



HAL
open science

Les meules rotatives de la fin de l'Âge du Fer au haut Moyen Âge entre la Seine et le Rhin

Paul Picavet

► **To cite this version:**

Paul Picavet. Les meules rotatives de la fin de l'Âge du Fer au haut Moyen Âge entre la Seine et le Rhin. Histoire. Université de Lille, 2019. Français. NNT : 2019LILUH005 . tel-03141069

HAL Id: tel-03141069

<https://theses.hal.science/tel-03141069v1>

Submitted on 15 Feb 2021

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.

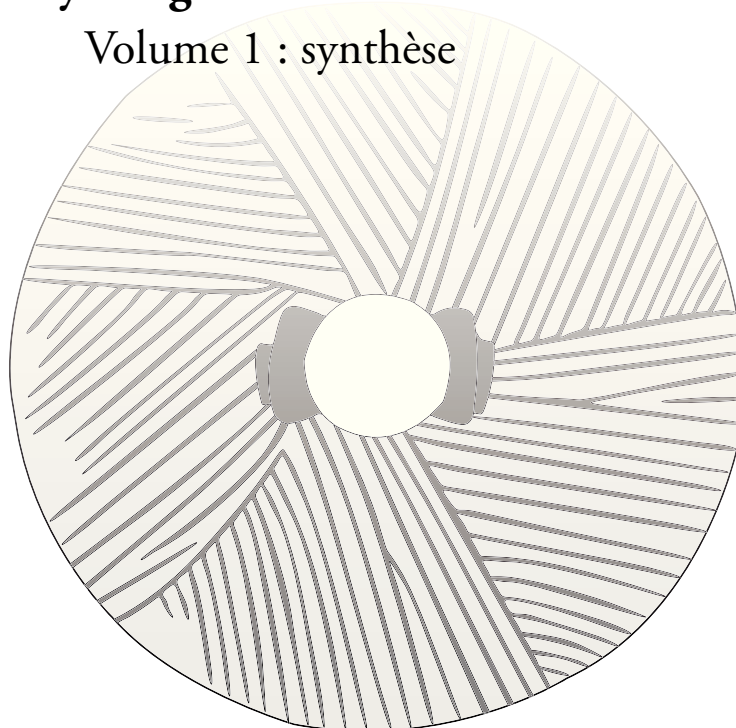
Université de Lille - École doctorale SHS

Halma - UMR 8164

Paul PICAUVET

**Les meules rotatives de la fin de l'Âge du Fer au
haut Moyen Âge entre la Seine et le Rhin**

Volume 1 : synthèse



Thèse présentée pour l'obtention du titre de Docteur en Histoire, Civilisation et Archéologie

Sous la direction de William VAN ANDRINGA et Jean-Pierre BRUN

Soutenue le 14/02/2019

Jury :

W. VAN ANDRINGA, Directeur d'études à l'École Pratique des Hautes Études (directeur)

J.-P. BRUN, Professeur titulaire de la chaire « Techniques et économies de la Méditerranée antique »
au Collège de France (co-directeur)

O. BUCHSENSCHUTZ, Professeur émérite d'archéologie de l'Âge du Fer à l'École Normale Supérieure
(rapporteur)

G. FRONTEAU, Maître de conférences HDR en géologie à l'Université de Reims Champagne-Ardenne
(rapporteur)

A. WILSON, Professeur d'archéologie romaine à l'Université d'Oxford

REMERCIEMENTS

En 2007 quand mes amis Stéphane, Bastien et Camille m'ont proposé d'aller fouiller un atelier de taille de meules à Saint-Quentin-la-Poterie dans le Gard, je me suis d'abord étonné que l'on fouille ce genre de site dont je ne soupçonnais même pas l'existence. Puis l'idée d'aller passer un été au soleil en découvrant une autre région m'a séduite, et l'expérience fut menée puis renouvelée en 2008. Je garde de ces étés l'un des meilleurs souvenirs de ma vie d'archéologue, et une solide équipe d'amis dont les liens résistent au temps, à l'éloignement et au silence-radio de la dernière année de thèse.

Entre temps, Xavier Deru m'avait proposé un sujet de mémoire de master sur les meules du nord de la Gaule, et la mission 2008 de Saint-Quentin-la-Poterie fut l'occasion de faire plus ample connaissance avec ce type de mobilier. C'est alors que Samuel Longepierre, qui dirigeait le chantier, proposa de m'introduire au sein du *Groupe Meule* qui mettait en place les bases méthodologiques de l'étude des meules. La machine était lancée et mon master fut soutenu en 2011 à l'Université de Lille. Je remercie profondément tous les acteurs de cette initiation :

Xavier Deru pour son suivi, pour les échanges fructueux que nous avons eus depuis le début et pour m'avoir initié à la cartographie archéologique.

Tous les membres du *Groupe Meule* qui ont enrichi le débat et participé aux discussions passionnées qui ont mené à l'établissement d'un vocabulaire, d'une typologie et de bases de données communes. Au sein du PCR, je ne saurais suffisamment remercier Tim Anderson, François Boyer, Vérane Brisotto, Olivier Buchsenschutz, Gilles Fronteau, Caroline Hamon, Luc Jaccottey, Florent Jodry, Stéphanie Lepareux-Couturier, Cécile Monchablon, Annabelle Milleville et Boris Robin, avec qui les échanges sont particulièrement riches et constructifs depuis 10 ans ! Cet accompagnement s'est avéré très rassurant sur un thème de recherche dont le traitement systématique ne faisait que s'amorcer, et qui aurait pu perturber le néophyte que j'étais. Cet héritage se ressent probablement tout au long de ce mémoire de thèse puisque, tant les méthodes d'analyse que les problématiques ont été construites de manière collective au fil des ans. En témoignent les longues listes d'auteurs qui introduisent les publications du *Groupe Meule*. Ainsi, le travail personnel que je présente ici ne vient pas clore un sujet de recherche mais en ouvrir une nouvelle porte. La continuité sera assurée en 2019 par l'accueil du PCR en région Hauts-de-France et la fouille des carrières de Macquenoise qui ont constitué le cœur de mes préoccupations (et l'épicentre de mes cartes).

Revenons à l'issue du master, où trois années furent consacrées à ma vie professionnelle par une alternance de phases de fouille et d'études d'outillage en pierre pour différents opérateurs d'archéologie préventive. Ma propre base de données ainsi que celle du *Groupe Meule* s'en sont enrichies jusqu'en 2014 où le laboratoire HALMA et son directeur Didier Devauchelle acceptèrent de m'accueillir comme membre visiteur afin de valoriser mes travaux. C'est dans cette dynamique que l'idée qui germait en moi, celle de faire une thèse de doctorat, a pu se concrétiser.

William Van Andringa, alors professeur d'archéologie romaine à Lille, a accepté de superviser mon travail. Son encadrement m'a toujours laissé suffisamment d'autonomie pour aller au bout de mes idées, et son suivi m'a obligé à fixer des délais réguliers qui m'ont encouragé à avancer. Qu'il reçoive ici toute ma gratitude.

Toujours en 2014, je rencontrai Jean-Pierre Brun au colloque du *Groupe Meule* à Reims, et celui-ci accepta de jouer le rôle de tuteur en histoire et archéologie des techniques. Je tiens à le remercier pour la grande confiance dont il a fait preuve à mon égard dans le lancement de mes recherches, et par la suite pour ses incitations à développer des idées jusque là peu abordées.

Fort de ces soutiens, un contrat doctoral m'était attribué pour trois ans afin d'intégrer l'équipe de recherche d'HALMA sous la nouvelle direction de Stéphane Benoist. À ce niveau, je remercie chaleureusement le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, l'École Doctorale de Lille SHS et le laboratoire HALMA qui m'ont assuré les moyens de travailler sereinement pendant cette période.

Était donc lancé le marathon de la thèse, débutant par une « chasse aux meules » et la recherche de leur origine géologique. Plusieurs personnes sont intervenues à différents stades de ce parcours. La reconnaissance des roches meulières n'aurait pas été possible sans l'expertise des géologues François Boyer (émérite, Univ. Paris IV), Roland Dreesen (Institut Royal des Sciences Naturelles), Gilles Fronteau (Univ. Reims) et Éric Goemaere (Institut Royal des Sciences Naturelles). Qu'ils soient remerciés de les avoir analysées en détail, mais aussi d'avoir participé aux prospections pédestres lancées à la recherche de carrières de meules dans les Ardennes et en Normandie. Merci aussi aux autres fidèles partenaires de prospection qui ont parcouru les bois à mes côtés : Alexandre Audebert, Célia Basset, Georges Benoît, Anthony Brudnicki, Dominique Daoust, Grégory Gay, Gabriel Guidi-Rontani, Alain Hanson, Vincent Le Quellec, Fabien Lesguer, Sylvie Petit, Étienne Poirrier, Sibrecht Reniere et Bruno Van Eerdenbrugh.

Merci aux organismes qui ont financé la préparation de lames-minces et les analyses chimiques de roches volcaniques :

- 16 lames minces réalisées au laboratoire de pétrographie de l'Université Lille 1 et financées à hauteur de 441 euros par le PCR du *Groupe Meule* pour observation microscopique par Gilles Fronteau.
- 6 analyses XRF d'échantillons de roche volcanique réalisées par T.M. Gluhak (Römisch-Germanisches Zentralmuseum, Mainz) et payées 600 euros par le PCR du *Groupe Meule*.
- 15 analyses XRF d'échantillons de roches volcaniques réalisées par T.M. Gluhak et payées 1800 euros par le CNRA du Luxembourg.

Merci également à l'Inrap qui a financé des analyses de phytolithes sur les meules de Marquion (Canal Seine - Nord Europe, fouille 32), et à Pascal Verdin qui les a réalisées (voir en annexe).

La « chasse aux meules » fut possible grâce aux financements du centre de recherche HALMA et de l'École Doctorale SHS qui ont subventionné une partie de mes déplacements de la Normandie aux Pays-Bas entre 2014 et 2017. Le reste des déplacements a pu être financé grâce à mon établissement comme spécialiste auto-entrepreneur, activité complémentaire qui fut aimablement autorisée par la présidente de l'Université, Fabienne Blaise.

Ces expéditions furent l'occasion de rencontres plus ou moins fugaces mais toujours agréables au détour d'une base archéologique, d'un dépôt de mobilier ou d'un centre documentaire. Je tiens ainsi à remercier tous les archéologues qui ont accepté de mettre du mobilier à ma disposition, tous les gestionnaires de dépôts et régisseurs de musées qui m'ont ouvert leurs portes, et leurs responsables hiérarchiques qui ont validé mes interventions. Certains ont même poussé l'hospitalité jusqu'à m'héberger à leur domicile, renforçant non seulement les rapports professionnels mais créant aussi des liens d'amitié. Ce sont Célia Basset en Normandie, Dominique Gemehl à Amiens, Fabienne Vilvorder à Louvain-la-Neuve, et Bruno Van Eerdenbrugh à Salmchâteau.

Au risque d'oublier quelqu'un, merci à tous les intervenants :

Adrian Yves-Marie (Inrap)
Antoine Jean-Louis (Musée archéologique de Namur)
Assémat Hélène (Archéopole)
Aubry Bruno (Inrap)
Bak Virginie (Inrap)
Ballez Olivier (archéologue amateur Hainaut)
Balmelle Agnès (Inrap)
Barbet Claire (Inrap)
Basset Célia (Université Paris X)
Bausier Karine (Espace gallo-romain de Ath)
Bayard Didier (SRA Hauts-de-France)
Beinaert-Mary Véronique (Musée de Bavay)
Bernard Luc (Communauté d'agglo. du Douaisis)
Bernez Sébastien (Communauté d'agglo. du Douaisis)
Beurion Claire (Inrap)
Binet Éric (Amiens métropole)
Biver Véronique (CNRA Luxembourg)
Blamangin Olivier (Inrap)
Blancquaert Geertrui (SRA Grand Est)
Blondeau Rémi (Evéha)
Blondiau Lydie (Inrap)
Boffa Sergio (Musée de Nivelles)
Boisson Julien (Archéopole)
Boivin Agnès (Inrap)
Bollard-Raineau Isabelle (Musée de Bavay/SRA)
Bolo Nathalie (SRA Normandie)
Brouillard Cécile (Inrap)
Bouthor Laurent (Musée de Bavay)
Breton David (Inrap)
Bron Guillaume (Communauté d'agglo. du Douaisis)
Brou Laurent (CNRA Luxembourg)
Brulet Raymond (CRAN Louvain-la-Neuve)
Calderoni Paola (Inrap)
Canny Dominique (Inrap)
Casterman François (a.s.b.l. ARC-HAB)
Cattelain Pierre (Cedarc - Musée du Malgré-Tout)
Cayol Nicolas (Inrap)
Cense Delphine (Archéopole)
Censier Damien (Communauté d'agglo. du Douaisis)
Claes Britt (Musées Royaux d'Art et d'Histoire)
Clotuche Raphaël (Inrap)
Collart Jean-Luc (SRA Hauts-de-France)
Compagnon Éric (Communauté d'agglo. du Douaisis)
Coquillard Annabelle (Archéopole)
De Muylder Marjolaine (Inrap)
Deflorennes Carole (Inrap)
Delauney Antoine (Evéha)
Delepierre Guillaume (Archéopole)
Delpuech Pascale (Communauté d'agglo. du Douaisis)
Demellenne Marie (Musée de Mariemont)
Demon Angélique (Service archéo. de Boulogne)
Denimal Christine (Archéopole)
Deramaix Isabelle (Service Public de Wallonie)
Derbois Martine (Inrap)
Desenne Sophie (Inrap)
Desfossés Yves (SRA Grand Est)
Destexhe Guy (Musée d'archéologie hesbignonne)
Dijkman Wim (Service archéologique de Maastricht)
Dövenner Franziska (CNRA Luxembourg)
Dufresnes Jean (archéologue amateur Hainaut)
Duvette Laurent (Inrap)
Duvivier Hélène (Archéopole)
Elleboode Emmanuel (Inrap)
Fajon Philippe (SRA Normandie)
Faupin Géraldine (Inrap)
Fémolant Jean-Marc (Service archéo. de Beauvais)
Font Caroline (Inrap)
François Sophie (Centre d'archéo. du Pas-de-Calais)
Friboulet Muriel (Inrap)
Gaeng Catherine (CNRA Luxembourg)
Gaillard Denis (Inrap)
Gapenne Amandine (Inrap)
Gardais Corinne (Inrap)
Gaufroy Stéphane (Inrap)
Gemehl Dominique (Inrap)
Geoffroy Jean-François (Inrap)
Giard Estelle (Evéha)
Gillet Evelyne (Inrap)
Goutière Marc (Musée des Beaux Arts de Valenciennes)
Groch Pierre-Yves (Inrap)
Gubellini Laurent (Archéopole)
Gubellini-Gilles Nathalie (Archéopole)
Hadot Vincent (Service archéo. de Valenciennes)
Hannois Philippe (SRA Hauts-de-France)
Hanut Frédéric (Service Public de Wallonie)
Harnay Veronique (Inrap)
Henrotay Denis (Service Public de Wallonie)
Herbin Patrice (Service archéologique du Nord)

