction de l'ouvrage :

> *L'ouvrage dont nous donnons aujourd'hui le premier volume a deux objets : comme Encyclopédie il doit exposer, autant qu'il est possible, l'ordre et l'enchaînement des connaissances humaines ; comme Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers il doit contenir sur chaque science et sur chaque art les principes généraux qui en sont la base et les détails les plus essentiels qui en sont le corps*[127].

Nécessairement influencé par le discours académique sur les principes des arts, il n'omet pas de donner comme objectif à l'ouvrage de les contenir, sans que pour autant il précise ce qu'il entend par principes des arts. Nous trouvons, un peu plus loin dans l'avertissement, une indication de sa pensée :

> *La spéculation et la pratique constituent la principale différence qui distingue les Sciences et les Arts et c'est à peu près en suivant cette notion qu'on a donné l'un ou*

[127] *Encyclopédie,* Tome premier, p. i.

> *l'autre nom à chacune de nos connaissances. Il faut avouer que nos idées ne sont pas encore bien fixées sur ce sujet. On ne sait souvent quel nom donner à la plupart des connaissances où la spéculation se réunit à la pratique et on dispute par exemple, tous les jours, dans les écoles, si la logique est un art ou une science. Le problème serait bientôt résolu en répondant qu'elle est à la fois l'une et l'autre. Qu'on s'épargnerait de questions et de peines si on déterminait enfin la signification des mots d'une manière nette et précise*[128].

Les arts ont bien spéculation et pratique, principes et exécutions, théorie et pratique suivant les expressions que nous avons rencontrés dans les comptes-rendus ou les mémoires des académiciens. L'exemple choisi, la logique, est assez éloigné de la technique mais il pointe sur la dualité irréductible entre spéculation et pratique. Il n'est pas certain que le problème l'intéresse réellement. Comme académicien il a été commissaire pour des examens d'inventions, 18 fois entre 1741 et 1750, surtout au début de sa carrière académique, les trois premières années il est mandaté 12 fois. Il n'est, en revanche, jamais contributeur technique, comme mathématicien, il ne semble pas s'intéresser aux arts qui n'occupent pas une grande place dans le *Discours préliminaire.* D'Alembert voie le problème mais s'en débarrasse par une pirouette, les arts sont à la fois spéculation et pratique et le problème est résolu. Bien qu'académicien, entendant les comptes-rendus d'examens d'invention, les mémoires techniques de ses collègues, il ne développe pas de pensée particulière, d'ailleurs, écoute-t-il ces discours techniques ? C'est dans l'article « Art » écrit par Diderot que nous trouvons le développement d'une pensée technique.

6.4.1.2 Diderot et l'article Art

Diderot n'esquive pas la question, dans l'article « Art », véritable discours programmatique du *Dictionnaire raisonné des Arts et Métiers* sous-titre de l'*Encyclopédie* il commence par poser une distinction entre science et art fondée sur l'objet. Si l'objet « s'exécute », s'il est matériel donc, il s'agit d'un art, s'il se « contemple » il s'agit d'une science. Mais il corrige cette dichotomie trop brutale, on voudra bien pardonner la répétition de cette citation faite au chapitre 3 :

> *Il est évident par ce qui précède que tout art a sa spéculation et sa pratiques ; sa spéculation qui n'est autre chose que la connaissance inopérative des règles de l'Art ; sa pratique qui n'est que l'usage habituel et non réfléchi des mêmes règles (...).*

[128] *op. cit.* p. xii.

> *C'est à la pratique à présenter les difficultés et à donner les phénomènes et c'est à la spéculation à expliquer les phénomènes et à lever les difficultés ; d'où il s'ensuit qu'il n'y a guère qu'un artiste sachant raisonner qui puisse bien parler de son art*[129].

Nous retrouvons ici le discours académique sur les principes et, quelles que fussent les relations de Diderot avec l'Académie, la volonté de dire le « pourquoi » d'une technique est commune à ces deux acteurs. La hiérarchie qu'il énonce entre « spéculation » et « pratique » est la même que celle de l'Académie, spéculation ayant remplacé principes. La précédence de la spéculation sur la pratique est également rappelée puisque seuls les artistes sachant raisonner peuvent parler de leur art. Cela nous rappelle les « artistes de premier ordre » auxquels s'adressait l'Académie dans l'avertissement du premier tome des *Descriptions*. En reconnaissant une part, que nous pourrions appeler théorique, dans toute technique, il établit une relation de précédence en appelant à privilégier les arts avec leurs principes au détriment de la science « pure » et des beaux-arts :

> *Mettez dans un des côtés de la balance les avantages réels des sciences les plus sublimes et des arts les plus honorés et dans l'autre côté ceux des arts mécaniques et vous trouverez que l'estime a faite des uns et celle qu'on a faite des autres n'ont pas été distribuées dans le juste rapport de ces avantages*[130].

Ici le discours s'écarte sensiblement de celui de l'Académie qui ne perdait pas de vue l'aspect essentiel de la recherche scientifique[131]. Le lien entre science et technique mis fortement en avant par Fontenelle est escamoté. Diderot préconise même de ne se consacrer qu'à ce que nous appelons aujourd'hui la recherche appliquée, afin de faire progresser les arts par des recherches menées conjointement par les savants et les techniciens. L'interminable querelle entre science pure et science appliquée est en train de naître par ce genre d'affirmation sur les avantages comparés. Diderot, au fond, se méfie de l'Académie[132]. Dans le projet qu'il forme d'un *Traité général des arts mécaniques* il expose une méthode de description partant de l'origine des différents arts comme l'observation du phénomène de vitrification dans la cuisson des briques, origine de l'art de la verrerie. La description des

---

[129] *Encyclopédie* Tome premier, p. 714.

[130] *op. cit.* p. 714.

[131] Cf. § 6.2.1.

[132] Il est assez courant de parler des relations conflictuelles existant entre Réaumur et Diderot, nous ne voulons pas entrer dans une personnalisation hâtive et nous ne chercheront pas à approfondir cet aspect.

différentes obstacles à surmonter à partir de cette origine lui semble le meilleur procédé pédagogique afin de :

> *(...) donner l'explication synthétique des démarches successives de l'art (...) favoriserait l'intelligence aux esprits les plus ordinaires et mettrait les artistes sur la voie qu'ils auraient à suivre pour approcher davantage de la perfection*[133].

Nous sommes assez loin de la démarche de l'Académie typiquement « du haut vers le bas », de la théorie réduite en pratique, telle qu'elle est enseignée sous son patronage à l'école de Reims ou à Mézières. Il émet également des réserves sur l'utilisation des mathématiques par les artistes, sauf à les corriger par des connaissances expérimentales, faute de quoi elles sont inefficaces :

> *Il est évident que les éléments de la géométrie de l'Académie ne sont que les plus simples et les moins composés d'entre ceux de la géométrie des boutiques*[134].

Il ne laisse que peu de place à la recherche systématique des principes comme le font les académiciens et avec une mauvaise foi évidente, il les appelle à sortir de l'Académie pour descendre dans les ateliers, lui qui a utilisé sans vergogne le travail des académiciens comme nous l'avons illustré au chapitre 3.

Il n'est pas certain que Diderot construise une pensée technologique du même ordre que ce que nous avons vu se construire à l'Académie et dans ses cercles proches. S'il correspond avec Wolff, nous ne voyons pas dans l'article « Art » autre chose qu'une technologie descriptive, proche de ce que sera celle de Beckmann. Là où Wolff préfaçant Bélidor appelle à une formation théorique des ingénieurs, Diderot se montre réservé sur les mathématiques. Nous y voyons, peut-être, la bifurcation qui s'opère entre la technique des métiers, même élaborée, et la technique des ingénieurs dont on commence en ce milieu du siècle à organiser la formation. En suivant le chemin indiqué par Diderot pour développer les techniques et en assurer le progrès, celui-ci ne peut que venir d'abord des techniciens eux-mêmes, certes éclairés par les savants. La pratique des recherches techniques savantes dont nous avons vu l'importance à l'Académie, ne semble pas entrer dans ses conceptions.

---

[133] *op. cit.* p. 715.

[134] *op. cit.* p. 716.

6.4.1.3 Diderot et l'article « Bas »

> *J'ai travaillé chez le Sieur Barrat, le premier ouvrier dans son genre et le dernier qu'on verra peut-être de la même habileté sur un quarante deux, c'est-à-dire un métier qui portait sur chaque trois pouces de barre fondue quarante deux cuivres*[135].

C'est au détour des observations et des descriptions des assemblages constituant le métier à bas, que Diderot justifie la description détaillée à la fois des pièces, de leur assemblage et de leur mouvements séquencés en opération conduisant au tricotage d'une rangée de maille. Il parle donc en connaissance de cause, il n'a pas seulement observé ou écouté des descriptions, il a effectivement conduit un métier. Comme il l'observait pour les arts, il est parti du premier métier conçu, sans les améliorations qu'il cite au passage, afin de retrouver comme l'essence de la machine, ses principes fondamentaux. Mettant en pratique ce qu'il demande aux académiciens, sans doute une critique voilée et injuste quand nous constatons les efforts de des Billettes, de du Fay, Hellot ou de Réaumur, il proclame que lui, il est descendu dans les ateliers. Cet article est célèbre, il représente un modèle d'article technique détaillé, nous ne cacherons pas néanmoins un certain embarras à y voir un régime de pensée technologique analogue à celui de l'Académie. Il est essentiellement descriptif et de façon extrêmement détaillée, il est évident que Diderot a été séduit, presque fasciné, par cette machine qu'il a effectivement utilisée. La description statique se complète par la description des opérations successives. Ici la machine est pensée « en mouvement » et, comme nous l'avons déjà souligné, elle exécute automatiquement une séquence d'instructions déterminées par l'agencement des parties mobiles qui tricotent le bas. La description des mouvements, associée à la lecture des planches correspondantes[136], permet d'approcher le principe de fonctionnement, même si c'est assez malaisé, le métier à bas est une des machines les plus compliquée, voire la plus compliquée de l'époque. Cependant Diderot ne mentionne presque qu'incidemment ce qui est au cœur de la réussite d'une telle mécanique, les dimensions respectives des pièces mobiles et de leur positionnement :

> *Si l'on a bien compris ce que j'ai dit jusqu'à présent, on doit s'apercevoir qu'il y a un rapport bien déterminé entre le nombre des ressorts, les intervalles qu'ils laissent entre eux, le nombre des cuivres, leur épaisseur, leur longueur, les ondes, leur longueur, leur nombre, leur épaisseur, les platines à ondes, leur nombre, leur épaisseur, les platines à*

---

[135] *Encyclopédie* Tome second, p. 105.