Hoogardie Yvon (archéologue amateur Aisne)
 Hosdez Christophe (Inrap)
 Houbion Francis (archéologue amateur Hainaut)
 Houdusse Bertrand (Inrap)
 Jacques Alain (Service archéologique d'Arras)
 Jeneson Karen (Thermen museum, Heerlen)
 Kliesch Frédéric (Inrap)
 Korpiun Patrice (Service archéo. de Valenciennes)
 Lacroix Samuel (Evéha)
 Lamant Johannny (Inrap)
 Lamotte Didier (Inrap)
 Lantoine Jennifer (Inrap)
 Lebrun Marie (Communauté d'agglo. du Douaisis)
 Leclercq Séverine (Service archéo. de Boulogne)
 Lefert Sophie (a.s.b.l. Archéolo-J)
 Lefevre Philippe (Inrap)
 Lelarge Samuel (Inrap)
 Lemaire Frédéric (Inrap)
 Lemaire Patrick (Inrap)
 Lepert Thierry (SRA Normandie)
 Leplus Stéphane (Archéopole)
 Lequoy Marie-Clotilde (SRA Normandie)
 Leriche Benoît (Inrap)
 Leroy Stéphanie (Artois-Comm)
 Leroy-Langelin Emmanuelle (Centre d'archéologie du Pas-de-Calais)
 Lhommel Pauline (Evéha)
 Lourdeau Charles (Inrap)
 Louvion Christine (Service archéologique du Nord)
 Lukas Dagmar (Inrap)
 Malrain François (Inrap)
 Maniez Jérôme (Centre d'archéologie du Pas-de-Calais)
 Mantel Étienne (SRA Normandie)
 Marcy Thierry (Inrap)
 Maréchal Denis (Inrap)
 Martin Fanny (CReA-Patrimoine)
 Masse Armelle (Centre d'archéologie du Pas-de-Calais)
 Mazet Sylvain (Inrap)
 Merkenbreack Vincent (Centre archéo. Pas-de-Calais)
 Meurisse Laetitia (HALMA, Université de Lille SHS)
 Moriceau Tristan (Cap Calaisis)
 Neaud Pascal (Inrap)
 Notte Ludovic (Inrap)
 Oudoire Thierry (Musée d'Histoire Naturelle de Lille)
 Oudry-Brailon Sophie (Inrap)
 Panloups Elisabeth (Centre archéo. du Pas-de-Calais)
 Paris Clément (Inrap)
 Pastor Line (Cap Calaisis)
 Paulke Matthias (CNRA Luxembourg)
 Pêcheur Fabien (Musée de Nivelles)
 Peixoto Xavier (Inrap)
 Perrier Bertrand (Archéopole)
 Petit Emmanuel (Inrap)
 Pézier Antoine (Archéopole)
 Poirier Christian (Inrap)
 Poirier Isabelle (SRA Hauts-de-France)
 Pouriel Raphaël (Archéopole)
 Praud Yvan (Inrap)
 Prilaux Gilles (Inrap)
 Révillion Stéphane (SRA Région Centre)
 Robelot Sylvain (Communauté d'agglo. du Douaisis)
 Rollet Philippe (Inrap)
 Rorive Sylvie (Communauté d'agglo. du Douaisis)
 Roudié Nicolas (Inrap)
 Rougier Richard (Inrap)
 Rousseau Aurélie (Inrap)
 Roussel Dominique (Service archéo. de Soissons)
 Routier Jean-Claude (Inrap)
 Sarrazin Sabrina (Inrap)
 Sauvage Laurent (Inrap)
 Soleil Philippe (archéologue amateur Hainaut)
 Soupard Nathalie (Inrap)
 Steenebrugges Marianne (Musée Quentovic, Étaples)
 Talon Marc (Inrap)
 Thoquenne Virginie (Inrap)
 Thuet Annick (Inrap)
 Tichelman Gerard (Raap Archeologisch Advies)
 Trawka Hervé (Inrap)
 Vanmechelen Raphaël (Service Public de Wallonie)
 Van Ossel Paul (Université Paris ouest - Nanterre)
 Varin Willy (Inrap)
 Vilvorder Fabienne (CRAN Louvain-la-Neuve)
 Vrielynck Olivier (Service Public de Wallonie)
 Warmembol Eugène (CReA-Patrimoine)
 Wozny Luc (Inrap)

Merci aussi aux assidus relecteurs qui ont eu la surprise de recevoir une partie de thèse à corriger, pour la justesse de leurs remarques : Natalia Alonso, Éric Goemaere, Laetitia Meurisse et Justine Petit. Merci à Ruth Shaffrey d'avoir bien voulu corriger les quelques lignes de la version anglaise du résumé.

Et maintenant que la rédaction de ce mémoire est achevée, merci aux membres du jury qui auront la lourde tâche de débattre et de juger de la qualité de mon travail : William Van Andringa, Jean-Pierre Brun, Olivier Buchsenschutz, Gilles Fronteau et Andrew Wilson.

Mes remerciements vont également aux douanes de Marne-la-Vallée qui m'ont laissé repartir librement avec mon sac de farine après en avoir analysé la composition chimique.

À mes parents qui trouvent mon travail « intéressant », et à mes beaux-parents qui trouvent ça drôle. À mes amis qui n'ont pas reçu de nouvelles depuis au moins un an, ou qui sont passés à la maison quand Justine gérait ma vie sociale.

Justine à qui je réserve ces dernières lignes et sans le soutien de laquelle tout n'aurait pas été possible. Notre équipe s'est agrandie en 2016 avec la naissance de Léon. Certains m'ont dit qu'avoir un enfant en cours de thèse était une folie et la promesse de se passer totalement de sommeil ; nous avons donc décidé d'en accueillir un deuxième qui ne tardera pas à arriver. Justine et Léon, merci de votre patience. C'est certainement plus difficile d'assister tous les jours à la réalisation d'une thèse que de la réaliser soi-même avec toute l'adrénaline qui permet de tenir le coup.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	3
---------------	---

INTRODUCTION

1	Appréhender le cycle de vie d'un objet	14
2	Un SIG pour modéliser les systèmes économiques	16
3	Cadre général de l'étude	16
4	Présentation du corpus et problématique	31

PREMIÈRE PARTIE : LES ROCHES MEULIÈRES

5	Préambule	34
6	Présentation et classification des roches meulières	41
7	Permanence et mutations du choix des roches	149

DEUXIÈME PARTIE : LA FORME DE L'OBJET, ANALYSE MORPHOLOGIQUE ET TECHNIQUE

8	Définition des critères de classement	152
9	Éléments diagnostiques de la liaison et de l'entraînement des moulins	167
10	Statistiques et typologie croisée : forme et matière	197
11	Le traitement des surfaces : entre nécessité technique et pratiques techno-culturelles	296
12	L'objet en question : entre contrainte technique et habitudes culturelles	326

TROISIÈME PARTIE : GÉOGRAPHIE ET ÉCONOMIE DES MEULES ET DES MOULINS

13	Du choix de la matière à l'acheminement de l'objet	338
14	Place et développements du moulin rotatif	424
15	Les neuf vies des meules	515

CONCLUSION	525
------------	-----

BIBLIOGRAPHIE	357
---------------	-----

TABLE DES ILLUSTRATIONS	598
-------------------------	-----

TABLE DES MATIÈRES	615
--------------------	-----

« Il s'agit seulement de prendre au sérieux le fait que les hommes doivent manger tous les jours, et aussi s'abriter, se vêtir, etc., et que la façon spécifique dont ils s'y prennent en tel lieu et à telle époque forme l'essentiel des structures de leur société ».

SIGAUT 1988, p. 8

INTRODUCTION

Suite à la découverte des meulières de Macquenoise à la fin du XIX^e siècle, E. Mennesson appelle, avec une emphase toute romantique, à « *une étude où la géologie et l'archéologie se donnent fraternellement la main pour arriver à la lumière* »¹. Hormis quelques sursauts d'intérêt ponctuels au cours du XX^e siècle, ce n'est finalement qu'à la fin de ce siècle que les archéologues commencent réellement à sortir de la typologie pure et à aborder la matière de l'objet qu'ils traitent. C'est particulièrement vrai pour le mobilier céramique, dont les « pâtes » et l'étape de production sont analysées dans le détail depuis plusieurs décennies. Cette préoccupation nouvelle demande d'instiller dans la discipline une certaine dose d'interdisciplinarité. C'est ainsi qu'à la suite d'A. Leroi-Gourhan qui met en relation étroite *l'homme et la matière*, l'objet est approché de manière globale pour sa matière (pétrographie), sa forme (typologie), et pour sa fonction (technologie).

Le moulin, et les meules qui en constituent les pièces maîtresses, sont emblématiques des questions relatives à l'histoire de l'économie et des techniques. De l'économie, parce que l'analyse des roches qui les composent révèle une chaîne complexe de recherche des ressources, d'extraction, de mise en forme, de distribution et d'utilisation dépendant d'une série de facteurs qui ne concernent pas seulement les meules mais peuvent s'appliquer à toutes sortes de productions artisanales répondant à des besoins primaires de subsistance. Des techniques, parce que l'amélioration des procédés de mouture est le fruit d'une transmission des savoir-faire techniques alliée à une recherche constante de la meilleure réponse possible à des besoins qui eux-mêmes évoluent. Cette notion de progrès technique, que l'on observe à la fois sur le temps long (ici plus d'un millénaire) et à l'occasion de brèves transitions politico-culturelles (la conquête romaine de la Gaule puis les migrations germaniques), est à l'origine de profonds changements socio-économiques que nous espérons entrevoir.

Pendant plusieurs millénaires depuis le Paléolithique supérieur, la mouture a été opérée par le frottement de deux pierres l'une sur l'autre, entre lesquelles était écrasé le grain. Ces deux pierres ont pris des formes différentes au fur et à mesure de l'appropriation technique des matériaux et de leur mise en œuvre. Le moulin va-et-vient ancestral a fait l'objet d'un développement majeur dans le monde grec classique en adoptant une forme rectangulaire standardisée et en accroissant l'aire de la surface de travail. Le grain est introduit par une fente longitudinale et la meule supérieure est actionnée sur une grande dalle horizontale avec un mouvement de va-et-vient guidé par un pivot axial. Ce moulin quel l'on retrouve dans tout le monde grec, parfois jusqu'à l'époque byzantine (en Égypte par exemple), est désigné, à la suite de L.A. Moritz, du nom du site éponyme d'Olynthe (Grèce) où

1 MENNESSON 1880, p. 125

les premières séries ont été étudiées de manière approfondie².

Parallèlement au développement de ces moulins quadrangulaires, les premiers moulins rotatifs apparaissent en Méditerranée occidentale, dans la sphère d'influence phénico-ibérique, dès la fin du VI^e ou le début du V^e siècle. Dans les ruines de Carthage (Tunisie), un fragment de roche volcanique pourrait ainsi être attribué à un moulin rotatif mais en demeure un témoin fort ténu³. L'évidence la mieux documentée de l'apparition et de la progression du moulin rotatif est située au nord-est de la péninsule ibérique. Les pièces se multiplient alors que l'habitat se regroupe sur des éminences fortifiées⁴. C'est alors la route de l'étain qui est proposée pour expliquer la présence de pièces précoces en Grande-Bretagne⁵ alors que les premières n'apparaissent dans le nord de la France qu'au milieu du III^e siècle av. J.-C. Outre-Manche, les exemplaires dont la position chronologique est fondée sur des datations ¹⁴C suggèrent ainsi une apparition du moulin rotatif dès le V^e siècle av. J.-C. Néanmoins, comme le reconnaissait lui-même D.P.S. Peacock, les exemples sont encore extrêmement rares, et dans ces conditions l'on peut se demander dans quelle mesure les contextes sont fiables. L'une des plus précoces, celle de Rowbury Farm (Hampshire), est par exemple issue du niveau supérieur d'une fosse datée du milieu du VI^e au milieu du V^e siècle. D'après Peacock, cette pièce serait d'origine normande (poudingue) alors qu'aucune meule rotative n'est produite en Normandie avant, au mieux, la fin du III^e ou le début du II^e siècle avant notre ère⁶.

Sur le continent dans les siècles qui suivent, l'innovation se répand progressivement dans le sud de la Gaule suivant le modèle cylindrique ibérique dès la fin du V^e ou le début du IV^e siècle, et on la retrouve en Sicile avec des meules bitronconiques de type « Morgantina » que l'on assimile parfois au prototype du grand moulin à traction animale de type « Pompéi » connu en Italie à partir du II^e siècle av. J.-C. Ce dernier se répand dans le monde romain au fur et à mesure de son expansion, mais reste souvent cantonné aux sphères qui assimilent le plus profondément la culture romaine. Dans le nord de la Gaule par exemple, seules les grandes villes sont dotées de moulins dits « pompéiens », alors que ceux-ci sont très présents dans les campagnes de Narbonnaise. Dès la fin du I^{er} siècle av. J.-C., l'échelle de production est accrue dans l'ensemble de l'Empire romain avec le développement des systèmes de meunerie hydraulique dont les célèbres moulins de Barbegal (Fontvieille, Bouches-du-Rhône) sont l'illustration la plus expressive. Cependant, l'alignement de ces deux rangées de huit roues est tout à fait exceptionnel et la plupart des moulins à eau antiques et alto-médiévaux connus se composent plus modestement d'une seule roue entraînant un couple de meules. Le système d'engrenage qui transmet la force motrice de la roue verticale à une meule horizontale est décrit par Vitruve à l'époque augustéenne, et connaîtra une postérité forte dans les moulins à eau et à vent jusqu'au XIX^e siècle où les moulins à meules sont remplacés par des minoteries à cylindres.

Le premier saut technologique abordé ici est donc qualitatif : l'application du mouvement rotatif au moulin manuel au cours du second Âge du Fer provoque un accroissement des rendements, une diminution du temps de mouture et l'obtention d'un meilleur produit, mais l'opération reste cantonnée au foyer. Le second saut technologique est quantitatif et intervient à l'époque romaine

2 MORITZ 1958, fig. 1 ; FRANKEL 2003, p. 2

3 MOREL 2001

4 ALONSO 1995, 1997, 2002, 2014a ; ALONSO *et al.* 2016 ; ALONSO, FRANKEL 2017

5 WEFERS 2011a, p. 70-71.

6 Un fragment de poudingue de catégorie indéterminée daté de La Tène C1 (fin III^e – début II^e siècle av. J.-C.) est issu de la ferme gauloise des Quatorze à Glisy (Somme), une meta entière est datée de la première moitié du II^e siècle dans celle de Saleux (Somme), et un autre fragment indéterminé est assigné au deuxième quart du II^e siècle sur le site des « Mottelettes » à Poulainville (Somme). Alors que leur origine est à rechercher en Seine-Maritime, les premières pièces ne sont connues sur les sites de consommation de ce département qu'à compter du milieu du II^e siècle à La Tène D.

lorsque le principe du moulin rotatif est amélioré pour nourrir des populations qui se regroupent. La progression est ensuite plus linéaire avec une amélioration très progressive des systèmes : l'entraînement manuel « à perche » est représentatif du haut Moyen Âge et des périodes postérieures et améliore encore un peu les rendements, la qualité de la farine, et probablement la position de l'opérateur. La meunerie hydraulique ne connaîtra en revanche de développement que par la forme et la taille des roues, des pièces d'engrenage et des meules afin d'accroître encore les rendements.

Ce sont d'abord les grands moulins « pompéiens », stéréotypes du moulin à la romaine aisément reconnaissables à travers tout le Bassin méditerranéen, qui ont suscité l'intérêt des chercheurs⁷. Très vite, leur attention s'est portée sur l'ensemble du matériel de mouture et des témoins de la préparation alimentaire. Cet intérêt pour la chaîne opératoire de la récolte et du traitement des céréales a bénéficié d'une forte impulsion chez les historiens à la faveur d'une intervention de l'ethnographie, notamment dans l'est du Bassin méditerranéen et au Maghreb. La contribution de G. Comet à l'histoire des techniques agricoles est à cet égard fondamentale pour l'époque médiévale, et a fait l'objet d'une application aux sociétés de la Grèce antique par M.-C. Amouretti. Celle-ci ne voulait pas s'improviser ethnologue, « *un métier en soi* », mais utiliser les études ethnographiques et les critiquer lorsqu'elles étaient disponibles⁸. Son travail trouve son prolongement dans ceux de N. Alonso à l'Université de Lleida, dont les avancées sur le traitement des céréales depuis la Préhistoire et l'émergence du moulin rotatif sont incontournables.

Sur le thème des techniques mécaniques de transformation alimentaire, l'archéologie a bénéficié de nombreuses découvertes récentes. Il faut évidemment rappeler les travaux fondateurs de L.A. Moritz sur les moulins et la farine (*Grain mills and flour*)⁹ et d'Ö. Wikander qui a replacé le moulin hydraulique au centre de la production de farine dans l'Antiquité¹⁰. Ces dernières décennies, les avancées les plus spectaculaires ont été réalisées à la faveur d'une archéologie préventive dynamique en Europe de l'Ouest. L'imposante synthèse bibliographique édifiée par D.P.S. Peacock juste avant sa disparition propose ainsi une mise au point bienvenue sur le matériel de mouture en faisant le lien entre les nombreuses découvertes européennes et en ouvrant notamment le champ à l'Europe centrale¹¹. Très récemment également, le colloque de Lons-le-Saunier dont les actes ont été coédités par L. Jaccottey et G. Rollier, a apporté un éclairage nouveau, réellement pluridisciplinaire et techniquement très satisfaisant sur la question des moulins à eau, à traction animale et à vent¹². L'article introductif de l'ouvrage, rédigé par J.-P. Brun, retrace toute l'historiographie de la thématique qu'il serait prétentieux de vouloir reprendre et compléter. Il est d'ailleurs toujours plus difficile de tenir à jour les détails d'un domaine de recherche qui s'enrichit quotidiennement de nouvelles découvertes, et vouloir traiter par exemple de l'historiographie de l'économie du monde rural antique demande en soi la moitié d'une thèse¹³.

Nous pouvons également nous satisfaire de l'avancée qu'a fait l'archéologie ces dernières décennies en s'affranchissant du débat, peut-être nécessaire autrefois mais qui a parfois conduit à des impasses, entre historiens dits « primitivistes » ou « minimalistes », et « modernistes » ou « maximalistes ». Dans ce débat entièrement retracé et mis à jour par K. Greene¹⁴ et plus récemment par J.-P. Brun

7 PEACOCK 1980, 1989 ; WILLIAMS-THORPE 1988

8 AMOURETTI 1986, p. 12

9 MORITZ 1958

10 WIKANDER 1979, 1981, 1984, 1990, 2000

11 PEACOCK 2013

12 JACCOTTEY, ROLLIER 2016

13 Renvoyons à la thèse magistrale de P. Ouzoulias sur l'économie agraire du nord de la Gaule : OUZOULIAS 2006

14 GREENE 1986

lors de sa leçon inaugurale au Collège de France¹⁵, la « civilisation classique » apparaît d'un côté, avec l'ensemble des sociétés pré-industrielles, totalement et intrinsèquement limitée et incapable de réels progrès, de l'autre au contraire absolument brillante et effondrée pour des raisons externes à elle-même ou internes mais socio-politiques. Au centre de ce débat, les moyens de transport, qui restent à peu près les mêmes depuis l'Âge du Fer jusqu'au Moyen Âge, conditionnent la possibilité de développer une « économie monde » ou au contraire de rester enfermé dans une économie vivrière basée uniquement sur l'auto-subsistance. La question a par la suite été fortement nuancée à la lumière de nombreuses découvertes archéologiques qui montrent que, certes les transports anciens étaient moins efficaces que les transports modernes, mais l'économie n'en était pas limitée pour autant¹⁶. Comme le défend ardemment A. Wilson, l'Antiquité a connu un réel progrès technique basé sur une recherche d'efficacité énergétique¹⁷. L'économie s'est formée avec ce dont elle disposait, avec des moyens qui représentaient la norme et qui ne sauraient être comparés à des technologies modernes que l'on ne connaissait pas. De même, et contrairement à ce qu'affirmait M. Bloch en 1935¹⁸, la pratique de l'esclavage n'avait pas empêché les hommes de rechercher les meilleures solutions techniques possibles pour moulinier le grain, broyer les minerais, fouler les textiles, presser les olives, les graines de lin et le raisin, irriguer les terres, broyer l'écorce nécessaire au tannage des cuirs, etc. La consommation des villes ne les avait pas empêchées de développer un artisanat urbain, et un artisanat rural avait même permis aux habitants des campagnes de dégager des surplus pour acquérir des biens manufacturés, dont des moulins manuels. De nouvelles agglomérations, dites « secondaires », dont le développement n'avait pas toujours été planifié s'étaient alors constituées autour de pôles économiques (ressources naturelles, ateliers, carrefours, camps militaires) et ont installé des outils de production dont l'efficacité a été recherchée, dont des moulins à fort rendement. Concernant la documentation littéraire en Gaule, elle est quasi inexistante avant la conquête romaine. À l'époque romaine, certaines parties de l'Empire, notamment l'Égypte, sont favorisées par la conservation exceptionnelle de quelques archives qui apportent des données chiffrées. Avec un climat moins propice à la conservation des matières organiques, les parties septentrionales et occidentales de l'Europe doivent souvent se contenter d'appliquer ou d'adapter à leur histoire des documents qui concernent d'autres parties du monde antique. Les études archéologiques de pratiques artisanales, architecturales, funéraires, ou concernant simplement la vie quotidienne s'avèrent donc indispensables.

Nous ne proposons pas ici un traité d'histoire de l'économie, que nous laissons aux auteurs chargés de faire la synthèse des données disponibles, mais une étude d'un type de mobilier, l'une de ces synthèses intermédiaires que J. Andreau appelle à multiplier avec une approche comparatiste pour comprendre l'organisation des économies anciennes, de la production et du commerce¹⁹.

Les meules rotatives choisies comme objets d'étude sont les pièces les mieux conservées du moulin et à ce titre, fournissent une documentation très abondante. Elles s'accumulent dans les dépôts de mobilier archéologique et bénéficient depuis peu d'un regain d'intérêt de la part des archéologues. Depuis les années 2000, le *Groupe Meule* en France, dans le sillage duquel s'inscrit ce mémoire, a mis en place une grille d'analyse et systématisé les études de meules. Ce Programme Collectif de Recherche (PCR) initié par O. Buchsenschutz et F. Boyer a posé les bases méthodologiques d'une étude scientifique des meules du Néolithique à l'époque médiévale, en s'appuyant sur des bases de

15 BRUN 2012

16 RAEPSAET, ROMMELAERE 1995

17 WILSON 2002

18 BLOCH 1935

19 ANDREAU 1995, p. 959

données récoltant des corpus toujours plus importants. Deux colloques ont été organisés pour en présenter les méthodes puis les résultats en 2009 et en 2014 ; tous deux ont donné lieu à des publications devenues des manuels de référence²⁰. Afin de ne pas proposer ici de nouvelle typologie ni de nouveau vocabulaire, nous nous rattacherons aux classements établis par le *Groupe Meule*. Ainsi par convention, les termes latins « catillus » et « meta » sont employés pour désigner respectivement la meule supérieure tournante du moulin et la meule inférieure dormante, et ne se déclinent pas²¹ ; ils s'utilisent en français comme le terme « villa ». Les dessins sont réalisés en niveaux de gris à l'échelle 1/10 selon les normes établies en 2011²², et nous utiliserons les typologies mises en place pour le classement des trous d'emmanchement, des œils et des matériaux.

Le cadre géographique choisi, entre Seine et Rhin, correspond à une petite partie du monde celtique d'abord, de l'Empire romain ensuite, puis des royaumes et de l'Empire francs. L'appréhension de cet espace est bien commode puisque l'activité archéologique y est dynamique et a bien documenté les époques gauloise et romaine ces dernières années ; les connaissances historiques y sont d'autre part florissantes pour le début du Moyen Âge. Géographiquement, la situation de ce territoire, entre deux grands bassins fluviaux et à deux pas de la Grande-Bretagne, en a fait un carrefour dont nous tenterons de percevoir les caractéristiques.