[136] *Planches de l'Encyclopédie*, seconde livraison, Faiseur de métier à bas et faiseur de bas au métier (trois planches doubles et huit planches simples).

plomb, leur nombre, leur longueur, leur épaisseur, les plombs à platines, leur nombre leur épaisseur, les aiguilles, leur nombre, leurs intervalles, les plombs à aiguilles, leur nombre, leur épaisseur ; et que l'une de ces choses étant donnée, tout le reste s'ensuit. Il y a très peu d'ouvriers en état de combiner avec précision toutes ces choses, surtout quand il s'agit de faire un métier un peu fin[137].

Il n'y a d'ailleurs pas de cotes ni d'échelle sur les planches montrant le détail des pièces, ce qui s'explique sans doute par la réticence des fabricants à livrer ce qui est au cœur du secret de fabrication du métier. Malgré ces quelques réserves, l'article « Bas » est un exemple de document technique qui sans entrer complètement dans le régime technologique de la pensée opératoire commence à s'en approcher.

6.4.1.4 Une réception « encyclopédique » des Descriptions

Il peut paraître surprenant de revenir sur les *Descriptions* après avoir brièvement tenté une comparaison avec l'Encyclopédie mais nous disposons d'un texte qui illustre la réception de ces *Descriptions*, la préface de l'édition de Neufchâtel publiée en 1771 par Jean-Elie Bertrand[138]. Ce texte a des allures de paraphrase de l'article « Art » dont il reprend beaucoup d'arguments et nous n'entrerons pas dans une comparaison terme à terme qui serait hors de propos. En revanche nous y trouvons des considérations qui se rapprochent de la technologie « beckmanienne ». Bertrand exprime que ces descriptions doivent s'adresser en priorité aux fabricants et non aux ouvriers :

Il serait fort utile, sans doute que chaque ouvrier, joignant quelque théorie à la pratique, pût lire la description de son art ; mais il l'est encore plus que les manufacturiers soient bien instruits des pratiques de celui qu'ils font exercer[139].

Il appelle ces fabricants, ou même marchand-fabricants, à s'instruire de la technique pour augmenter leurs profits – et celui de l'Etat – en lisant les descriptions de leur art. Les descriptions, telles qu'il les publie, sont pour lui à développer dans une direction qui n'est pas celle de l'Académie puisqu'il souhaite la rédaction d'une histoire philosophique et générale des arts :

Cependant, parmi tant de spéculations inutiles, tant de recherches simplement curieuses, personne n'a encore entrepris une histoire philosophique et générale des arts et métiers qui serait une partie essentielle de la bonne philosophie. Personne encore ne s'est attaché

[137] *Encyclopédie,* Tome second, p.109.

[138] Mentionné comme professeur en Belles-Lettres à Neufchâtel et membre de l'académie des sciences de Munich.

[139] *Descriptions* tome 1 préface p. VII.

> *à rassembler toutes les parties de l'histoire naturelle qui se rapportent aux travaux de l'industrie pour les éclairer et les perfectionner Un traité philosophique des arts qui renfermerait ces deux parties serait un ouvrage aussi curieux qu'intéressant*[140].

Nous sommes ici très proche de la technologie selon Beckmann et peut-être plus encore de celle de Wolff[141], mais il faut se souvenir que Bertrand est proche de l'aire culturelle germanique. Que ce soit les *Descriptions* de l'Académie, livrées dans l'ordre de la publication et jamais arrangées ou celles de l'*Encyclopédie*, rangées par ordre alphabétique accompagnées d'une navigation « hypertexte » avant la lettre, aucune des deux publications ne répond à ce souci de « méta-description ». Là où l'Académie en appelle aux artistes du premier ordre pour qu'ils s'instruisent des principes, le souhait de Bertrand serait plutôt celui d'une technologie classificatoire. Cette volonté technologique au sens de Beckmann est assez étrangère à la vision de l'Académie du développement de la science et des arts. Pas d'esprit de système dit Fontenelle dès le début du siècle, accumulons des connaissances, les systèmes arrivent toujours trop tôt :

> *Jusqu'à présent l'Académie des sciences ne prend la nature que par petites parcelles. Nul système général, de peur de tomber dans l'inconvénient des systèmes précipités dont l'impatience de l'esprit humain ne s'accommode que trop bien et qui, étant une fois établis, s'opposent aux vérités qui surviennent*[142].

6.5 CONCLUSIONS DU CHAPITRE 6

Partant du constat de l'existence d'un mode de pensée technique spécifique à l'Académie des sciences et à son réseau proche, celui des ingénieurs militaires des armes savantes et de leurs professeurs, celui des inventeurs éclairés souvent proches d'entrer à l'Académie et enfin celui de l'école de Reims, cas peut-être unique d'une école enseignant la technique savante, nous avons montré que cette pensée pouvait se rattacher en partie à ce qu'A-F. Garçon caractérise comme le régime de la technologie.

La technologie, mot redoutable parce que chargé de sens multiples, reste malgré tout celui que nous avons conservé pour décrire ce qui s'installe comme régime de pensée. Nous avons montré que la confusion technique-technologie qui s'est maintenant installée dans le langage, et pas seulement dans le langage courant, était récente, quelques dizaines d'années tout au

---

[140] Op. cit. p. IX.

[141] Plus celui de *Philosophia rationalis sive logica methodo…* cité par A-F. Garçon dans l'article *Les trois états de la technologie.*

[142] *HARS 1699,* préface, p. XIX.

plus et que cette confusion tendait à obscurcir encore le mot. Il était alors indispensable de tenter un retour historiographique sur le mot et ses évolutions. Nous disons tenter car les différents sens du mot, entre le XVIe et le XVIIIe siècle nous renvoient à une discipline, une pratique, peut-être une science et la question d'H. Vérin, de savoir s'il s'agit d'une science autonome ou intermédiaire, montre la difficulté de la caractériser. Dans ses différents avatars, la technologie est presque toujours pensée comme extérieure à la technique, ce n'est pas l'affaire des hommes de l'art, des artistes même éclairés, de pratiquer cette technologie. Ce que nous pensons avoir montré réside dans l'application des méthodes de la science moderne dans le domaine des arts, nous insistons sur la notion de méthode, en effet le plus important n'est – pas encore – l'application de résultats scientifiques mais la mise en œuvre d'un mode de pensée qui est interne à la technique, mélange de méthode de mathématisation, de caractères évidents de scientificité. L'Académie des sciences est à la tête de ce mouvement de pensée du monde technique des ingénieurs du premier XVIIIe siècle. Très consciemment elle inverse la pratique antérieure en mettant en tête les « principes », des théories techniques générales peut-on dire, théories dont le développement conduit à des résultats applicables. Ce que nous nommons la pensée technologique se pose en surplomb des arts et des métiers et surtout des nouveaux domaines techniques afin de les « conduire ». Ce n'est sans doute pas un hasard que l'article XXII du règlement utilise ce vocabulaire directif :

> *Quoique chaque académicien soit obligé de s'appliquer principalement à ce qui concerne la science particulière à laquelle il s'est adonné, tous néanmoins seront exhortés à étendre leurs recherches sur tout se qui peut être d'utile ou de curieux dans les diverses parties des Mathématiques, dans la différentes* <u>*conduite*</u> *des Arts et dans tout ce qui peut regarder quelque point de l'Histoire Naturelle ou appartenir en quelque manière à la physique*[143].

Mais ce surplomb n'est pas externe, il est fondé sur l'ensemble des caractères de scientificité qui caractérise la méthode technique de l'Académie. Sans qu'il n'y ait d'énoncé théorique de cette méthode, nous avons retrouvé dans tous ses domaines d'activité technique observation, expérimentation, mesure, calcul, modélisation et théorisation. Cette hiérarchisation des savoirs techniques qu'expose l'Académie et qu'elle impose progressivement, ce régime technologique de la pensée opératoire, s'articule sur des échanges de méthodes et de résultats entre science et technique. La place des mathématiques devient de plus en plus centrale dans tout ce qui relève de la mécanique, des machines ou des arts navals

[143] Règlement de 1699, nous avons souligné le mot « conduite ».

et militaires mais la méthode expérimentale s'installe dans les arts où la chimie apparaît, comme les teintures. Ce mode de pensée opératoire qui vise évidemment à produire des effets et à procurer des gains économiques ne vise pas à penser la technique à l'extérieur de celle-ci mais, dans la technique, à déployer une pensée plus efficace en termes de résultats. Nous pouvons reprendre l'expression d'A. Picon, les ingénieurs modernes cherchent à mettre de la rationalité dans la technique. Fontenelle au début du siècle exprimait cet idéal d'une technique mathématisée en rendant compte d'un autre mémoire de Parent :

> *On voit assez que dans tous les cas qui ont été supposés et qui sont tous les cas possibles la théorie de Mr Parent lui donne un moyen sur de trouver telle grandeur qu'il voudra qui entre dans la force motrice ou dans la charge opposée quand les autres grandeurs seront données ou connues. Ce n'est plus que du calcul mais ce calcul demande quelquefois de l'art et de la finesse dans l'application et par là il vient à avoir sa beauté particulière*[144].

Tout, ou presque, est dit sur une manière de penser la technique qui permet de passer d'une théorie au calcul pratique des paramètres d'une machine. De même le Père Fery ne se propose pas seulement de décrire les machines à ses élèves, il veut leur apprendre à les calculer.

Cette pensée technologique n'est pas seulement le propre de l'Académie, elle concerne le réseau de ses inventeurs, de ses correspondants, des élites techniques, voire administratives du Royaume. Sans vouloir faire disparaître toute autre mode de pensée, ce qui serait impossible et absurde, en reconnaissant la valeur des savoirs pratiques et des savoirs techniques, jusqu'à vouloir consulter les ouvrières du Languedoc sur les défauts potentiels d'une machine à dévider la soie, la mise en place d'une hiérarchie de considération de ces savoirs est en marche. Les circonstances ont placé l'Académie dans une position éminente par le pouvoir qui lui a été conféré de réguler le monde technique. Il s'en est suivi une mise sous tutelle technique des artisans, des gens de métiers et des ingénieurs. Ces derniers, en position intermédiaire, se doivent de recevoir un type de formation qui retranscrit cette mise sous tutelle des savants et les dote du mode de pensée technologique insufflé par l'Académie. Dans la préface de *La Science des ingénieurs,* Bélidor exprime cette nécessité de l'enseignement théorique, de nature scientifique, comme préalable à toute formation pratique :

[144] *HARS* 1714, p. 98. « Ce n'est plus que du calcul » reste une expression du monde des ingénieurs contemporains.