On ne peut enfin réaliser une recherche sur l'économie et les techniques anciennes sans appréhender la dimension humaine, individuelle et temporelle de leur pratique et de leur transmission : « *L'histoire des techniques ne se laisse pas périodiser comme des batailles ou des institutions. Broyer du froment, sortir l'eau du puits, presser l'huile ou labourer le sol constituent des activités et des savoir-faire qui peuvent être à la fois extrêmement individualisés dans leur style technique et leur environnement micro-culturel, et s'inscrivent en même temps dans des structures de fonctionnement spatio-temporelles qui s'étendent bien au-delà de la période envisagée* »²³. La position de la meule comme objet social et culturel sera donc abordée dans le cadre de sa fabrication, de son utilisation et de son entretien quotidien.

1 APPRÉHENDER LE CYCLE DE VIE D'UN OBJET

Depuis la seconde moitié du XX^e siècle, l'objet archéologique n'est plus ramassé pour lui-même ou pour sa valeur marchande, mais pour la fenêtre qu'il ouvre sur l'histoire des mondes anciens. L'objet est abordé de manière globale et son analyse est théorisée²⁴ ; sont examinées sa forme, sa fonction et sa matière, incluant toutes les déclinaisons que comprennent ces aspects. Dans une dimension temporelle mais aussi spatiale, la vie d'un objet se caractérise par un cycle complet qui implique l'extraction de la matière première, sa transformation, le transport du produit fini ou semi-fini, son achèvement le cas échéant, sa commercialisation, son acquisition par le consommateur, son usage, ses réparations puis son réemploi éventuel. Sa mise au rebut et son enfouissement peuvent intervenir à la suite de chacun de ces stades.

L'objet de cette étude est de caractériser le plus précisément possible l'expression de chacune de ces étapes par l'examen de l'objet lui-même à différentes échelles d'observation (micro-, méso- et macroscopique), par la prise en compte de son contexte de découverte, et enfin par la répartition de l'ensemble des pièces sur des sites à l'économie et au statut différents, en lien avec la nature des terrains sur lesquels elles sont disséminées. Suivant une démarche régressive, le déroulement de ce cycle de vie est perçu à rebours du travail de l'archéologue : l'objet tel qu'il se présente au moment

20 BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2011 et 2017

21 Convention établie dans le lexique du *Groupe Meule* : JODRY 2011a, p. 21

22 JACCOTTEY, FARGET 2011

23 RAEPSAET 2002, p. 10

24 SCHIFFER 1972 ; GAUTHIER *et al.* 2013

de la fouille témoigne directement du contexte de son réemploi et/ou de sa mise au rebut ; son inspection en laboratoire fournit les informations morphologiques et techniques qui révèlent le cadre de sa mise en œuvre ; la mise en série de corpus de meules et des faciès pétrographiques qui les constituent permet enfin de remonter aux gisements d'origine des roches.

Le réemploi et la mise au rebut peuvent d'emblée être évalués par la position de la pièce sur le site (élément de remblai, de calage, fondation, mur, empierrement, comblement de fosse...), par l'analyse des traces d'usure résultant de gestes de percussion posée et/ou lancée, diffuse, linéaire ou punctiforme²⁵ (support de percussion, aiguisoir, percuteur...), ou par la distinction de variantes colorimétriques ou structurales de la roche induisant un passage au feu (pierre de foyer ou de chauffe). Les phases de vie précédentes sont également perceptibles à l'œil nu, à condition de connaître la localisation de la découverte. L'utilisation de la meule sur le site de consommation est trahie par les stigmates laissés par le geste de l'opérateur ou les dispositifs de mise en rotation ; ceux-ci sont restituables à la simple observation des aménagements techniques dont est équipée la meule (trou d'emmanchement, œil, logement d'anille, encoches, etc.). Un examen morphométrique autorisera le classement des moulins selon leur mode d'entraînement et apportera donc des réponses à certaines questions essentielles posées par l'étude des meules : quels sont le cadre et l'échelle de production ? Qui pratique et à qui est destinée la transformation alimentaire ?

À cette fin, la considération d'assemblages, d'ensembles cohérents d'individus attribués à une phase chronologique, est d'un intérêt plus grand que la seule analyse de pièces isolées et dépourvues de contexte archéologique. L'établissement d'un nombre minimum d'individus (NMI) est donc essentiel à la compréhension des activités de mouture pratiquées durant une phase d'occupation. Il sera possible d'entrevoir, à l'échelle d'un même site et à condition de disposer d'un mobilier archéologique suffisamment bien daté, une évolution de l'approvisionnement en matériel de mouture dépendant soit des mutations des réseaux de distribution, soit d'une évolution de la demande liée aux besoins sur place, les deux étant souvent liés.

L'étape de commercialisation et d'acquisition par l'utilisateur est difficile à cerner puisqu'elle n'est perceptible qu'au travers de découvertes très spécifiques et souvent fortuites (ateliers et boutiques en ville, épaves et chargements « en route », ratés de fabrication, etc.). À ce stade, les sources historiques telles que les devis appliqués aux matériaux de construction dans la Grèce antique ou l'Édit *sur les prix* émis par l'Empereur Dioclétien en 301 fournissent d'appréciables indices sur les prix pratiqués et le coût du transport des marchandises, mais doivent être abordés avec précautions.

La distribution des biens est ensuite modélisée par la figuration de leurs points d'arrivée (sites de découverte) et de leurs points de départ (affleurements rocheux et carrières), en lien avec des données linéaires (voies de communication routières, fluviales et maritimes). Les facteurs géographiques et humains sont également à prendre en compte pour affiner notre compréhension de ces réseaux. Peuvent être considérées toutes les pièces identifiables typologiquement et dont est au moins connu le lieu de découverte pour fournir un aperçu des grands mouvements de marchandises sur une période large (Âge du Fer, période romaine, haut Moyen Âge). La chronologie fine de ces mouvements et leurs variations au cours du temps ne sont en revanche perçues qu'avec la prise en compte d'individus pourvus de contexte archéologique fiable.

L'étape de production est enfin restituée par différents moyens. La recherche des niveaux géologiques qui ont livré des meules et, de manière plus significative, la localisation des carrières d'extraction et des ateliers de taille sont possibles par le recours à la géologie (pétrographie, exploration de la carte géologique puis prospection sur le terrain). Les moyens de cartographie moderne (SIG, LiDAR) sont à ce niveau d'un grand secours pour localiser précisément le point de départ du cycle

25 LEROI-GOURHAN 1971

de vie de l'objet. La fouille des carrières de meules ainsi repérées est riche d'enseignements sur l'organisation de la production, mais notre travail a dû se limiter à la prospection pédestre qui fournit déjà d'appréciables renseignements sur la chronologie et la nature de la production.

2 UN SIG POUR MODÉLISER LES SYSTÈMES ÉCONOMIQUES

Le regain d'intérêt pour la recherche des sources de matières premières et l'intervention croissante des sciences « exactes » en archéologie impliquent l'utilisation d'outils de modélisation et de systèmes d'information géographique (SIG)²⁶. Manipuler ce type d'informations nécessite de s'approprier certains outils qui s'avéreront, à terme, d'une aide précieuse pour la projection cartographique des données en vue de leur synthétisation. Un SIG rassemble et superpose ainsi différentes couches d'informations spatiales de tous types et offre des représentations géo-référencées très précises.

Une projection cartographique se positionne suivant un système de référence et un système de projection. Le premier ancre le SIG dans un espace fixe selon l'emplacement représenté sur le globe et l'étendue de sa modélisation. Le système de référence européen, adopté en France, est l'ETRS 89 qui, bien que mouvant suivant la tectonique des plaques de l'écorce terrestre, est compensé mathématiquement.

Le système de coordonnées permet de placer des points, donc également des lignes et des polygones (vecteurs) dans cet espace circonscrit, et de compenser la rotondité de la terre pour les afficher sur un support plan. De nombreux systèmes de coordonnées existent pour les différentes parties du globe et leur marge d'erreur varie selon l'emprise de la zone affichée. En France, le système de coordonnées en vigueur est le RGF 93 (Lambert 93), affiné localement par des projections coniques conformes (CC) ; en Belgique seul le système Lambert 72 est officiellement reconnu ; le système national aux Pays-Bas est le Amersfoort / RD New (*Rijksdriehoeksmeting*) ; en Allemagne, il s'agit du ETRS 89 / LCC Germany (E-N).

La combinaison de données enregistrées dans ces différents systèmes provoque des anomalies, même avec la « projection à la volée » qu'autorisent aujourd'hui les logiciels de SIG. Pire, l'utilisation des différents systèmes nationaux imposerait la construction de bases de données propres à chaque pays pour un même matériel archéologique. Pour un travail couvrant de grandes surfaces comme le nord-ouest européen, un système global comme le WGS 84 (*World Geodesic System*, utilisé par les GPS) est donc recommandé et a été adopté ici. En effet, une marge d'erreur de quelques mètres par kilomètre est tout à fait acceptable pour le positionnement de sites sur une carte au 1/4 000 000.

3 CADRE GÉNÉRAL DE L'ÉTUDE

3.1 Pour une approche globale de la géographie historique

Cette recherche s'inscrit dans une perspective globale de la géographie historique, définie comme l'évolution chronologique de l'occupation de l'espace, c'est-à-dire qu'elle doit mettre en évidence différents territoires techniques et économiques et comprendre ce qui les sépare. Les fondations de la discipline ont été établies par le gallo-romaniste A. Longnon dans la deuxième moitié du XIX^e siècle et le début du XX^e siècle, à une période où la recherche historique œuvrait à justifier l'existence, l'évolution et la situation des limites et des frontières²⁷. L'historienne M. Saudan aborde et critique l'un des sujets de prédilection de Longnon, qui anime encore de vifs débats de nos jours chez les archéologues et sur lequel sont basées certaines de nos projections cartographiques : la persistance du tracé des limites de territoires entre la période gauloise, l'époque romaine et le Moyen

26 GAUTHIER *et al.* 2008 et 2013 ; CLARKSON, BELLAS 2014

27 SAUDAN 2002, p. 15-16

Âge à travers la délimitation des diocèses médiévaux. Toutefois, comme le conclut l'historienne sous l'influence de l'École des Annales et plus particulièrement à la suite de L. Febvre, ce regard serait biaisé sans une prise en compte des paramètres multiples qui entrent en jeu dans l'établissement des limites territoriales humaines. On ne conçoit ainsi plus leur définition sans l'introduction d'une forte dose d'interdisciplinarité, en appelant à une ouverture sur l'espace que circonscrivent les frontières, sur son paysage et son environnement.

Ainsi établie la composante spatiale de la géographie historique, il convient de se rappeler, si ce n'est un pré-requis et comme le résume le géographe B. Elissalde, qu'outre la simple observation des caractéristiques physiques d'un espace, « *l'approche [de la géographie] par l'analyse spatiale et les systèmes spatiaux propose de prendre en compte les temporalités multiples et discontinues qui animent [cet] espace géographique* »²⁸. De ce fait, si les géographes se demandent « *comment intégrer le temps et les phénomènes évolutifs dans leur raisonnement* »²⁹, il faudra dépasser l'approche souvent instinctive ou empirique de la géographie en archéologie, afin d'expliquer certains phénomènes de diffusion des biens, des savoirs et des techniques, et de comprendre leur évolution dans le temps passé.

Pour démarrer cette étude, il convient de préciser la notion de « bassin » dans ses différentes acceptions. Au sens géologique du terme, le bassin sédimentaire est une vaste dépression qui a accueilli et accueille une sédimentation avec une certaine permanence³⁰. À ce titre, le Bassin de Paris est rattaché à celui de Londres en un grand bassin anglo-parisien, prolongation du bassin de la Mer du Nord coupé en deux par le « pas » de Calais et qui continue à sédimenter actuellement. Cet ensemble de dépressions entrecoupé de faibles reliefs a connu les mêmes cycles de transgressions et régressions marines conduisant à des phases sédimentaires contemporaines et comparables. La compréhension de leur mise en place et de leur dynamique facilite leur exploration pour la recherche des roches employées par l'homme au cours de l'histoire. Les poudingues à galets de silex en sont un bon exemple puisqu'on en retrouve, de même âge géologique, dans tout le Bassin parisien d'une part et dans celui de Londres d'autre part.

Au sens géographique du terme, le bassin hydrographique correspond à « *un ensemble de pentes inclinées vers un même cours d'eau et y déversant leurs eaux de ruissellement* »³¹. Les reliefs forment alors des lignes de partage des eaux. Cette dimension du mot « bassin » est adoptée pour l'analyse des réseaux commerciaux qui distribuent les marchandises au terme d'une grande chaîne comprenant la recherche de la matière première, son extraction et sa mise en forme.

Enfin le sens socio-économique du mot « bassin » est multi-scalaire et inclut une dimension culturelle. Il désigne un territoire généralement organisé autour d'un pôle ou d'un axe de communication, et sur lequel une communauté présente une unité de mode d'habitat et une complémentarité des habitudes de travail et d'alimentation. Le terme s'approche alors du concept de terroir, attaché à la fois à l'humain et à des pratiques agricoles liées au milieu.