> *Mais si l'on fait réflexion qu'on s'instruit fort lentement quand on apprend les choses qu'à mesure qu'elles se présentent et qu'il arrive rarement qu'un jeune ingénieur puisse voir dans une même province toutes les différentes espèces de travaux qui dépendent des fortifications, l'on conviendra que rien ne serait plus utile qu'un bon livre dans lequel il pût acquérir une connaissance générale de toutes les parties de son métier, afin que venant à passer d'une place à une autre, il ne se présente rien dont il ne puisse avoir la conduite dès qu'il joindra la théorie à ce que la pratique peut lui apprendre*[145].

Naturellement les pratiques d'ingénieurs nécessitaient bien des éléments de la pensée technologique telle que la préconise l'Académie, les ingénieurs des Ponts et Chaussées en sont un exemple mais pas de façon aussi systématiquement proclamée. Parler de pensée technologique en formation dans la première moitié du siècle nous imposait enfin de jeter un regard sur quelques éléments de la pensée technique de L'*Encyclopédie* de Diderot. La proximité des *Descriptions* et de l'*Encyclopédie*, les liens de personnes nous permettait de penser y trouver des similitudes de pensée. Une analyse, sans doute insuffisante, montre que Diderot n'exprime pas une pensée technologique du même ordre que celle de l'Académie. Le paradigme de la « réduction en art » continue de s'y déployer et la place des mathématiques n'est pas jugée centrale. Mais parlent-ils de la même technique ? D'un côté les arts, les métiers, la description des gestes et des outils, l'unification du vocabulaire, de l'autre la recherche des principes, l'importance du calcul, les mathématiques et la rationalité opératoire dans des techniques « d'avenir », technique des artistes d'une part, technique des ingénieurs d'autre part. Sans entrer dans une comparaison des fascicules des *Descriptions*, en nous limitant à la fabrique des ancres, il apparaît néanmoins une convergence de discours lorsque l'*Encyclopédie* aborde les techniques des ingénieurs en utilisant le même texte comme source, celui de Tresaguet. C'est sans doute parce que les deux régimes de pensée techniques cohabitent, celui des descriptions et celui de la technique scientifisée. L'Académie, conforme à son statut d'institution scientifique, choisit évidemment, la technique savante, et la place au dessus de la technique pratique des artistes. La pensée technologique s'est installée, elle va pouvoir s'imposer progressivement, nous n'en voyons que les prémisses au tournant du siècle.

[145] Bélidor, *La science des ingénieurs*, Préface, np.

CONCLUSION

Formule de L'Hôpital, théorème de Rolle, identité de Bézout, équations différentielles de Clairaut, théorème de d'Alembert, nous ne citons que quelques travaux d'académiciens auxquels les noms restent attachés, sinon familiers, du moins imprimés. D'autres noms figurent au coin de nos rues, rues Réaumur, rues Buffon, rues Fontenelle, rues Pitot[1] et nous en omettons beaucoup. Travailler sur l'Académie de ce début du XVIIIe c'est rencontrer un nombre assez impressionnant de savants dont la mémoire a été conservée, que ce soit par une œuvre scientifique encore étudiée ou par des noms de rues dans plusieurs villes qui font, sans doute, s'interroger beaucoup de passants. C'est dire la richesse intellectuelle de cette « Compagnie », comme ils aiment à se nommer. Voilà pourquoi, sans cacher quelques personnalités éminentes, nous avons préféré considérer la Compagnie presque comme une personne, ce qu'on pourra trouver, sans doute, quelque peu abusif. Cependant la célébrité de ces académiciens reste attachée à leur œuvre scientifique, voire littéraire pour Fontenelle[2], plus qu'à leurs travaux portant sur la technique. Qui se souvient des travaux de Parent pourtant cité 125 ans après son mémoire, comme le pionnier de la mécanique des machines dans le rapport de l'Académie des sciences sur le *Calcul de l'effet des machines* de Coriolis en 1829 ? Plus généralement, le propre des techniques n'est-il pas d'être un jour obsolètes ? Ainsi, l' « œuvre » technique de l'Académie était peut-être vouée à tomber dans l'oubli du public à l'exception, sans doute, de quelques spécialistes ou de mémoires locales se souvenant d'un architecte urbaniste qui avait été aussi un savant. En cherchant à entrer dans le quotidien de cette Académie à travers ses registres, nous avons tenté de rendre compte de ces travaux techniques, pour ce qu'ils sont, techniques d'abord mais aussi situés dans un contexte administratif.

---

[1] Il n'y a pas de rue Pitot à Paris mais 6 dans le périmètre de l'ancien Languedoc.

[2] Lagarde et Michard, *XVIIIe siècle : Le secrétaire de l'Académie des sciences [...] néanmoins il continue à écrire des œuvres littéraires* (Paris, Bordas, 1953, p. 23). Le « néanmoins » parle de lui-même, ce qui reste de lui dans l'enseignement secondaire, c'est l'homme de lettres puisque l'histoire des sciences et des techniques n'y est guère enseignée.

De 1699 à 1750, du Renouvellement de l'Académie au milieu du siècle, les cinquante deux années écoulées furent riches, foisonnantes, remplies de travaux scientifiques mais aussi de travaux techniques qui étaient au cœur de notre questionnement. 3907 séances dénombrées, des milliers de pages de registres de séances, probablement plus de vingt mille. De ces séances et de ces mémoires enregistrés, nous avons vu apparaître 927 demandes d'examen d'inventions, 73 séances consacrées à des travaux sur des expertises techniques, 845 séances où un académicien a présenté un travail d'étude ou de recherche technique[3]. Depuis une modeste invention « exécutée » en quelques lignes, au long récit d'une expertise combinée à une description détaillée d'un art, comme celui des tireurs d'or, chacune de ces manifestations de la place de la technique nous a convaincu de l'importance de celle-ci dans cette Académie royale des sciences. La question ne portait donc pas sur le fait de savoir si l'Académie s'occupait de technique, cela est un fait massif, incontournable. Les raisons mêmes de cet intérêt se trouvent au cœur du projet académique, que ce soit dans le projet propre de l'administration royale ou dans le projet propre des académiciens. Si ces projets peuvent apparaître séparés ils n'en sont pas moins reliés par un idéal de l'utilité publique. La conception baconienne du progrès de la société appuyé sur le progrès des connaissances et des connaissances appliquées réside bien au cœur de la pensée des académiciens mais elle influence aussi une administration qui se veut de plus en plus « éclairée »[4].

Dans l'analyse de ces travaux techniques, il nous a été nécessaire de distinguer plusieurs modalités regroupant des activités semblables, des typologies, des classifications qui seules nous ont permis de les caractériser au mieux. Ces classifications, pour imparfaites qu'elles puissent-être, nous ont permis de mettre de proposer une classification dans le foisonnement des travaux techniques et, à l'instar des académiciens du siècle des Lumières mettant des mathématiques dans la technique, nous avons pu utiliser les ressources des mathématiques, ici des statistiques, pour mesurer la place de telle ou telle modalité d'activité technique de l'Académie. Ainsi, les grandes catégories des inventions examinées au cours de cette période sont apparues avec leur poids statistique, de même les expertises, les descriptions, et les

[3] Ces nombres sont importants et ce serait manquer à l'humilité que de prétendre qu'ils sont absolument dépourvus d'erreurs. Une demande d'invention s'est-elle glissée subrepticement entre quelques lectures scientifiques ? Nous ne saurions le nier, mais ces nombres, par leur importance même, ne peuvent être significativement modifiés par un petit nombre d'inattentions dans le dépouillement des registres.

[4] Les œuvres de Bacon apparaissent fréquemment dans les catalogues de bibliothèques dont nous avons rendu compte au chapitre 6.

études techniques ont pu être mesurées, évaluées. Au-delà de ces mesures, de ces résultats statistiques, nécessairement secs, le regroupement des comptes-rendus d'examen, d'expertises, la mesure de la place réelle des descriptions, le contenu des études techniques nous ont permis de découvrir à travers ces discours divers, une approche spécifique commune de la technique par les savants que sont les académiciens. A travers ces nombreuses citations se lit une pensée que nous avons appelée technologique, caractère essentiel d'un nouveau régime de la pensée opératoire, se retrouve aussi bien dans les examens d'invention que dans les études, dans les descriptions et les expertises. L'explicitation de cette pensée nous permet de répondre à la deuxième question que nous nous étions posé : comment l'Académie fait-elle de la technique ?

Les cinquante deux années considérées permettraient de poser légitimement la question de l'évolution des pratiques et des discours. Mais, si entre 1699 et 1750 des évolutions quantitatives apparaissent, somme toute, elles ne présentent aucun caractère foudroyant ; on assiste à une lente croissance, on repère des fluctuations, la seule chose qui semble certaine réside en une augmentation assez régulière des pratiques. Que ce soit pour les demandes d'invention issues de particuliers ou pour les études techniques, nous avons trouvé une augmentation régulière avec des variations annuelles qui peuvent être fortes, très certainement conjoncturelles. Les demandes de l'administration − que nous avons nommées les demandes royales, puisque tout se fait au nom du Roi − n'augmentent pas puisqu'elles restent jusqu'en 1750 à un niveau moyen assez bas de quelques unes par an. Plus subtilement se pose la question des discours, pour laquelle nous n'avons pas de mesures, nous avons simplement remarqué que les comptes-rendus d'examen étaient nettement plus détaillés et argumentés. Même si ces comptes-rendus ne sont pas publiés, leur communication en séance participe de l'idée baconienne de la communication et de l'échange enrichissant ainsi la compétence du corps académique. Cet allongement des comptes-rendus d'examen semble également corrélé avec la montée des conflits et des contentieux entre les acteurs, avec l'administration et avec le pouvoir judiciaire. L'Académie se doit de mieux justifier ses avis par un commentaire qui souvent prend la forme d'une description complète, même en cas de jugement négatif. De plus, la description technique faite par l'Académie préfigure la description d'un brevet, elle devient suffisamment détaillée pour faire foi en cas de contentieux. Si au début du siècle les acteurs étaient peu nombreux, inventeurs, académiciens, secrétaire d'état à la Maison du Roi, au milieu du siècle, différents ministres interviennent, différents corps de la monarchie

comme les Parlements ; des municipalités ou les Etats provinciaux sollicitent l'Académie ; cela est particulièrement marqué dans les demandes d'expertises et prouve l'installation de l'institution comme arbitre technique incontestable.