En somme, l'étude des systèmes économiques anciens nécessite d'adopter une approche globale de la géographie historique, d'intégrer les méthodes de perception des systèmes spatiaux des géographes pour aborder l'organisation des territoires et de leurs occupants. Même dans le cadre très matériel d'une étude de mobilier, il faut donc intégrer certaines données géologiques, géomorphologiques, pédologiques et topographiques pour comprendre le lien qui existe entre l'homme, ses activités et son environnement à une période donnée.

28 ELISSALDE 2000, p. 224

29 *Ibid.*

30 D'après FOUCAULT, RAOULT 2005, p. 37

31 FOUCAULT, RAOULT 2005, p. 37

3.2 Cadre géologique et géographique de l'étude

3.2.1 *Interdisciplinarité de la démarche*

En 2011, un premier travail d'inventaire des meules rotatives des chefs-lieux de cités de Gaule Belgique³² a mis en évidence la distribution de différentes roches meulières et de différents types de meules dans ces villes. Partant de cette observation préalable et du constat que nous ne connaissions ni les modalités de distribution des meules entre ces chefs-lieux, ni ce qui régit ces phénomènes avant et après la période romaine, un cadre géographique large a été choisi afin de couvrir plusieurs entités administratives voisines et les différentes formations géologiques qui ont potentiellement fourni des meules sur ces territoires. En effet, si ces dernières sont par nature immuables à la mesure du temps humain, les cités et leur organisation peuvent évoluer à l'échelle d'une seule génération. De la même façon, les relations et les différents usages des moulins entre villes et campagnes demeuraient inconnues. Une fenêtre est donc ouverte sur un vaste espace couvrant d'abord plusieurs bassins commerciaux et les entités géomorphologiques qui les séparent ou les rassemblent³³. Dans son emprise sont décelées plusieurs productions meulières dont on peut percevoir les limites de diffusion, sont délimités plusieurs terroirs dont les caractères pédologiques peuvent être comparés, et se dessinent plusieurs territoires administratifs.

Géologiquement, notre zone d'étude comprend des entités très complexes formées depuis le Cambrien (Paléozoïque) jusqu'à l'Holocène (début des époques historiques) en passant par chaque stade des temps géologiques. Pour faciliter la compréhension de l'exploitation et de la distribution des matières premières nécessaires à la confection des meules, il faut alors considérer que seule la lithologie de surface présente un intérêt puisqu'aucune meulière souterraine n'est attestée pour les époques abordées. La géologie du nord-ouest européen peut donc être simplifiée, limitée à la disposition des principales formations rocheuses de surface, et adaptée au discours archéologique.

3.2.2 *Le cadre*

3.2.2.1 Vue d'ensemble : bassins et limites

Sur le plan géologique, le grand bassin de la Mer du Nord regroupe, dans une même dynamique sédimentaire, le bassin flamand, le bassin de Londres dont il n'est coupé que par le détroit du Pas-de-Calais, et le Bassin de Paris, sorte de baie séparée du premier par l'anticlinal Weald-Artois³⁴. À l'échelle de l'économie humaine, une approche pédologique du territoire sera préférée, faisant correspondre ces bassins sédimentaires à des bassins hydrographiques délimités par des reliefs. Ainsi, quatre grands bassins commerciaux, d'abord fluviaux (Seine et Rhin) mais aussi maritimes (Manche et Mer du Nord), encadrent notre zone d'étude. Le territoire ainsi délimité entre Seine, Rhin et mers est coupé en diagonale par une entité orographique centrale qui sera présumée former un obstacle aux contacts humains : le massif Ardenne-Eifel, prolongé à l'ouest par les collines de l'Artois jusqu'à la boutonnière du Boulonnais. Au nord de cette grande diagonale s'étend le bassin flamand, au sud le Bassin parisien.

Le fleuve pris comme limite est une borne ambiguë. Dans le cas du Rhin, le fleuve constitue une frontière d'Empire après la conquête romaine, mais également un important axe commercial le long duquel s'échelonnent plusieurs ports. La Seine, malgré un estuaire fluctuant marqué par des

32 Paul Picavet, travail de master sous la direction de X. Deru et J. Arce (Université Lille 3) publié dans la *Revue du Nord* : PICAVET *et al.* 2011

33 Sur la géographie physique du territoire choisi : FLATRÈS 1980

34 DUPUIS, THIRY 1998, p. 6 et 11

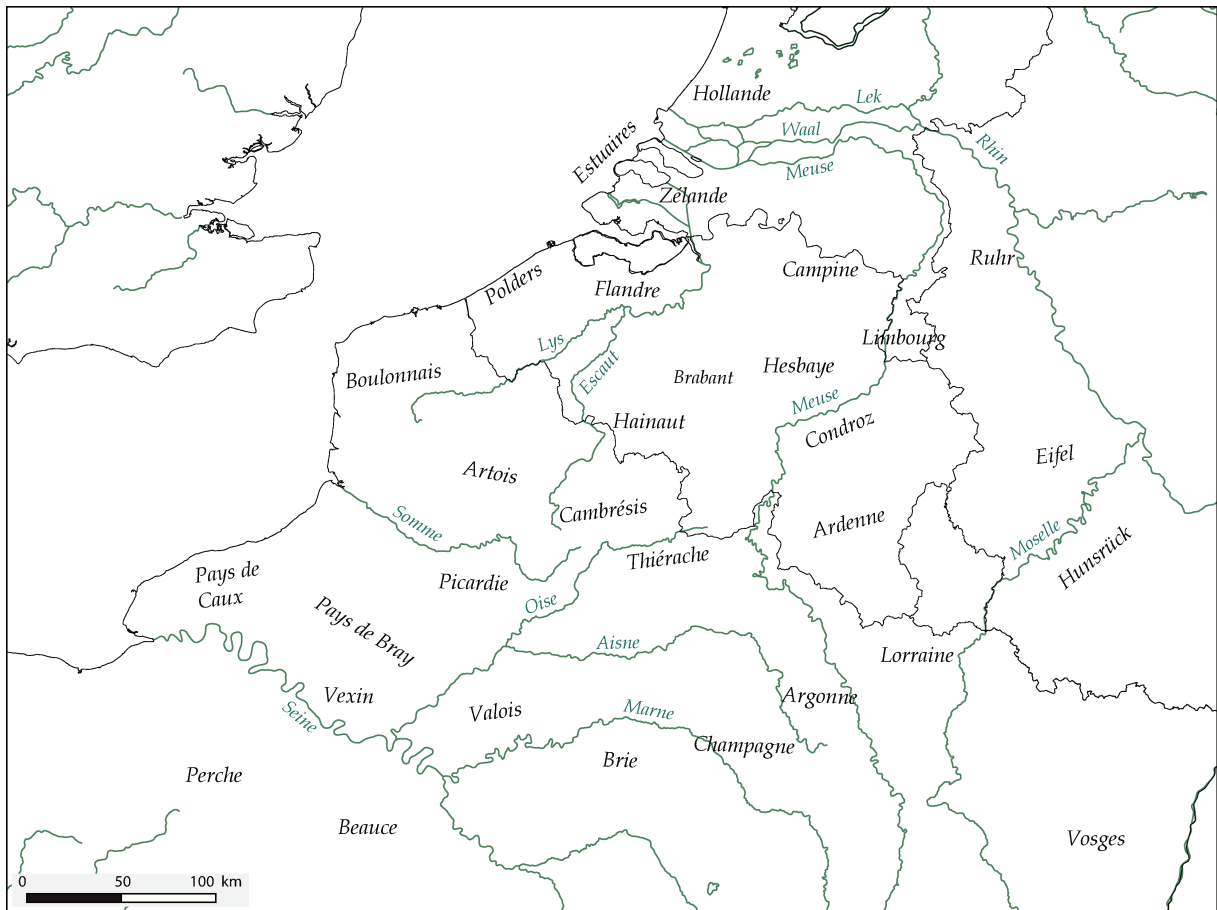


Figure 1 Carte des régions naturelles comprises entre le bassin de la Seine et celui du Rhin.

épisodes saisonniers violents, ne représente pas non plus un obstacle au commerce, mais contrairement au Rhin ne matérialise pas une frontière territoriale. En effet, même si, par simplification, César y délimite les territoires des Belges et des Celtes³⁵, il place les Calètes (occupant le nord de l'embouchure de la Seine) parmi les peuples de la fédération armoricaine ; peu après, le fleuve est officiellement intégré à la Gaule Lyonnaise lors de la réorganisation administrative de l'Empire par Auguste. Géographiquement pourtant, ses affluents septentrionaux parcourent une partie de la Gaule Belgique et en drainent les marchandises. De la même manière à l'époque mérovingienne, la Seine comme le Rhin constituent des cœurs de royaumes et non des frontières ; la première en Neustrie, le second en Austrasie.

La mer peut également être perçue comme une barrière dangereuse mais une fois maîtrisées les difficultés techniques de la navigation, elle constitue aussi un important vecteur de marchandises orienté dans toutes les directions. Le transport maritime antique est certes étudié depuis des décennies pour la Méditerranée, mais les historiens ont longtemps défendu la généralisation d'un commerce de cabotage assez aléatoire. Ce n'est que plus récemment, avec le réexamen de la cargaison des épaves antiques en Méditerranée, qu'a émergé l'évidence d'une réelle maîtrise de la navigation associant cabotage et grande traversée régulière³⁶.

Pour l'Arc atlantique, la Manche et la Mer du Nord, les données historiques manquent cruellement. Les plus importantes sont livrées par le témoignage perdu du navigateur massaliote Pythéas au IV^e siècle av. J.-C., connu au travers des écrits de plusieurs auteurs dont Strabon dans sa description

35 CÉSAR, *Guerre des Gaules*, I, 1, 1 ; FICHTL 2013, p. 291-292

36 POMEY 1997, p. 25 ; ARNAUD 1993 et 2007

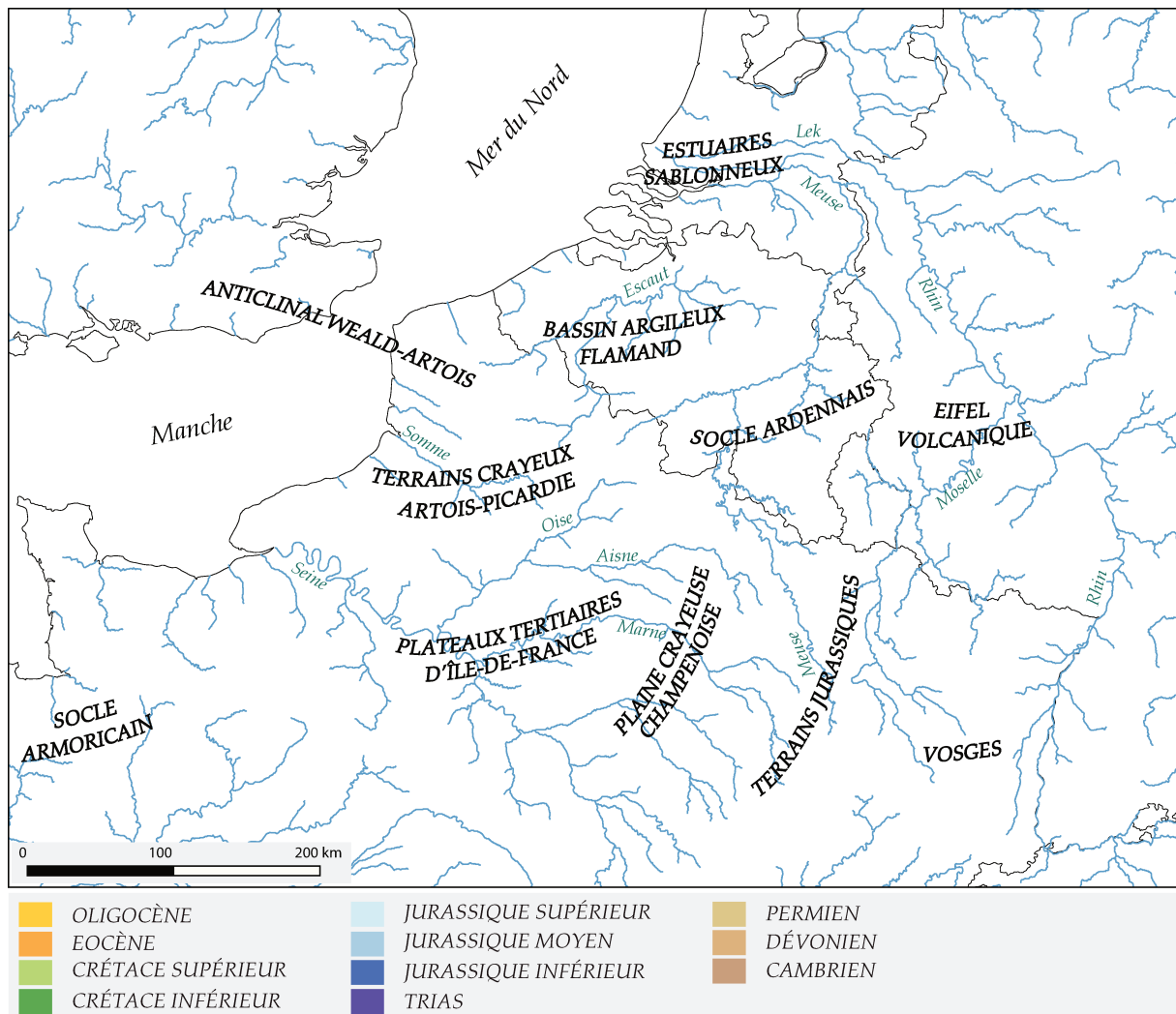


Figure 2 Carte géologique du nord-ouest européen. Les deux grands bassins sédimentaires de Paris et de Londres/Bruxelles sont séparés par l'anticlinal Weald-Artois qui prolonge le massif ardennais vers l'ouest. Au centre du Bassin parisien, les plateaux cénozoïques (Oligocène, Éocène) reposent sur un substrat crayeux (Crétacé) qui apparaît en auréole à l'ouest, au nord et à l'est de l'Île-de-France ; les auréoles périphériques laissent affleurer les terrains triasiques et jurassiques par érosion. De part et d'autre du Bassin de Paris émergent les massifs cristallins armoricain et vosgien. Une activité volcanique forme les reliefs de l'Eifel au Néogène/Miocène et au Quaternaire. Fond : BRGM/GISEurope

des Gaules³⁷. L'archéologie a permis de combler partiellement ce vide ces dernières décennies en fournissant des données matérielles sur le déplacement de productions spécifiques, la diffusion des pratiques funéraires, des types d'habitat, etc. Elle a ainsi rendu évidente la forte propension des hommes, des marchandises et des innovations techniques à circuler sur l'eau dès la Protohistoire, en faisant ressortir les similitudes de modes de vie qui se rencontrent de part et d'autre du chenal Manche – Mer du Nord³⁸. Les contacts sont multipliés à partir de la fin du I^{er} siècle avant J.-C, puis organisés et systématisés après l'intégration de la Bretagne à l'Empire Romain autour du milieu du I^{er} siècle de notre ère. Au Bas-Empire et au début du Moyen Âge, la Mer du Nord devient vectrice de menaces aux marges de l'Empire romain³⁹, puis retrouve son fourmillement de commerçants avec la stabilisation des nouveaux territoires germaniques à partir de l'époque mérovingienne⁴⁰, avant de revêtir un habit sinistre sous la menace des incursions vikings.

37 Pythéas est mentionné à plusieurs reprises dans la *Géographie* de Strabon à l'époque augustéenne, soit plus de trois siècles après son voyage supposé : IV, 2, 1 ; IV, 4, 1 ; IV, 5, 5.

38 CUNLIFFE 1993 ; CUNLIFFE, DE JERSEY 1997 ; BLANQUAERT, DESFOSSÉS 1997, p. 67 ; WEBLEY 2015

39 WOOD 1990 ; NIEUWHOF 2011 ; GAUTIER 2016

40 LEBECQ 1989 ; DIJKSTRA, VAN DER VELDE 2011 ; MELLENO 2014

3.2.2.2 Le bassin flamand

La plaine flamande n'est que l'extrémité sud-ouest de la vaste plaine nord-européenne s'étendant du Cap Blanc-Nez (Pas-de-Calais) à la Mer Baltique puis prolongée jusqu'à l'Oural. Elle est traversée par l'Escaut, la Meuse et le Rhin jusqu'à un littoral plat et mouvant au gré des caprices de l'hydrologie fluviale et marine⁴¹.

Cet ensemble est majoritairement comblé de dépôts tertiaires et quaternaires, sables, argiles et limons (lœss), au milieu desquels subsistent quelques buttes témoins plus ou moins érodées (monts du Tournaisis et du Houtland). Par endroits, la craie secondaire qui recouvre le socle primaire est presque affleurante (dôme du Mélantois dans le Nord). Ailleurs les argiles et limons qui la recouvrent sont plus ou moins profonds et livrent des terrains agricoles moyennement riches, alors que les sables sont pauvres⁴².

La frange sableuse des polders néerlando-flamands est un environnement souvent qualifié d'hostile aux occupations humaines, pauvre en matières premières, et n'accueille qu'une économie vivrière de prés-salés⁴³. Cette zone est peu occupée à l'Âge du Fer ; on n'y connaît encore ni installation fortifiée de type *oppidum*⁴⁴ ni importation d'amphores italiques et donc de vin, à La Tène finale⁴⁵. À partir du I^{er} siècle de notre ère, de petits établissements ruraux pourvoient en nourriture et en chevaux les rares agglomérations (Voorburg, Utrecht) et les camps militaires du *limes* ainsi que leurs *vici* associés, et une seule grande villa servant de pôle local y est attestée à Hoogeloon (Brabant septentrional)⁴⁶. Une vibrante activité économique s'installe pourtant sur l'estuaire de l'Escaut au Haut-Empire (Domburg, Colijnsplaat) en raison d'une situation de plaque tournante pour le commerce entre les grands fleuves qui se jettent dans la Mer du Nord et la Bretagne romaine⁴⁷. De fortes contraintes naturelles provoquent une raréfaction de l'habitat en Frise et dans le delta du Rhin dès la fin du III^e siècle jusqu'à ce que les terrains soient progressivement drainés à partir des VI^e - VII^e siècles et le territoire intégré au royaume franc⁴⁸.

Plus au sud, les fertiles étendues limoneuses du nord de la France (Hainaut), de Belgique (sud de la Flandre, Hainaut, Brabant, Hesbaye, Campine, Limbourg) et du sud des Pays-Bas (Limbourg) sont favorables à une exploitation agricole extensive. Cette « ceinture lœssique » du *villa landscape* constitue depuis la fin des années 1990 le champ d'étude privilégié de l'énergique école d'archéologie néerlando-flamande. Celle-ci tente de comprendre les modalités de l'occupation humaine en milieu dit hostile (marais des bouches de la Meuse et du Rhin) ou au contraire très propice (terrains lœssiques), sur une période qui voit l'installation, la stabilisation et la désagrégation de l'administration romaine dans le delta du Rhin, puis sa réoccupation au début du Moyen Âge⁴⁹. À l'époque romaine, ce *villa landscape* forme un véritable couloir frumentaire entre le *limes* de Germanie et les terres du nord de la Gaule, en opposition au *non-villa landscape* de la plaine sableuse au nord et aux forêts des basses montagnes ardennaises au sud. Une perspective paléo-environnementale a été judicieusement adoptée par L.I. Kooistra pour mettre en évidence cette opposition entre l'occupation des fertiles terrains lœssiques du Limbourg et les zones humides fluvio-littorales du *Kromme Rijn* entre l'époque romaine et le haut Moyen-Âge⁵⁰. Elle explique notamment dans notre cas l'importa-

41 RAEPSAET, RAEPSAET-CHARLIER 2013, p. 211-213

42 LEMAN 1978, p. 327

43 KOOISTRA 1996, p. 52, 55

44 BLANCQUAERT 2007, p. 48-50

45 LAUBENHEIMER 2010, p. 54-55; LAUBENHEIMER, MARLIÈRE 2010, p. 95-96

46 ROYMANS, DERKS 2016

47 RAEPSAET, RAEPSAET-CHARLIER 2013, p. 214

48 LEBECQ 1990, p. 85 ; KOOISTRA 1996, p. 55 ; VAN DER VELDE, DIJKSTRA 2008, p. 431 ; LEBECQ 2011a, p. 169-181

49 ROYMANS 1996 ; DE CLERCQ 2011 ; ROYMANS, DERKS 2011 ; HABERMEHL 2013 ; JENESON 2013

50 KOOISTRA 1996

tion et l'usage de certains types de meules selon le sol mis en valeur.

Les ressources minérales de la plaine et des plateaux loessiques ont été largement exploitées tout au long de l'histoire. Elles sont recherchées pour l'extraction de meules, de matériaux de construction et de pavés (sables et grès), pour la fabrication de céramique (argiles tertiaires et quaternaires), l'industrie lithique (silex, grès et quartzites), ainsi que pour l'amendement minéral des terres (marnes).

3.2.2.3 Le massif Ardenne-Eifel

Le double massif Ardenne-Eifel est le fruit d'une histoire géologique ancienne et complexe. Le premier, essentiellement formé et déformé pendant le Paléozoïque par les orogénèses calédonienne puis hercynienne, a subi un nouveau plissement important au cours du Cénozoïque. Cette activité tectonique longue et intense a profondément modelé le paysage, aujourd'hui en grande partie érodé, en faisant remonter à la surface une grande variété de roches primaires (Dévonien notamment). Le relief est relativement accidenté (point culminant 694 m au signal de Botrange en Province de Liège) et le paysage généreusement boisé.

L'Ardenne est prolongée à l'est par le massif de l'Eifel, soulevé à l'occasion d'une puissante activité volcanique au Quaternaire (point culminant 747 m au Hohe Acht en Allemagne). Les contreforts de ces massifs (Candroz au nord, Lorraine et Luxembourg au sud, Rhénanie-Palatinat à l'est), montrent un paysage de bocage vallonné propice à la culture maraîchère et à l'élevage.

L'extrémité occidentale du massif des Ardennes est profondément entaillée par la Meuse qui la traverse du sud au nord pour aller longer le versant septentrional des plateaux du Candroz après sa confluence avec la Sambre, et se jeter dans la Mer du Nord non loin des bouches du Rhin. Au sud-est, la Moselle s'est ménagé une large vallée entre Ardenne-Eifel et Hunsrück, au débouché desquels elle se jette dans le Rhin. Cette rivière sera prise comme limite sud-orientale de notre étude.

La région ardennaise, constituée de la profonde forêt *Arduenna Silva* citée par César⁵¹, est assez peu occupée entre la Protohistoire et le haut Moyen Âge mais fait office de grand pourvoyeur de ressources naturelles. Le bois en constitue l'une des principales ; il est exporté comme bois d'œuvre et de chauffe jusqu'aux Pays-Bas tout au long de l'Antiquité et du haut Moyen Âge⁵². Mais le massif est avant tout un immense réservoir de ressources minérales variées dont la caractérisation scientifique est due aux travaux du géologue Jules Gosselet à la fin XIX^e siècle⁵³. Cet intérêt précoce pour la géologie de l'Ardenne est avant tout motivé par la connaissance des matières exploitables et commercialisables pendant cette grande période d'activité minière. Quelques textes d'érudits de la fin du XIX^e et du début du XX^e siècle, à la fois naturalistes, historiens et archéologues, demeurent utiles pour l'étude de l'exploitation ancienne des matériaux lithiques⁵⁴. De nos jours, une forte dynamique à la fois interdisciplinaire et internationale se met en place, regroupant archéologues et géologues belges, français, néerlandais et allemands, pour analyser les modalités d'exploitation et de diffusion des matières premières ardennaises au cours de l'histoire⁵⁵.

À titre d'exemple, l'hématite oolithique du Famennien inférieur (Dévonien) a été utilisée, d'abord comme outil et comme colorant au Néolithique, puis comme minerai de fer à partir de l'Âge du Fer⁵⁶. Plusieurs autres roches calédoniennes (grès schisteux, siltites grossières, quartzites, et plus tard le célèbre « coticule » de Vielsam) ont fourni des pierres à aiguiser au cours des deux millénaires

51 CÉSAR, *Guerre des Gaules*, V, 3, 4

52 VAN LANEN *et al.* 2016

53 GOSSELET 1886

54 Entre autres : JOTTRAND 1895 ; ROGINE 1880

55 GOEMAERE 2010 ; DREESEN *et al.* 2014 ; COQUELET 2016

56 BOSQUET *et al.* 2016

de notre ère pour l'affûtage des outils métalliques⁵⁷. Des mêmes niveaux a été extraite l'ardoise nécessaire à la couverture des édifices depuis l'Antiquité jusqu'à nos jours⁵⁸. Concernant l'industrie meulière, les roches volcaniques de l'Eifel viennent d'emblée à l'esprit, mais les grès ardennais ont également subi une exploitation importante à cette fin, pourvoyant une zone géographique mal desservie par les grandes voies fluviales et maritimes.

3.2.2.4 Cambrésis, Artois et Boulonnais

À l'ouest, les collines de la Thiérache, du Cambrésis puis de l'Artois, reliquats de la chaîne hercynienne, prolongent le massif ardennais suivant un axe sud-est/nord-ouest vers la boutonnière du Boulonnais. Dans l'Avesnois et la Thiérache, le substrat dévonien affleure encore avant de plonger sous les séries sédimentaires du bassin flamand au nord-ouest et celles du Bassin parisien au sud-ouest. Les collines du Cambrésis et de l'Artois constituent un bombement de ce substrat recouvert par les terrains crayeux crétacés et les limons de plateaux sus-jacents, à travers lesquels émergent sporadiquement des lambeaux dévoniens. Ces niveaux remontent et s'érodent enfin dans le Boulonnais, passant du Crétacé au Jurassique et au Carbonifère qui n'émergeaient pas à l'ouest de l'Ardenne, puis de nouveau au Dévonien autour de Marquise (Pas-de-Calais). Les mêmes formations se retrouvent dans le Weald de l'autre côté de la Manche qui a profité d'un effondrement pour s'introduire à travers l'anticlinal Weald-Artois et séparer la Grande-Bretagne du continent.