En revanche pour les études techniques, il n'apparaît pas de réelles différences, ni sur le fond ni sur la forme, entre le mémoire de Parent en 1704 sur les roues hydrauliques et celui de Pitot en 1740 sur la théorie des pompes. La pensée technologique de l'Académie s'est fixée assez tôt, nous n'y voyons pas d'évolutions notables au cours du temps. L'application des mathématiques, la place de l'expérimentation, la scientificité de cette pensée, tout cela est en place dès le début du siècle. 1699 représente une date charnière en raison de l'application du nouveau règlement. La limite de notre étude à l'année 1750, nous l'avons dit n'est pas liée à un événement particulier mais plus simplement à une limitation pratique de l'ampleur de l'étude.

En tant que scientifiques, les académiciens abordent naturellement la technique avec une pensée structurée par les caractères de la science moderne qui vient de se constituer. Aborder la technique avec l'esprit scientifique, voilà la nouveauté de l'approche académique et nous n'hésitons pas à présenter comme une rupture avec les régimes de la pratique et de la technique de la pensée opératoire, tels qu'ils existent auparavant. En utilisant le mot de rupture, nous n'entendons pas dire que les régimes de la pratique et de la technique ont disparu mais qu'un nouveau régime apparaît qui se superpose aux précédents, sans les abolir, tout en contenant une part de discontinuité avec les régimes précédent. Entre les calculs des ingénieurs militaires du XVIIe siècle qui, bien évidemment, sont des familiers du calcul, du nivellement, de la résistance des matériaux, plus par expérience et mesure que par calcul, et les caractères essentiels de ce nouveau régime de pensée, nous trouvons la mise en tutelle de la technique par la théorie, par les « principes ». Cette technique « scientifisée » qu'entendent promouvoir les académiciens qui sont les plus investis dans ce champ, intègre tous les caractères de la scientificité, nous l'avons abondamment illustré, tant par des exemples de démarches que par de nombreuses citations de textes programmatiques ou techniques. Tous ces caractères de la pensée technologique sont bien attestés dans de nombreux exemples, chacun à leur place dans une sorte de gradation du moins abstrait au plus abstrait, de l'observation à la modélisation.

Pensée technologique, non pas extérieure à la technique, qui chercherait une ambitieuse « méta-technique » rassemblant tous les savoirs techniques dans un vaste ensemble ordonné,

mais plus modestement une pensée interne, une autre pensée opératoire qui calcule, expérimente mesure, mathématise et modélise. Cette pensée technologique devient celle des ingénieurs qu'ils en portent le titre ou qu'ils en assurent simplement la fonction.

En risquant ces deux péchés capitaux de l'historien, anachronisme et téléologie, nous espérons avoir montré que la bifurcation entre les techniques savantes, celles des ingénieurs, et les techniques pratiques, celles des artisans, se produit dès la première moitié du XVIIIe siècle. Cette bifurcation préfigure les régimes actuels de la technique entre des ingénieurs concepteurs assistés de techniciens plus proches de la pratique mais capables d'interpréter la conception et des exécutants ouvriers de plus en plus dépossédés de leurs savoirs pratiques, avec la persistance des métiers artisanaux partout où la mécanisation est impossible ou n'offre pas de perspective économique. Il est remarquable de constater que dans l'industrie contemporaine, un personnage nouveau s'est glissé, celui du technicien supérieur, à son tour intermédiaire entre la « théorie » et la « pratique ».

Nous avons défini plusieurs modalités d'action de l'Académie dans le champ de la technique et pour chacune d'entre elles la pensée technologique est bien à l'œuvre. Elle structure toute son action, fixe ses méthodes et ses critères ; elle sert de référence fondamentale à toute appréciation des pratiques techniques auxquelles elle s'intéresse, des inventions aux études, des expertises aux descriptions.

L'historiographie a souvent retenu principalement les examens d'inventions liés au mécanisme des privilèges ; le grand nombre de demandes directes ne pouvait se saisir que dans un dépouillement systématique des registres de séance. L'Académie examine en moyenne trois fois plus de demandes directes de particuliers que de demandes royales et ces examens sont ceux qui augmentent le plus nettement entre 1699 et 1750. Ces inventeurs, très divers, qui se soumettent au jugement des commissaires, ne nous disent rien de leurs motivations, sauf dans quelques cas très particuliers, par exemple des investisseurs cherchant à se rassurer sur l'aboutissement d'une entreprise technique qu'ils financent sans résultat. Cherchent-ils une approbation ou un encouragement préalable avant de formuler une demande ? Il est permis de le penser, mais beaucoup de ces inventions restent souvent à l'état de projet ce que l'Académie remarque en préconisant des expérimentations en vraie grandeur. Plus vraisemblablement, ces multiples inventions de machines ne nécessitent pas de privilège, qui a un privilège pour une machine hydraulique quelconque peut probablement la modifier sans nécessairement en informer l'administration.

Demandes royales, demandes particulières ont en commun de porter très majoritairement sur des techniques qui sortent du cadre des métiers réglés. Les « machinistes » dont nous parle Parent ne sont pas spécialisés dans un métier ; construire une machine fait appel à plusieurs corps de métiers et sans se nommer ni être nommés ingénieur, ils exercent une activité qui s'approche de celle d'un ingénieur en installant, en « cachant », leur intelligence dans la machine pour paraphraser ce qu'énonçait Levesque de Pouilly. Le passage à l'Académie représente alors un moyen de valider la conception et ce que nous avons observé constitue bien une « prise de pouvoir » des savants sur les inventeurs. Le plus grand reproche que celle-ci peut formuler à leur égard est de n'avoir aucune connaissance de la mécanique, des mathématiques, des principes. Les inventions sont examinées et jugées mais l'inventeur est tout autant examiné et jugé. Dans cette modalité de l'activité technique de l'Académie, la mise en pratique d'une pensée technologique conduit à formuler des exigences sur la pensée mise en œuvre par les inventeurs. Indépendamment du bon fonctionnement de la machine, il est indispensable que l'inventeur « pense bien ». Les liens étroits entretenus entre le Bureau du Commerce et l'Académie font pénétrer cette pensée dans les cercles de l'élite administrative. Des résistances à cette prise de pouvoir, au nom de la science, par l'Académie apparaissent au milieu du siècle, des inventeurs contestent l'expertise académique, demandent de nouveaux examens. Le Parlement, peu soucieux de céder une part de son pouvoir, réitère des demandes d'examens déjà effectués, les représentants des corps de métiers mettent en cause des avis favorables à des nouveautés qui heurtent leurs intérêts. Si l'Académie contrôle effectivement le processus technico-administratif d'approbation des inventions les plus novatrices comme les machines à vapeur, les laminoirs à plomb ou les moulins à papier, il lui faut tenir compte des métiers installés et assister l'administration dans des arbitrages qui ne sont pas toujours aisés. Néanmoins, cette position n'est pas réellement menacée, ceux qui s'adressent directement à l'Académie sont plus nombreux que ceux qui y sont renvoyés par les administrations diverses, cela est signe de respect pour l'Académie, d'intérêt, peut-être de résignation devant ce qui peut apparaître comme un passage obligé. Nous avons signalé l'importance de parcours d'inventeurs qui, par les propositions qu'ils présentent, se font connaître, apprécier, reconnaître comme dignes d'entrer à l'Académie ou au moins d'en être correspondants.

L'Académie prend une position dominante dans une partie du monde de l'invention technique, à la fois contestée mais, aussi et surtout, reconnue comme incontournable dans

l'expression d'une pensée de la technique mise, en quelque sorte, sous le contrôle des savants, si ce n'est de la science. Cette domination est loin d'être totale, tous les inventeurs ne s'y soumettent pas, ils ne sont pas tous renvoyés par l'administration à l'Académie, tous les privilèges accordés, exclusifs ou simples, n'ont pas tous été soumis à l'avis de l'Académie et toutes les inventions approuvées n'ont pas fait l'objet d'un privilège qui n'était, d'ailleurs, peut-être pas demandé. L'académie reste néanmoins dans une position d'arbitre suprême, arbitre en dernier recours dans le jugement des inventions suivant les critères qu'elle s'est forgée et au nom des « bons principes ».

D'instance de jugement, l'Académie s'est très vite transformée en instance d'expertise chargée de résoudre un problème technique que l'administration ne pouvait régler seule. La demande d'expertise associe l'Académie à une décision générale et non plus particulière comme pour une invention. Définir le nouveau règlement des teintures revient à tout autre chose que juger d'un nouveau procédé particulier et normaliser la méthode de jaugeage des vaisseaux conduira à l'application de cette norme dans tous les ports du royaume. Peut-être dans ces expertises pourrions-nous déceler une évolution temporelle plus marquée. Au début du siècle, seules les administrations parisiennes centrales demandent le concours de l'Académie. A la fin des années 1720, les demandes proviennent d'instances diverses, de lieux divers, municipalités de Narbonne, Etats du Languedoc, procureur de Saint Malo, Intendance d'Alsace. Les sujets de ces expertises sont très variés, plus ou moins particuliers, comme le calcul des parts de prises à Saint Malo, ou plus ou moins généraux comme la canalisation de la Loire. Ce recours se généralise donc comme le réflexe des administrateurs de se tourner vers l'Académie pour trancher des problèmes techniques et proposer des solutions, édicter des normes techniques. Pour ces administrateurs l'Académie devient dépositaire de la totalité du savoir technique et scientifique, il est alors naturel de lui demander son expertise. Nous avons cité les Etats du Languedoc comme demandeurs d'expertises car il semble qu'une relation particulière existe entre l'Académie et le Languedoc, davantage le haut Languedoc, celui de Montpellier et de Nîmes que le bas Languedoc de Toulouse. L'Académie a une relation privilégiée avec l'Académie de Montpellier mais montre de l'agacement à la création de celle de Toulouse en 1746. Nous n'avons pas entamé de recherches dans cette direction mais y associer l'itinéraire de Pitot constituerait peut-être une recherche intéressante.

Le pouvoir de nature technocratique, qui ne peut faire l'objet de contestations, attribué à l'Académie dans ces domaines de l'examen ou de l'expertise n'est pas universel. Le corps des ingénieurs des Ponts et Chaussées, et l'école fondée par Perronet, forment un autre lieu de développement d'une pensée technologique ; il s'agit là aussi de mettre de la rationalité dans la technique. Néanmoins, nous n'avons pas rencontré de traces de liens avec le corps des Ponts et Chaussées, ni échange de personnel, ni demande d'expertise. Ce corps dispose des compétences qui lui sont nécessaires, de son propre système de formation. Y-a-t-il rivalité, conflits de compétence ? nous ne saurions répondre et ne pouvons que renvoyer la question à des recherches ultérieures. La rivalité entre Mézières et l'école des Ponts est assez connue pour penser que, d'une certaine façon, l'Académie a « choisi son camp » mais cela reste pure conjecture. Avec l'autre lieu de compétence technique du XVIIIe siècle, le corps des inspecteurs des manufactures, les liens se tissent directement au bureau du commerce. Cela passe par des personnalités ayant la double appartenance comme du Fay, Hellot ou Macquer et non par une relation formelle de corps.

Comment situer les descriptions des arts autrement que comme une image en « négatif » de la pensée technologique de l'Académie ? Nous avons tenté de montrer l'ambivalence du discours des académiciens, leurs hésitations à poursuivre, voire à commencer réellement, cette entreprise à laquelle ils ne peuvent évidemment pas renoncer officiellement. Pas de publications, des descriptions qui s'accumulent, des planches gravées qui se dégradent et qu'il faudra nettoyer, tout cela marque un désintérêt total de l'Académie en tant que corps. Les discours renvoient toujours à une hypothétique rédaction, à un horizon qui se dérobe sans cesse. Mais dans le même temps, des descriptions sont rédigées qui ne sont plus celles d'un artiste, d'un artisan dirions nous aujourd'hui, mais qui sont dissociées d'un acteur singulier. Les arts de la métallurgie où Duhamel du Monceau et Courtivron reprennent les travaux de Réaumur, les techniques mettant en œuvre des équipes d'ouvriers sous la conduite de ceux que l'on appelle encore « maître », les artistes « intelligents » ou « habiles », ainsi qu'ils sont nommés dans l'avertissement du premier volume paru des *Descriptions.* Celles-ci évoluent vers un autre contenu, des chiffres, des calculs, des tableaux numériques transforment ces descriptions, dernier avatar des réductions en art, en instructions de fabrication, en manuels techniques. De telles « descriptions », font plus que décrire, elles deviennent des traités techniques qui « font autorité ». Car c'est bien de cela qu'il s'agit, de l'autorité de la science sur la technique, des savants sur les hommes de l'art. Tout en déconsidérant les descriptions,

l'Académie les fait glisser vers des formes nouvelles et sans doute inédites, celles de manuels prescriptifs et non plus descriptifs. Nous avons évoqué les critiques de Bacon sur les descriptions qui figent les techniques et l'imagination, *a contrario* ce nouveau type de « manuel technique » qui remonte aux principes généraux sans s'encombrer de détails d'exécution, permet de ne plus imiter ou de faire évoluer par itération, mais d'inventer et, osons ce mot un peu tabou du XVIIIe siècle, d'innover. Comme pour les inventeurs, l'Académie réduit l'autonomie des arts en exerçant ou, au moins, en tentant d'exercer, une tutelle de la science sur la technique. Cette tutelle est très loin d'être acquise mais elle commence à se mettre en place.

Une étude technique formalisée, mathématisée, rédigée comme un mémoire scientifique, accompagnée ou non d'expérimentations, de validations, voilà encore une nouveauté. Les connaissances chiffrées des praticiens venaient de l'expérience, dans le double sens de mémoire de ce qui a bien convenu au problème et de séries d'essais permettant l'établissement d'une loi expérimentale ou de tableaux numériques. Les conducteurs et réalisateurs des roues hydrauliques, quoiqu'en dise Parent, n'étaient pas dépourvus du sens de l'observation et il ne faut pas oublier que l'intérêt économique a toujours été un motif puissant d'imagination. Il serait bien surprenant qu'ils n'aient jamais remarqué qu'il existait un lien entre la vitesse des aubes et celle du courant permettant d'obtenir une meilleure efficacité de la machine. Cependant, l'observation, peut-être vérifiée expérimentalement, n'était connue que de celui qui l'avait faite et voilà que le savant, par la seule force du calcul, donne la formule générale. Cette formule est vite adoptée et généralisée, nous l'avons constaté dans la demande d'examen des consuls de la ville de Narbonne, et le mémoire qui démontre cette formule se retrouve dans la bibliothèque de Vauban.

Non contents de mettre en équation des techniques existantes, les académiciens « technologues » formalisent les problèmes techniques, les posent comme une question scientifique, susceptible par la méthode inductive, la mise en équation et l'expérimentation de produire des lois applicables à tous les problèmes techniques, comme la disposition optimale des mâts sur un vaisseau, établie par Bouguer, ou la mesure du courant par Pitot. Le socle minimum de cette approche scientifique est fourni, par exemple, dans les recherches de Réaumur sur la meilleure préparation des plaques de tôles avant l'étamage ou sur la fabrication de la porcelaine. Peu importe que les hypothèses fassent sourire aujourd'hui, en les posant et en raisonnant à partir de ces hypothèses, Réaumur est pleinement dans une approche

scientifique du problème puisque ses hypothèses constituent la base d'une expérimentation réfléchie, conduite et observée en raison. En se posant la question des causes, le technicien savant est en mesure de poser au savant la question des lois gouvernant le phénomène naturel mis en œuvre dans la technique qu'il étudie. Même si Réaumur peut interpréter étrangement l'attaque acide de la surface du fer, il pose correctement la question, le décapage en bain faiblement acide est la solution et, de plus, en cherchant des bains acides bon marché, on améliore la rentabilité du processus. Quand la chimie aura fourni la « bonne interprétation » la maîtrise du processus et son amélioration éventuelle deviendront possibles[5].

Progrès décisif et le mot innovation serait sans doute applicable, la modélisation par éléments différentiels et la mise en équations différentielles de phénomènes techniques inaugure une approche de la technique qui s'approche encore davantage de la science. L'élément de voûte utilisé par Bouguer pour définir les forces s'exerçant sur cet élément, immédiatement considéré comme « infiniment petit », partie d'une équation que l'on cherche ensuite à intégrer pour obtenir une solution algébrique, cet élément a de quoi sidérer au sens propre les architectes du temps. La première fois qu'on rencontre dans un raisonnement un élément infiniment petit, même aujourd'hui, laisse songeur, pour peu que l'on réfléchisse à sa signification physique, au-delà de la commodité mathématique. Quelques dizaines d'années après l'introduction de ce mode de calcul, auquel certains académiciens résistent encore au début du siècle, son application dans le domaine technique peut nous impressionner. Les académiciens utilisent toutes les ressources que leur offre l'outil mathématique dont ils disposent et cela leur permet de formuler des lois techniques nouvelles. Mais, nous le savons, si la modélisation n'est pas très exacte, l'enchaînement des calculs ne conduit pas à des résultats exacts et Couplet laisse percevoir une certaine déception lorsqu'il compare le résultat de ses calculs aux formules expérimentales des ingénieurs militaires pour définir l'épaisseur des parapets.

Cette pensée que nous qualifions de technologique constitue bien le socle commun aux examens et aux expertises, aux descriptions et aux études techniques. Dans la confrontation avec le monde, parfois insaisissable, de la technologie qui se constitue en parallèle , elle occupe une place intermédiaire qui se se confond pas avec celle des penseurs ni avec celle des savants qui veulent construire une science de la technique qui lui serait extérieure,

[5] Il ne nous semble pas que nous utilisions encore des ustensiles en fer étamé, remplacés qu'ils sont par l'aluminium, la connaissance des procédés a peut-être disparu.

organisatrice ou classificatoire et qui ne serait que partiellement destinée aux praticiens de la technique, des ouvriers aux ingénieurs et aux académiciens. Le caractère essentiel de ce type de pensée technologique est d'opérer une jonction explicite entre science, mathématiques et technique. Ce que Bélidor nomme dès 1729 la « science des ingénieurs » devient un outil intellectuel au service des techniciens savants que sont les ingénieurs, d'abord ceux qui le sont explicitement, les ingénieurs d'Etat, les officiers des armes savantes, puis ceux qui n'ont pas encore le titres ou le statut mais qui en exercent le métier, jusqu'à ces maîtres de métiers dispensés de chef-d'œuvre par leur réussite scolaire. La combinaison de cette science des ingénieurs avec une pensée technique qui ne fait pas l'économie de la pratique, de la nécessaire soumission au réel, qui déjà pratiquait le calcul dès que cela était possible, voilà ce qui établit un nouveau régime de la pensée opératoire. Selon les classifications d'Anne-Françoise Garçon, nous dirons que cette pensée est partiellement technologique puisqu'elle n'est pas encore une pensée du « management », de l'industrie, de l'objet technique pensé globalement avec ses usages ; elle contient tout de même déjà des considérations économiques et des considérations de possibilités de construction associées aux contraintes d'entretien et d'usage. Les académiciens ne pouvaient certainement pas développer plus avant ces prémisses du régime de la technologie car l'environnement technique réel, existant, ne leur posait pas encore les questions lourdes d'organisation de la production, de la conduite des industries, qui sont plus celles qui se poseront au XIXe siècle que celles qui se posaient au XVIIIe siècle.

En posant nous interrogeant sur le « comment » de l'action de l'Académie dans le domaine technique, nous avons atteint un niveau d'explication qui mérite certainement d'être encore approfondi, tant dans la période analysée que dans les études techniques. Dans l'avancée de notre travail, de plus en plus s'est imposée une question lancinante : que se passe-t-il dans la deuxième moitié du siècle ? Ces pratiques se développent-elles ? Certes des zones d'ombre existent : chimie, mines, métallurgie demeurent abordées, elles ne fournissent pas une population importante d'inventeurs envoyés à l'Académie ou s'y présentant. Les études des académiciens sont nettement moins nombreuses que celles qui concernent la mécanique (au sens large) alors que nous savons que, au moment de la Révolution, des progrès importants vont être accomplis[6]. L'historien ne saurait ignorer ce qui suit, qui est

[6] Il est juste de dire que nous nous sommes souvent senti beaucoup plus mal à l'aise dans la compréhension de ces domaines tant le vocabulaire et les raisonnements nous échappent.

riche de formalisation et de compréhension dans ces domaines et cela fournit certainement de fortes raisons d'explorer la deuxième moitié du siècle.