Ces reliefs vallonnés valent à ces régions un paysage de bocage qui accueille principalement des activités d'élevage, de maraîchage, et une culture céréalière qui nécessite d'apporter suffisamment d'amendement. Sans constituer une véritable barrière infranchissable, cette chaîne de collines d'une altitude moyenne d'une centaine de mètres (271 m côté Thiérache à Anor dans le Nord, 208 m dans le Boulonnais au mont Pelé à Desvres) constitue la ligne de partage des eaux entre le bassin flamand au nord où circulent notamment les systèmes hydrographiques de l'Escaut et de la Meuse, et les bassins de la Somme et de la Seine au sud. Des campagnes de prospections pédestres systématiques menées par X. Deru dans le Cambrésis ont tenté de définir les modalités d'occupation de cette ligne de partage à l'époque romaine. Plusieurs transects ont été abordés au sud de Cambrai et révèlent une densité décroissante en s'éloignant du chef-lieu tardo-antique des Nerviens en direction des sources de l'Escaut⁵⁹. En s'éloignant des voies de communication routières et fluviales, cette densité s'avère même faible au regard des régions de plaine, avec un seul site pour 120 ha contre un pour 40 à 70 ha dans le Douaisis⁶⁰. D'anciennes zones boisées, détectées soit *via* des reliquats, soit suggérées par des parcelles vierges de vestiges, semblent en outre renforcer cette impression de vide qui s'accroît avec l'éloignement des voies de communication⁶¹. Cette région naturelle qui détermine la séparation entre les grands bassins versants sera ainsi supposée régir la direction de la plupart des échanges.

Vers la mer en contrebas du Boulonnais et dans les estuaires des fleuves côtiers du Pas-de-Calais, des formations quaternaires constituent des terrains souvent mouvants qu'il faut rapprocher de ceux des polders flamands. Les dynamiques de mise en place et de transformation de ces milieux commencent à être abordées d'un point de vue géo-archéologique pour en comprendre les modalités de peuplement et d'exploitation des matières premières⁶².

Les roches extraites de l'Avesnois et du Boulonnais sont assez comparables aux roches ardennaises,

57 GOEMAERE *et al.* 2015 ; THIÉBAUX *et al.* 2016

58 DEVLEESCHOUWER *et al.* 2006

59 DERU 2012, p. 127

60 DERU *et al.* 2012, p. 116

61 DERU 2012, p. 135

62 PCR *ArchGéol*, coordination M. Meurisse-Fort : MEURISSE-FORT 2015 ; MEURISSE-FORT *et al.* 2016.

et fournissent quantité de matériaux de construction, d'outils en grès et en silex, alors que les zones humides littorales du sud du Boulonnais sont entaillées de sablières encore exploitées aujourd'hui. Enfin, si la Thiérache comprise comme la marge occidentale du massif ardennais a livré de grandes quantités de meules (carrières de Hirson/Macquenoise), le Boulonnais montre assez peu d'évidences de cette activité. Celle-ci est limitée à la fin de l'Âge du Fer et au début de l'époque romaine⁶³.

3.2.2.5 Le Bassin parisien

L'occupation ancienne de la Picardie a fait l'objet d'une étude intensive et très dynamique initiée par R. Agache qui a survolé et photographié un grand nombre de vestiges sur l'ensemble du département de la Somme dans les années 1970⁶⁴. S'ensuivent partout en Picardie, en Haute-Normandie et dans le nord de l'Île-de-France de nombreuses campagnes de prospection pédestre et de dépouillement systématique menées par différents groupes archéologiques amateurs et professionnels entre les années 1980 et les années 2000⁶⁵, et enfin des opérations archéologiques de plus en plus nombreuses précédant notamment l'aménagement des grands tracés ferroviaires et autoroutiers⁶⁶ ou l'exploitation des sablières et les dragages en milieu alluvionnaire⁶⁷. Les vallées de l'Aisne, de l'Oise et de la Seine sont ainsi passées au crible, les plateaux du Val d'Oise et la vallée de l'Ysieux sont ratissés⁶⁸, le nord de la Seine-Maritime systématiquement analysé⁶⁹. Plusieurs sites d'extraction et de taille de meules ont été repérés dans ces milieux, tous situés sur les niveaux tertiaires du Bassin parisien. Au nord du Bassin de Paris pris au sens géologique, le bassin hydrographique de la Somme constitue d'abord un terroir à part entière, enfermé entre le versant sud des monts d'Artois au nord, les premiers plateaux de l'Île-de-France au sud-est et l'anticlinal du Pays de Bray au sud-ouest. L'axe fluvial de la Somme coule d'est en ouest au fond d'une vallée marécageuse creusée au cœur d'un plateau crayeux couvert d'un limon de loess peu épais. Celui-ci n'accueille une culture céréalière productive qu'à la faveur d'un amendement organique efficace.

Plus au sud, au centre du Bassin parisien, les niveaux crétacés se couvrent de plateaux tertiaires principalement composés de calcaires, de sables, de grès et d'argiles à meulière, et profondément entaillés par les nombreux affluents et sous-affluents de la Seine (Aisne, Vesle, Oise, Thérain, Ourcq...). Les plateaux y sont recouverts d'épais et riches limons, naturellement favorables à l'agriculture ou soigneusement amendés⁷⁰, mais le territoire est également morcelé entre ces rivières. Lorsque les occupations agricoles émergent des fonds de vallées à La Tène moyenne, les terrasses alluviales « modernes » (Holocène) accueillent des activités de maraîchage et de pâturage⁷¹. Les cours d'eau représentent les principales voies de circulation, mais les déplacements terrestres nécessitent de s'adapter au terrain en privilégiant les gués pour leur traversée. Cette réalité topographique implique un certain déterminisme et influence l'installation des groupes humains à proximité de ces points de passage. Elle conditionne ainsi l'organisation du territoire par Auguste et Agrippa à la fin du I^{er} siècle av. J.-C. : à la différence des routes rectilignes des plaines de Champagne, les routes picardes suivent tantôt les fonds de vallées lorsque ceux-ci sont assez larges (Aisne, Vesle, Thérain...), tantôt les plateaux quand les méandres se multiplient (Oise, Seine...).

À l'est, la *cuesta* des plateaux d'Île-de-France chute brutalement peu avant Reims vers la grande

63 PICAVET (à paraître)

64 AGACHE 1978

65 BEN REDJEB *et al.* 2005, p. 182-184

66 DESFOSSÉS 1996 ; BAYARD *et al.* 2011 et 2014

67 VALENTIN, PRODÉO 1990 ; MALRAIN, PINARD 1997

68 GUADAGNIN 2000

69 MANTEL *et al.* 1997, p. 75

70 AGUILERA *et al.* 2017, p. 64

71 MALRAIN, PINARD 2006, p. 46 ; MALRAIN, MARÉCHAL 2012, p. 367-371

plaine crayeuse de Champagne, traversée notamment par la Marne, principal affluent de la Seine, et à l'est par la Meuse qui rejoint la Mer du Nord. La craie y est presque affleurante et la culture céréalière possible à condition d'amender une terre moyennement fertile dans les meilleurs des cas⁷². Le terrain s'élève de nouveau progressivement en remontant les auréoles orientales du Bassin parisien où l'on retrouve les niveaux jurassiques sous-jacents à la craie crétacée, puis le massif hercynien des Vosges séparé de son pendant allemand de la Forêt Noire par le couloir rhénan.

À l'ouest entre Picardie et Normandie, l'anticlinal du Pays de Bray offre ponctuellement à l'affleurement des formations jurassiques qui percent les terrains crétacés sus-jacents suite à leur érosion. Ce terroir est caractérisé par son paysage de bocage parfois tourbeux et souvent boisé, accueillant principalement des activités d'élevage⁷³. Le relief s'estompe progressivement vers le sud-ouest et le paysage s'ouvre sur l'épaisse assise crayeuse du Pays de Caux (Crétacé), recouverte d'argile à silex et d'une couche de limon moyennement épaisse. Le plateau, surplombant la Manche d'une centaine de mètres, est entaillé par plusieurs petits fleuves côtiers qui créent une succession de vallées et de vallons descendant vers la mer d'un côté et vers la Seine de l'autre. Le défrichage intensif a permis d'y établir dès La Tène moyenne/finale une succession d'établissements enclos à vocation agro-pastorale pratiquant une culture céréalière extensive comparable à celle des plateaux picards⁷⁴. La basse vallée de la Seine, enfin, constitue, à son estuaire, un terroir particulier bénéficiant d'un microclimat engendré par son encaissement et par le combat saisonnier et parfois violent que s'y livrent les eaux fluviales et marines. Les cultures maraichères et fruitières s'étagent sur les terrasses alluviales les mieux exposées, et la mise en valeur de la voie fluviale, assez peu évidente avant La Tène moyenne, implique l'installation de sites particuliers documentés à l'occasion de l'intense activité économique que connaît le secteur de nos jours. Les fouilles menées ces dernières décennies ont ainsi livré plusieurs indices d'occupations parfois continues allant de la fin de l'Âge du Fer à la fin du Haut-Empire et qui suggèrent une densification de l'occupation du sol à partir de La Tène moyenne. Dans la boucle du Vaudreuil par exemple, de grandes concentrations de greniers apparaissent à la transition entre La Tène moyenne et La Tène finale, et témoignent d'une activité agricole et probablement commerciale dépassant le cadre domestique⁷⁵. À cette spécialisation des établissements et à cette vitalité économique répond probablement la fortification de certains sites de hauteurs (*oppida*) dominant le lit mineur de la Seine⁷⁶.

Peu avant la conquête romaine, le territoire haut-normand qui s'était organisé jusque là au gré de mutations internes, s'ouvre au marché extérieur et se structure profondément⁷⁷. Les occupations ne continuent qu'exceptionnellement à certains endroits après la conquête, et une période de latence précède souvent l'installation des nouveaux établissements au I^{er} siècle⁷⁸. À l'époque romaine, la vallée de la Seine comme la façade maritime et son arrière-pays immédiat conservent cette vitalité qui se traduit par l'implantation des villes de Rouen et de Lillebonne, mais aussi d'un chapelet d'agglomérations secondaires reliées par un dense réseau routier orienté vers la Manche d'une part, et vers la Gaule Lyonnaise d'autre part. Rouen semble peu reliée aux grandes villes de Gaule Belgique par la route alors que la voie littorale reliant Harfleur à Boulogne-sur-Mer paraît bien établie et ponctuée d'agglomérations⁷⁹. Comme dans l'estuaire du Rhin, le Bas-Empire se distingue de nouveau par une vague d'abandon des occupations et un resserrement des emprises urbaines. Les sites ruraux ne

72 AGUILERA *et al.* 2017, p. 64

73 LECHEVALIER 1997, p. 54

74 LECHEVALIER 1997, p. 53 ; BLANCQUAERT, DESFOSSÉS 1997, p. 67-68

75 MOREAU *et al.* 2015, p. 555-565

76 RÉMY-WATTÉ 1997, p. 60 ; BEURION, DECHEZLEPRÉTRE 1998 ; BASSET 2016, p. 87-88

77 BASSET 2016, p. 92

78 RÉMY-WATTÉ 1997, p. 63

79 CROGIEZ 1997, p. 73

semblent pas subsister au delà de la deuxième moitié du III^e siècle, et les campagnes de la région ne livrent de nouvelles traces tangibles d'une présence humaine qu'à partir du VI^e siècle⁸⁰.

3.2.3 *Activités agraires et milieu*

Plus d'un demi siècle après l'étude fondamentale de Moritz⁸¹ et à l'aune de disciplines paléobotaniques et archéozoologiques extrêmement dynamiques, les spécificités de l'environnement ancien sont aujourd'hui relativement bien appréhendées et différents terroirs peuvent être distingués en fonction du climat et de la nature de leur sol. Pour schématiser, la région comprise entre Seine et Rhin s'illustre par une séparation entre un littoral sablonneux soumis aux variations du niveau marin et un arrière-pays limoneux et argileux à la fertilité variable et au milieu duquel émergent quelques faibles reliefs boisés. Au nord de la Somme, les sols sablonneux de la frange littorale et des estuaires sont considérés comme pauvres, accueillant des cultures peu diversifiées et des activités d'élevage extensif sur pâtures et prés-salés⁸². L'arrière-pays, en dehors des reliefs de l'Ardenne et du Boulonnais, est majoritairement couvert d'une couche de loess plus ou moins épaisse et beaucoup plus favorable à la culture céréalière, avec des variations selon l'épaisseur du manteau loessique et la constitution du sous-sol.