L'Académie de Platon avait vocation à enseigner, le grand mouvement européen de fondations des Académies au XVIIe et au XVIIIe siècle ne peut être caractérisé par cette vocation, même si ces Académies se constituent fréquemment par opposition à des universités figées dans la scholastique aristotélicienne et peu au fait de la science moderne. Dans les premiers temps de son existence officielle, il arrivait que l'Académie signifie sèchement à un inventeur que ce n'était pas son rôle lui dispenser « *quelques réformations, additions ou corrections, ce qu'on ne doit pas attendre de la fonction de l'Académie* »[7]. Il est vrai qu'il proposait un mécanisme de mouvement perpétuel[8] mais, dans bien d'autre cas, l'Académie entre dans le jeu de la collaboration avec l'inventeur, surtout si celui-ci accepte avec bonne volonté les recommandations académiques. La diffusion de sa pensée technologique passe essentiellement par ses publications, par les approbations qu'elle donne aux ouvrages techniques qui lui sont soumis, par l'attribution de prix et la publication des mémoires primés et par l'impression de mémoires techniques, souvent de ses correspondants. Dans la mesure où l'Académie a cherché à imposer un type de pensée technique, il est possible de considérer négativement cette manière de dire la « doxa » technique. Il n'en reste pas moins que le monde des techniciens savants participe complètement à la construction et à la diffusion de cette pensée et, si l'on peut parfois détecter des désaccords techniques, ils ne sont qu'anecdotiques[9].

Le cas de l'école de mathématiques pratiques de Reims est unique, dans sa relation avec l'Académie. Sauf à imaginer d'improbables archives ayant disparu, cette école est la seule dont il soit fait mention dans les registres de séance. Les archives conservées tant à l'Institut qu'à Reims nous ont permis de découvrir une formation technique dont le programme et les méthodes sont formellement approuvés par l'Académie. Nous avons eu accès non seulement au programme qui ressemble fort à ces énoncés de programmes de notre éducation nationale

[7] AADS, R 23 mai 1708,

[8] Les propositions de mouvements perpétuels ou de quadrature du cercle sont examinées, pas toujours, mais il est clair que les académiciens n'y croient pas

[9] Comme les désaccords entre Bélidor et Pitot, l'académicien se targuant « modestement » d'avoir eu le dernier mot : *M. Bélidor étant si fort prévenu, que voulant au contraire me détromper moi-même, il me dit qu'il porterait sa démonstration à l'Académie, je le laissai faire, prévoyant bien qu'il serait condamné, comme cela lui est arrivé.* (AADS, R 12 août 1739).

insérés au début des manuels scolaires mais de plus nous avons eu l'occasion d'y découvrir les manuels de cours que recommande l'enseignant et enfin les manuels de référence qui constituent le socle des connaissances du même enseignant. Lui-même homme de la technique, ingénieur sans le titre, cet enseignant a conduit, avec succès, l'installation de distribution d'eau de la ville de Reims et, après sa rupture avec Reims, celle d'Amiens. Ce programme, ces manuels, non contents de fixer le niveau et le contenu des études, sont comme un manifeste de cette pensée technologique par les commentaires qui y figurent.

Les *Descriptions,* l'*Encyclopédie* nous livrent les derniers avatars des réductions en art où l'on part de l'observation pratique, certes raisonnée, mais essentiellement pratique pour rédiger, pour réduire en art. Avant de rédiger l'article « Bas » Diderot ne va-t-il pas tricoter lui-même des bas ? Dans le programme de Fery à Reims, tout est chamboulé. L'enseignement commence par les mathématiques, arithmétique et géométrie et il est même précédé par un enseignement de la logique, nous oserions presque dire, pour « désintoxiquer » les élèves de ce qu'ils ont pu recevoir comme formation scolastique. Les matières se déroulent dans ce programme suivant le même ordre, d'abord l'exposé théorique de la technique considérée puis le passage à la pratique, comme le dit Fery, « *réduire en pratique* », « *réduire en exécution* ». La théorie a bien pris le pas sur la pratique dans cet enseignement. Il n'est pas possible de savoir ce qu'il en était en réalité, ce que pratiquaient réellement les élèves, un léger doute est salutaire, mais une intention si fermement énoncée a eu certainement des mises en application. De l'apprentissage par le compagnonnage nous sommes passé à la formation technique par un enseignement de type scolaire, théorie puis travaux pratiques. Dans le travail pratique d'examen de la distribution de l'eau à Reims, pris comme exercice d'application du cours sur les machines et les pompes, Fery ne manque pas de préciser qu'il en donnera le « calcul ».

Cette fondation sous le patronage de l'Académie doit à l'évidence beaucoup aux personnalités et aux liens qui les unissent. Etre « newtonien » en 1747 signifie être « moderne », et le réseau des liens entre ces acteurs le manifeste clairement. Pour ces traducteurs et commentateurs des *Principia* de Newton, la conviction de la nécessité de l'enseignement théorique ne fait plus de doute. Pouilly, fondateur avec Fouchy, est complètement persuadé que le progrès des fabriques de Reims et, même au-delà, des métiers réglés, dépend de l'amélioration de la formation des acteurs directs de l'économie locale. Le discours qu'il prononce en 1747 pour le lancement de son école exprime, peut-être de façon

rhétorique, la conviction forte que le progrès économique dépend du progrès technique, lui-même conforté par l'éducation. Il nous fallait alors dépasser la période de référence, aller au-delà de 1750, afin de nous assurer que l'école avait effectivement fonctionné. Des élèves attestés dans un registre jusqu'en 1780, des exercices publics jusqu'en 1784 garantissent la continuité du fonctionnement ; l'analyse des débouchés de ces élèves dans les années 1768-1775 nous a permis de constater la réalité de cette nouvelle manière d'apprendre les techniques.

Dans ces années, toujours sous le patronage de l'Académie qui confirme la nomination du professeur et qui le nomme correspondant, les élèves peuvent espérer, selon leur origine sociale, un accès plus facile à la maîtrise d'un métier ou à une admission presque sans examen aux écoles des armes savantes. Un brevet de maîtrise par an, un cycle de dix ans, le filtre est encore étroit et peut-être est-il biaisé par les notables locaux désireux de transmettre à leur fils leur droit de maîtrise, les registres des élèves montrent bien effectivement leur présence à l'école. Nous en retenons cependant le caractère tout à fait nouveau de l'accès à la maîtrise sans chef-d'œuvre, avec un apprentissage réduit à dix-huit mois voire moins. Nous pouvons imaginer la rupture sociale qui accompagne cette nouveauté, certains peuvent accéder à une position sociale et économique « sans savoir rien faire de leur dix doigts », même s'ils ont accompli les exercices pratiques de l'école, cela uniquement sur la base d'un apprentissage théorique des mathématiques pratiques, c'est-à-dire des mathématiques, d'éléments de physique et de principes techniques. L'autre débouché, l'école du génie de Mézières et les écoles d'Artillerie, donne à l'école un statut de « classe préparatoire ». Roger Chartier a dépouillé les archives du Génie[10] où l'on peut trouver les noms des élèves ayant réussi le concours. Croiser cette liste avec le registre des élèves de Reims confirmerait définitivement le statut de l'école, cela constitue encore une piste de recherche ultérieure.

Le programme et les méthodes de l'école inaugurent bien une autre manière de former les techniciens, mot que nous utilisons au sens large, les ingénieurs en faisant naturellement partie. Ce type de formation, associé à celui de l'école du Génie est appelé, en France, à un grand avenir. Mézières est la matrice de l'Ecole Polytechnique, qui va dès le début du XIXe siècle transformer l'Ecole des Ponts et Chaussées et l'Ecole des Mines en écoles d'application, les mieux classés des polytechniciens sont aujourd'hui encore, X-Mines ou X-

[10] R. Chartier, « Un recrutement scolaire au XVIIIe siècle : l'Ecole royale du génie de Mézières », *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, tome XX, juillet septembre 1973, pp. 353-375

Ponts. La formation des ingénieurs des Ponts et Chaussées avant cette annexion se caractérisait par l'étude en groupe, conduite par les meilleurs, sans enseignement magistral avec une forte proportion de formation sur le terrain, une formation par compagnonnage technique avec les ingénieurs expérimentés. Déjà critiquée par Bélidor[11], elle disparaît au profit de ce type d'enseignement commun, *mutatis mutandis*, aux écoles de Reims et de Mézières. Il est souvent reproché à la formation française des ingénieurs d'être trop « théorique », mathématique et sans tomber dans une causalité excessive, nous constatons une préfiguration de ce type de formation. Préfiguration n'est pas cause, il n'y a pas de causalité directe entre la formation dispensée à l'école de Reims, patronnée par l'Académie et ce qui advient au moment de la Révolution. Les actions de Monge conduisant à l'établissement de l'Ecole Polytechnique procèdent néanmoins de la hiérarchisation des savoirs mise en place par l'Académie dès avant 1750, n'oublions pas que Monge est académicien. La place relativement réduite de la formation scientifique dans l'université napoléonienne, la reconstitution de l'Académie des sciences au sein de l'Institut de France avec un recrutement de savants confirmés, plutôt en fin de carrière, tout cela change la donne de la formation scientifique et technique. Cette nouvelle Académie des sciences cesse progressivement d'être le lieu vivant de la recherche scientifique pour devenir le lieu de la consécration scientifique.

Nous avons vu l'Académie prendre le pouvoir sur la technique. Même dissoute en 1793 et reconstituée en 1795, cette prééminence des savants sur les ingénieurs patriciens se confirme mais se déplace et passe par l'enseignement. Pour l'exprimer de façon lapidaire, donc excessive et critiquable mais imagée, dès cette première moitié du XVIIIe siècle les savants ont pris le pouvoir sur les ingénieurs avant qu'au XIXe siècle les ingénieurs deviennent les savants[12]. C'est toute l'originalité d'une autre école technique, celle des Mines de Saint-Etienne, fondée au tout début du XIXe siècle en 1816, étudiée par Anne-Françoise Garçon[13], que de se démarquer de cet enseignement purement savant pour conserver une partie pratique importante mais sans jamais négliger l'enseignement scientifique. La dynamique créée par l'Académie conduit peut-être à Polytechnique et, bien que ce modèle ait eu une empreinte très forte, cela n'épuise pas les possibilités de formation des ingénieurs.

---

[11] Cf. chapitre 6, § 6.5.

[12] Ce qui se confirme par le nombre important de scientifiques anciens élèves de l'Ecole Polytechnique, par exemple : Arago, Coriolis, Cauchy, Navier, Poisson, ou enseignant : Ampère.

[13] *Entre l'Etat et l'usine, l'école des mines de Saint Etienne au XIXe siècle.*

Il ne s'agit pas de savoir si cette hiérarchisation science-technique, cette formation « à la française » d'ingénieurs savants, sont bonnes ou mauvaises, utiles ou néfastes, cela est. Un tel type de formation ne va plus être le seul apanage des ingénieurs mais aussi des techniciens qui les assistent, il n'est pas jusqu'aux modestes jardiniers de la ville de Paris à qui l'on demande aujourd'hui de connaître les identités remarquables[14] au programme du concours de recrutement[15]. Ce système n'a pas toujours fait l'objet de critiques et il convient de citer Charles Babbage qui, dans les années 1830 dénonce violemment le système britannique de formation technique et souligne la supériorité des pays de l'Europe continentale et particulièrement de la France, dans ce domaine[16].

Nous avons indiqué des pistes de recherches ouvertes par ce travail : dépouiller les registres plus avant dans le siècle pour confirmer ou infirmer les tendances observées dans la première moitié, confirmer les liens des écoles par le croisement des listes d'élèves, étudier les liens entre l'Ecole des Mines et l'Académie à la fin de l'Ancien Régime à partir des archives et registres de celle-ci. Toutes ces directions permettraient d'éclairer, de modifier, de confirmer ou d'infirmer ce que nous avons observé comme instauration d'un nouveau régime de la pensée opératoire et d'un nouveau régime de la formation des ingénieurs. Une dernière piste consisterait à explorer les nombreux manuels techniques, manuels d'ingénieurs cités comme ouvrages de référence par le professeur de l'école de Reims, dont les auteurs sont souvent membres de l'Académie ou liés à elle, comme Camus, Clairaut et Bélidor, correspondant puis élu associé. Une tentative de dépouillement de ces manuels, qui à notre connaissance n'a pas été faite, permettrait d'évaluer le niveau mathématique et technique des ingénieurs des Lumières. Nous devrions dire ingénieurs mécaniciens ou hydrauliciens car nous n'avons pas rencontré jusqu'en 1750 de manuels de référence destinés aux chimistes, à l'exception du traité des teintures de Hellot. Des obstacles existent dans les notations mathématiques, les formes de raisonnement et les descriptions qu'il conviendrait de surmonter pour avancer dans la compréhension de la pensée technologique de l'Académie dont ils sont un vecteur essentiel de la diffusion.

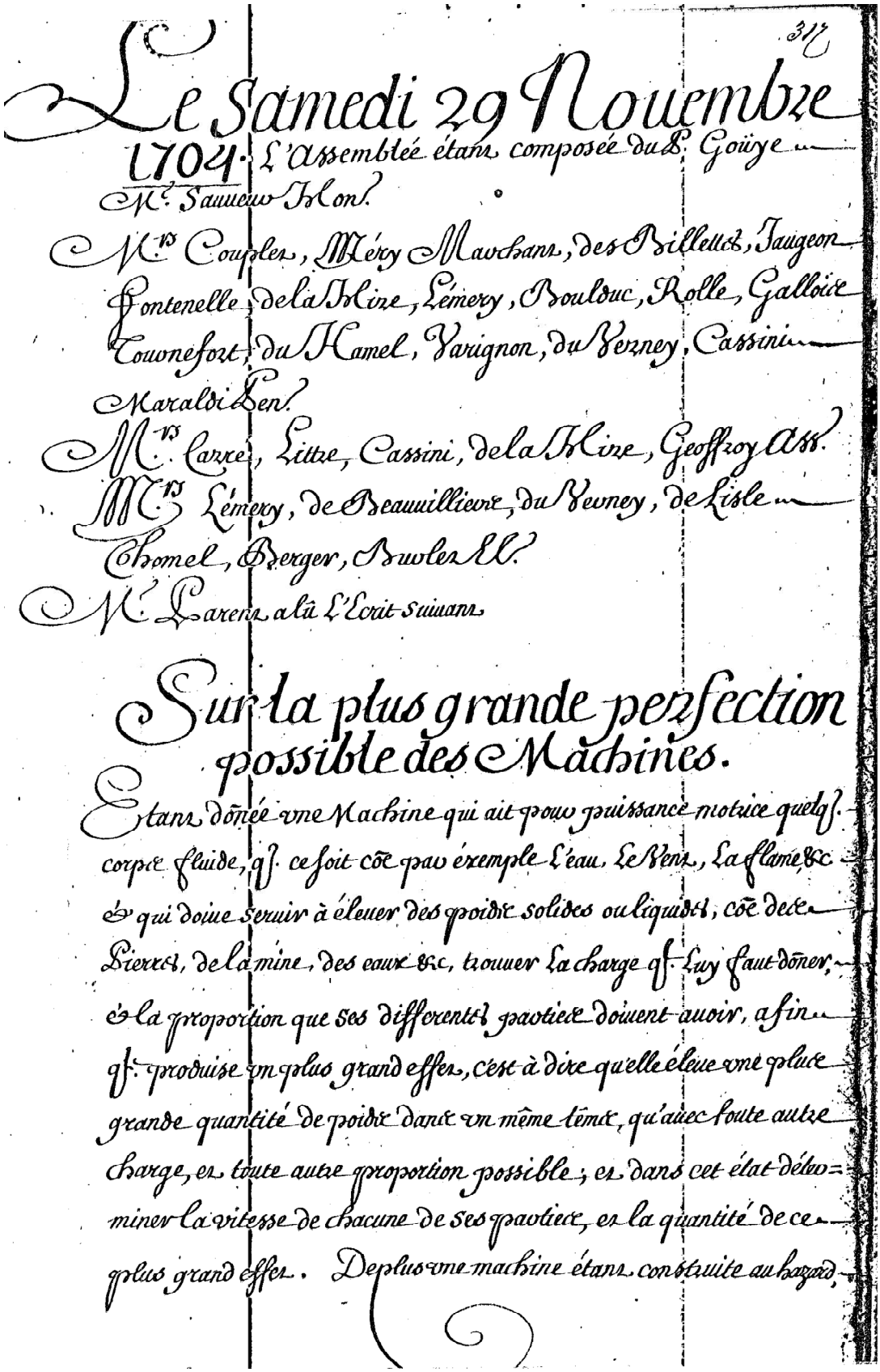
---

[14] Par exemple : $(a+b)^2 = a^2+2ab+b^2$

[15] Brochure du concours de recrutement de la ville de Paris, programme de mathématiques : https://teleservices.paris.fr/fow/site-cep/jsp/site/Portal.jsp?page=fiche&id=476 (consultation du 16 septembre 2013)

[16] Marie-José Durand-Richard, « Le regard de Charles Babbage sur le « déclin de la science anglaise » : *Documents pour l'histoire des techniques*, N° 19 pp. 287-306.

Ces académiciens technologues que nous avons rencontrés n'ont pas les honneurs de rues ou de places, il n'y a pas de rue Antoine Parent et Duhamel du Monceau n'est qu'une gloire locale du Gâtinais ou de Rochefort sauf une modeste plaque quai d'Anjou dans l'île Saint-Louis. Pitot n'est connu qu'en Languedoc, pas de rue Charles Louis Etienne Camus, Réaumur est plus connu par son thermomètre et ses recherches entomologistes que par son intense activité technique à l'Académie. Nous espérons par ce travail leur redonner quelque lustre, comme individus et comme compagnie de savants qui sont aussi des techniciens. En relisant le début du mémoire de Parent, nous pouvons y observer cette pensée technologique dans la manière de « poser le problème ».



Le Samedi 29 Nouembre 1704. L'assemblée étant composée du S. Goüye M. Sauueur Président.

M.rs Couplet, Méry Marchant, des Billettes, Jaugeon Fontenelle, de la Hire, Lémery, Boulduc, Rolle, Galloüe Courtefort, du Hamel, Varignon, du Verney, Cassini Maraldi Sen.

M.rs Carré, Littre, Cassini, de la Hire, Geoffroy Ass.

M.rs Lémery, de Beauuillieure, du Verney, de Lisle Chomel, Berger, Burlet Ad.

M. Parent a lû l'Ecrit suiuant

Sur la plus grande perfection possible des Machines.

Etant donnée une Machine qui ait pour puissance motrice quelq. corps fluide, q. ce soit cõme par exemple l'eau, le Vent, la flame &c. & qui doiue seruir à éleuer des poids solides ou liquides, cõme des Pierres, de la mine, des eaux &c, trouuer la charge q. luy faut dõner, & la proportion que ses differentes parties doiuent auoir, afin q. produise un plus grand effet, c'est à dire qu'elle éleue une plus grande quantité de poids dans un même tems, qu'auec toute autre charge, et toute autre proportion possible; et dans cet état déterminer la vitesse de chacune de ses parties, et la quantité de ce plus grand effet. De plus une machine étant construite au hazard,

Début du mémoire d'Antoine Parent sur les machines hydrauliques
(AADS, R, 27 novembre 1704)

LISTE DES FIGURES

Demandes d'examen d'invention pour la période (1680-1698)	45
Evolution du nombre de demandes d'examen en fonction du temps (1699-1750)	53
Evolution du pourcentage de demandes particulières en fonction du temps (1699-1750)	55
Répartition des inventions présentées par catégories	59
Evolution dans le temps du nombre de machine présentées (1699-1750)	62
Pompe à incendie approuvée en 1699	63
Machine à laminer le plomb	63
Machine pour placer les pièces à marquer sous les carrés de la Monnaie	64
Evolution dans le temps du nombre d'inventions navales présentées (1699-1750)	65
Cabestan à lanterne	66
Drague	67
Evolution dans le temps du nombre d'inventions « commodités » présentées (1699-1750)	68
Evolution dans le temps du nombre d'inventions « horlogeries » présentées (1699-1750)	69
Evolution dans le temps du nombre d'inventions « militaires » présentées (1699-1750)	70
Pièces de platines de fusil interchangeables	71
Evolution dans le temps du nombre d'inventions « transport » présentées (1699-1750)	71
Evolution dans le temps du nombre d'inventions « métallurgie » présentées (1699-1750)	71
Evolution dans le temps du nombre d'inventions « agriculture » présentées (1699-1750)	73
Evolution dans le temps du nombre d'inventions « architecture » présentées (1699-1750)	74
Evolution dans le temps du nombre d'inventions « textile » présentées (1699-1750)	75
Projet de pompe à installer sous le pont au change	86
Répartition des académiciens suivant leur moyenne annuelle de commissions d'examen	92
Evolution dans le temps des commissions attribuées à Réaumur	94
Evolution dans le temps des commissions attribuées à Pitot	95
Evolution dans le temps des commissions attribuées à Camus	95
Répartition pondérée dans le temps des expertises	125
Répartition des expertises par catégories	126
Mortier pour l'épreuve de poudres de l'instruction de 1686	131
Nombre des séances avec lecture d'une description, en fonction du temps	163

Atelier de verrier	169
Outils et pièces de presse d'imprimerie	170
Planche de l'Encyclopédie comparée au croquis de relevés initiaux (vue générale)	179
Planche de l'Encyclopédie comparée au croquis de relevés initiaux (outils)	180
Planches de l'Encyclopédie et de la description de l'art d'imprimer	180
Evolution dans le temps du nombre annuel de séances techniques internes	190
Moyenne mobile (sur cinq ans, centrés) du nombre annuel de séances techniques internes, hors descriptions	191
Répartition des séances techniques internes par catégories (1699-1750)	192
Répartition des séances techniques internes, hors descriptions des arts, par catégories (1699-1750)	193
Répartition comparée des catégories d'inventions (à gauche) et des sujets d'études techniques internes (à droite)	194
Répartition des académiciens suivant le nombre annuel d'interventions techniques en séance	196
Répartition dans le temps des interventions techniques de Parent	196
Répartition dans le temps des interventions techniques et des commissions de Réaumur	198
Répartition dans le temps des interventions techniques et des commissions de Duhamel	199
Répartition dans le temps des interventions techniques et des commissions de Pitot	199
Répartition dans le temps des interventions techniques et des commissions de Hellot	200
Machine conceptualisée	205
Schémas de pompes tirés du mémoire de Pitot	215
Disposition des aubes expliquée par Pitot	217
Schéma de calcul des forces s'exerçant sur les parapets et sur la formation des talus naturels	218
Figures des courbes propres à former des dômes « autoporteurs »	223
Formule différentielle générale des courbes propres à former des dômes « autoporteurs »	223
Forme de chaînettes de Bernouilli paramétrées suivant leur ouverture	224
Cric de Dalesme	226
Schéma de principe du tube de Pitot	229
Schéma du tube de Pitot	230
Tableau de calcul des forces de frottements à prendre en compte en fonction du poids soulevé et du diamètre de la corde	234
Tableau de la résistance des poutres en fonction de leurs dimensions	236
Tableau des commissaires chargés de l'attribution du prix de navigation	246
Détermination géométrique de la forme de l'ancre	252

Forge des ancres suivant (de gauche à droite) les *Descriptions des Arts et Métiers* (tome 15), le *Recueil des pièces ayant remporté le prix* (tome 3), l'*Encyclopédie* (Planches, tome 7)	256
Formules extraites du mémoire de Bouguer	258
Schémas utilisés par Bouguer dans son mémoire sur la mature des vaisseaux	259
Réseau des liens entre les acteurs de la fondation de l'école de Reims	272
Répartition des enseignements de l'école de Reims après le départ de Féry	308

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS 1

INTRODUCTION 4

BIBLIOGRAPHIE 22

SOURCES 33

1 EXAMINER 41

1.1 La première Académie et les inventions 42

1.2 Inventeurs et inventions 46

1.2.1 Inventer, inventeurs, inventions 46

1.2.2 Les inventeurs 49

1.2.3 Les demandes 52

1.2.4 La nature des inventions 58

1.3 Comment et par qui examiner les inventions ? 76

1.3.1 Les procédures 77

1.3.2 L'expérimentation comme partie centrale de la procédure 80

1.3.3 Expérimenter mais aussi calculer et appliquer les « principes » 84

1.3.4 Les commissaires chargés d'examiner les inventions, une population tournée vers la technique ? 91

1.4 Nouveauté, utilité ? quels critères pour en juger 96

1.4.1 Les critères techniques de jugement, d'abord la nouveauté 97

1.4.2 Les critères techniques de jugement, l'utilité 104

1.4.3 La place de l'économie dans les critères de jugement 109

1.5 Conclusions du chapitre 1 119

2 EXPERTISER 122

2.1 Quelle place pour les expertises 125

2.2 Expertiser pour le Roi 127

2.2.1 La mesure de la qualité des poudres 127

2.2.2 Le jaugeage des vaisseaux 135

2.2.3 La mesure des longitudes 139
2.2.4 Le règlement des teintures 143
2.2.5 L'enquête du Régent 146
2.3 Expertiser pour la société 147
2.3.1 Des expertises judiciaires 147
2.3.2 Arbitrer et décider 150
2.3.3 De l'arbitrage à la description 152
2.4 Conclusion du chapitre 2 154
3 DECRIRE 156
3.1 Le projet de Colbert, sa place dans la première Académie 157
3.2 Le renouvellement et la place des descriptions 161
3.3 Décrire ou expliquer, le choix académique 167
3.3.1 De la « Réduction en Art » aux « Descriptions des arts » 167
3.3.2 Une publication tardive 173
3.3.3 Diriger la technique par la science 176
3.4 Conclusion du chapitre 3 181
4 ETUDIER 185
4.1 Les techniques comme objet du travail académique 186
4.1.1 La place des études techniques au sein de la première Académie 186
4.1.2 La place de la technique dans l'Académie renouvelée 188
4.1.3 Quels sujets d'étude ? 193
4.1.4 Quels acteurs ? 195
4.2 Des mémoires « techniques » significatifs 201
4.2.1 Observer et calculer : la plus grande perfection possible des machines 201
4.2.2 Théoriser à partir des inventions, 209
4.2.3 Modéliser pour calculer 219
4.2.4 Mettre en pratique : les académiciens inventeurs 225
4.2.5 Mesurer quand on ne peut pas calculer 232
4.2.6 La littérature technique 237

4.2.7 Analyser les techniques étrangères pour les transposer 240
4.3 Les prix comme stimulation de la recherche technique 244
4.3.1 Les commissaires 245
4.3.2 Les sujets et les lauréats 247
4.4 En guise de conclusion : des caractères communs à toutes les études techniques 259
5 ENSEIGNER 263
5.1 La fondation 265
5.1.1 Une enquête préliminaire 266
5.1.2 Un réseau « newtonien » 268
5.1.3 Un accord négocié ou entériné ? 272
5.1.4 Un conflit puis des nominations successives 274
5.1.5 Une certaine idée du progrès « économique » 276
5.2 Une nouvelle approche de l'enseignement technique 279
5.2.1 Un enseignement volontairement novateur 279
5.2.2 Une école de « Mathématiques pratiques » 282
5.2.3 Un niveau élevé en mathématiques 285
5.2.4 Une encyclopédie des techniques pour les « artistes » 288
5.2.5 Un enseignement des techniques militaires 306
5.2.6 Quel niveau réel et quel emploi du temps ? 308
5.3 L'école de dessin 311
5.4 Un projet avorté : une école de mathématiques « théoriques » newtonienne 313
5.5 Un fonctionnement pérenne et une cohérence 315
5.5.1 La maîtrise sans chef-d'œuvre 315
5.5.2 La classe préparatoire aux grandes écoles 319
5.6 Conclusion du chapitre 5 322
6 PENSER 326
6.1 Un mot redoutable 327
6.1.1 La confusion 328
6.1.2 Historiographie 330

6.1.3 Choisir 335

6.2 Une idéologie du progrès technique 337

6.3 Les caractères de la pensée technologique de l'Académie 343

6.3.1 L'observation 344

6.3.2 Expérimentation et mesure. 346

6.3.3 Calcul, modélisation et théorisation 351

6.3.4 « Pourquoi ça marche ? » Ou l'intelligence cachée des machines 359

6.3.5 Hiérarchiser les savoirs techniques 360

6.3.6 La diffusion de la pensée technologique de l'Académie 365

6.4 Et l'Encyclopédie ? 377

6.5 Conclusions du chapitre 6 384

CONCLUSION 388

LISTE DES FIGURES 406

TABLE DES MATIERES 409

LA PENSEE TECHNIQUE DE L'ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES (1699-1750)

Mots-clés : histoire des techniques, académie royale sciences, inventions, machines, descriptions, enseignement technique, technologie, pensée opératoire, ingénieurs.

Résumé :

Fondée en 1666, « Renouvelée » par un règlement royal en 1699, devenue une institution de la monarchie absolue, l'Académie Royale des Sciences réunit les meilleurs savants du XVIIIe siècle. Etre un acteur majeur dans le champ de la technique n'allait pas de soi pour une Académie des sciences. Cette thèse analyse les raisons et les modalités de cette présence et en mesure la place. De l'examen des inventions aux études techniques, en passant par les expertises et les descriptions des arts, une nouvelle pensée apparaît caractérisée par l'émergence du régime de la technologie de la pensée opératoire. Dans la première moitié du XVIIIe siècle ce régime de pensée s'installe et se traduit par une nouvelle relation entre sciences et techniques. Délaissant progressivement les techniques des métiers réglés pour se tourner vers les techniques nouvelles pour en rechercher les principes, les causes de leur fonctionnement plutôt que de le décrire, l'Académie applique les méthodes de la science moderne à la technique. Cette pensée technique se diffuse, elle est partagée et enseignée dans des lieux nouveaux. De là, l'enseignement des techniques va quitter le mode de la transmission et de l'apprentissage pour entrer dans un modèle spécifiquement français de la formation scientifique des ingénieurs. Dans cette période des liens particuliers unissent l'Académie aux écoles des armes savantes, ainsi qu'à une école de « mathématiques pratiques ». Les savants qui ont pris le contrôle d'une technique devenant scientifique vont, alors, céder la place à des ingénieurs qui deviennent aussi des scientifiques.

A NEW APPROACH FOR IMAGINING TECHNOLOGY: THE FRENCH "ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES" (1699-1750)

Key words: history of technology, académie royale des sciences, inventions, machines, technical training operational thinking, engineer.

Summary:

As an institution of the absolute French Monarchy first founded in 1666 and later "renewed" by royal decree in 1699, the "Académie Royale des Sciences" brings together the best scientific minds of the Eighteenth Century. Becoming a major player in the technical field did not represent an obvious task for a scientific Academy. The present thesis analyzes how and why such an action came to be while measuring its importance. Starting with an examination of inventions and moving on to technical studies, taking into consideration technical assessments as well as the descriptions of currently employed techniques, we see the emergence of a new type of operational thinking characterized by the rule of technology. Once established during the first half of the 18th century, such a conceptual régime enables a new relationship to develop between science and techniques. Progressively abandoning the current techniques with the aim of studying new techniques and uncovering the principles and causes of their functioning rather than merely describing the latter, the Academy thus began to apply the methods of early modern science to techniques. Gaining currency in ever wider circles, this way of thinking was both taught and shared in new places. Hence technical training moves from transmission and apprenticeship to a specifically French way of training engineers scientifically. During this period special links are established between the Academy and military engineering schools as well as with a school of "practical mathematics" founded in Reims. Those scientists who first endowed technical thinking with a scientific outlook will in turn give way to engineers who become scientists.