À la fin de l'Âge du Fer, les espèces à grains vêtus dominant à peu près partout, mais les plateaux calcaires de Picardie et d'Île-de-France, recouverts d'une profonde couche de limon et qui bénéficient aussi d'un climat plus doux, voient déjà s'étendre la culture d'espèces à grains nus, plus capricieuses⁸³. Ainsi après la conquête romaine au sud de la Somme et dans les principales villes, les variétés panifiables sont majoritaires dans les cortèges carpologiques (blés nus : froment, et vêtus : épeautre). Au nord et en dehors des grands axes de circulation, les terrains argileux du bassin de l'Escaut, les sols crayeux de Champagne et du bassin de la Somme accueillent essentiellement des espèces rustiques à grains vêtus : l'amidonner non panifiable est majoritaire au nord de la Somme, et l'orge vêtue en Champagne⁸⁴. Le nord de la Gaule romaine, notamment dans les campagnes, reste ainsi une région de la bouillie alors que la consommation du pain levé se répand plus au sud et dans les villes. Le haut Moyen Âge est caractérisé par la généralisation du seigle panifiable dès l'époque mérovingienne⁸⁵, auquel s'associent l'orge vêtue, l'avoine et les légumineuses. Sur les sols limoneux s'y ajoutent les blés (épeautre et froment) à hauteur de la moitié des cortèges⁸⁶. Précisons qu'à cette époque, l'épeautre, rarement découvert carbonisé mais souvent germé, serait utilisé pour le brassage de la bière, comme cela est attesté dans les textes du bas Moyen Âge à l'époque contemporaine⁸⁷. En définitive jusqu'à la fin de l'Antiquité, au-delà d'une séparation nette entre les modes de consommation, la culture de céréales à grains nus ou à grains vêtus conditionne les étapes de leur traitement avant consommation et génère donc un déséquilibre technique entre les différentes régions culturelles. Le choix de maintenir des céréales vêtues sur les terrains septentrionaux, qui implique une étape de décorticage préalable à la consommation, n'est donc pas anodin et s'explique par l'adaptation de ces variétés au milieu et par la difficulté d'en introduire de nouvelles. Une espèce de céréales est en effet adaptée à un type de sol et à des conditions d'hydrométrie qui impliquent une permanence des variétés cultivées dans une zone pédologique donnée⁸⁸. Seule l'intervention de

80 MANTEL *et al.* 1997, p. 78

81 MORITZ 1958

82 BAKELS 2005, p. 398

83 MATTERNE 2001, p. 102

84 ZECH-MATTERNE 2014, p. 317 et 320

85 ZECH-MATTERNE 2014, p. 320

86 BAKELS 2005, p. 395-397 ; BAKELS 2009, p. 63 ; DEVROEY 2013, p. 64-65

87 BILLEN 1898, p. 183-184 ; BAKELS 2009, p. 66

88 BOULEN *et al.* 2012, p. 65

l'homme, par le travail du sol, par amendement minéral ou biologique et par l'élevage de certaines espèces animales, rend possible l'introduction de nouvelles variétés, ce qui provoque des fluctuations des zones de culture au cours du temps.

3.3 Dimension spatio-temporelle et transitions

3.3.1 La perception du temps

Pour M. Mauss, « *le corps est le premier et le plus naturel instrument de l'homme* »⁸⁹, et le geste est tout aussi important que l'outil pour l'étude des comportements, des techniques et des sociétés. Mais l'objet est aussi « *un fait social* » et son étude exhaustive, « *en lui-même, par rapport aux gens qui s'en servent, par rapport à la totalité du système observé* », participe à la construction d'« *une technologie diachronique des civilisations* »⁹⁰. Les principes de cette pensée totale sont repris et développés par A. Leroi-Gourhan qui dresse une anthropologie du geste réconciliant définitivement *l'homme et la matière*⁹¹. L'observation du fait, de l'objet concret et la compréhension de son utilisation révèlent ainsi des tendances, des aspects de la culture technique humaine qui évoluent en fonction de ce que l'on transpose de manière abstraite dans un phénomène global de progrès technique. Sur le temps long la transmission de l'« habitus », de la tradition technique, est effectivement perçue par la permanence de la forme des objets (ici de la forme des meules). Car, comme le rappelle A. Leroi-Gourhan au sujet de l'outillage en silex préhistorique, « [...] *les outils, dans l'ensemble, ont suivi une ligne d'évolution progressive comparable à celle qu'ont suivie les formes humaines [...]* »⁹². L'ethno-archéologue rappelle néanmoins que « *la précision historique est loin d'être pleinement satisfaite, [que] le détail échappe encore et [que] l'on serait en droit [...] d'attendre une vision plus détaillée des faits* »⁹³. L'abondance des données disponibles actuellement aide en partie à remédier à ce problème de lissage de l'histoire. Ainsi, grâce à la mise en série de ces données matérielles datées et à une déconstruction à plusieurs niveaux de l'objet « meule », il nous est possible d'entrevoir des bonds techno-culturels liés à des ruptures politiques, économiques et démographiques (comme la conquête romaine de la Gaule, puis les migrations germaniques), et inversement à de grandes appropriations technologiques (généralisation du fer). Ces évolutions rapides interviennent le temps d'une ou deux générations seulement et sont liées à l'apport soudain d'une idée ou d'une technologie par des contacts multipliés et par l'arrivée de nouvelles populations.

Nous rejoignons la notion de génération en démographie linéaire, définie comme un ensemble d'individus qui partagent une histoire commune dans une même structure sociale, et peuvent en avoir la même perception⁹⁴. Cette notion explique le fait que les groupes d'une même communauté ou d'un même terroir voient leurs habitudes évoluer conjointement en termes de culture, de techniques, de consommation, de culte et de pratiques funéraires. Ainsi les phases de transition historique, souvent politiques en premier lieu mais parfois plus profondément imputées à des crises économiques ou environnementales, peuvent être appréhendées à différents niveaux et ont une incidence forte sur l'organisation économique et sociale des territoires et sur les habitudes techniques qui y ont cours à un moment donné.

89 Conférence « Les techniques du corps » (1934), éditée par C. Lévi-Strauss dans MAUSS 1950, p. 365-386.

90 MAUSS 1947, p. 26-27

91 LEROI-GOURHAN 1971

92 *Ibid.*, p. 24

93 *Ibid.*, p. 24-25

94 « *Il s'agit bien d'une conception particulière de l'appartenance à un groupe, appartenance qui, par son inscription dans une temporalité historique spécifique, va donner sens à des comportements sociaux et démographiques eux-mêmes spécifiques* » : SAMUEL 2008, p. 7

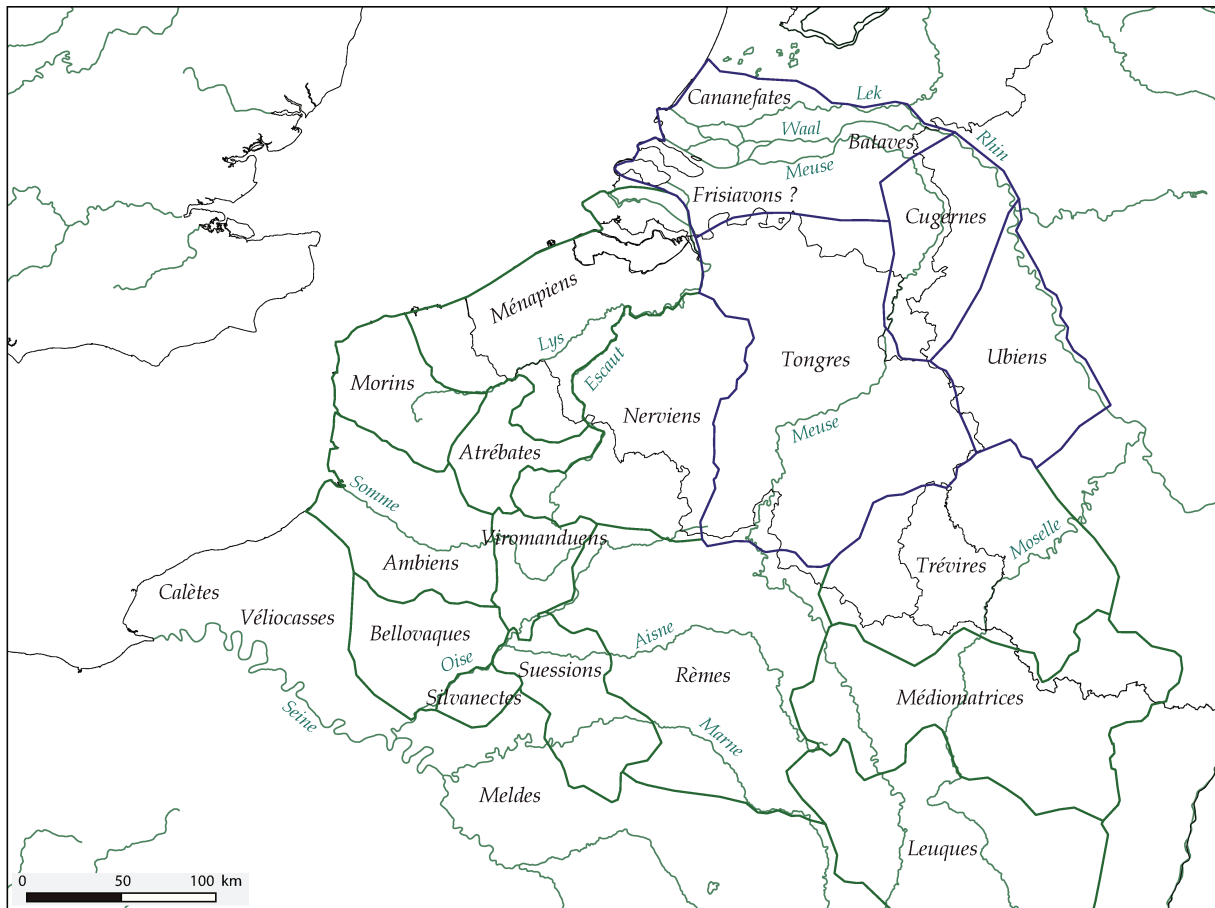


Figure 3 Limites supposées des cités gallo-romaines de Gaule Belgique et de Germanie inférieure à la fin du I^{er} siècle. Tracés d'après M.-T. et G. Raepsaet-Charlier, CReA-Patrimoine (ULB) : http://crea.ulb.ac.be/Gallia_Belgica.html

3.3.2 Esquisse d'une chronologie

Sur cette base sont établies des chronologies qui nous permettent à nous, historiens et archéologues, de naviguer dans un espace-temps cloisonné, indispensable à la mise en commun et à la comparaison de données disparates. Le temps est découpé en périodes, états et phases auxquels correspondent ce que les céramologues appellent, sur le modèle des paléontologues, des « horizons ». Ces horizons sont définis par des assemblages mobiliers cohérents et représentatifs de la culture matérielle d'une phase temporelle⁹⁵. Leur mise en série conduit à l'établissement de chronologies dans lesquelles s'intègrent les recherches suivantes pour les faire évoluer ou les remettre en question. Des éléments de chronologie absolue peuvent intervenir pour en affiner le calage. Ces chronologies varient selon la culture matérielle des différentes régions, et en fonction de la pratique de l'archéologie dans les différents pays⁹⁶.

Concernant le matériel de mouture dont la forme évolue lentement, les objets ne sont pas datant comme peuvent l'être une fibule, une monnaie ou un assemblage céramique. Au mieux peut-on attribuer telle forme à l'époque gauloise, telle autre à la période romaine, ou encore au haut Moyen Âge. Il faut s'appuyer sur les datations proposées par les spécialistes du mobilier d'accompagnement. Sont donc sélectionnées d'abord les meules pourvues d'un contexte archéologique. Puis avec une base statistique suffisamment solide et par comparaisons morphologiques, il est possible d'y rattacher les pièces moins bien positionnées stratigraphiquement ou même dépourvues de contexte archéologique.

95 DERU *et al.* 2007

96 BUCHSENSCHUTZ 1996 ; LEJARS, METZLER 1996 ; FERNANDEZ-GÖTZ 2014, p. 8-12

3.3.3 Période gauloise

La première transition qui nous intéresse intervient à La Tène C (La Tène moyenne), alors que le moulin rotatif est progressivement introduit dans le nord de la Gaule. Petit à petit à partir du III^e siècle av. J.-C., les occupations se multiplient, émergent des vallées et s'établissent sur les plateaux et les franges littorales⁹⁷. Les raisons de cette transition relativement rapide, perceptible à travers l'organisation du territoire, la culture matérielle, les pratiques agricoles et funéraires, demeurent obscures mais seraient liées, comme le rapporte César⁹⁸, aux mouvements des peuples belges de l'est vers l'ouest et à leur installation au nord de la Seine⁹⁹. Une nouvelle mutation de la société apparaît ensuite à la fin du II^e et au I^{er} siècle av. J.-C. avec la création d'agglomérations parfois fortifiées que l'on regroupe sous le terme d'*oppida*. Le territoire est alors fortement structuré et les établissements ruraux adoptent la pratique de cultures monospécifiques pour répondre à une demande alimentaire croissante¹⁰⁰. Les limites territoriales sont « en constante mutation » et seulement perceptibles à partir du témoignage de César et celui du monnayage. Elles semblent plus se structurer autour de grands sanctuaires qu'être liées à une culture matérielle, et évoluent au gré des relations de clientélisme entre les peuples gaulois¹⁰¹.

Les spécialistes de la géographie de la Gaule Belgique à l'Âge du Fer décèlent une séparation culturelle entre une partie orientale, une partie occidentale, et une partie septentrionale. La première rassemble les *oppida* les plus anciens et les plus vastes dès La Tène D1 ; elle est occupée par les Suessions, les Rèmes et les Trévires. Dans la deuxième, chez les Bellovaques, les Ambiens, les Calètes et les Viromanduens, les *oppida* sont plus récents (La Tène D2, voire augustéens) et demeurent de taille modeste¹⁰². Les occupations semblent structurées autour de sanctuaires. T. Lejars et J. Metzler y ajoutent une troisième entité au nord, représentée par les Nerviens, les Morins, les Ménapiens, les Atuatuques et les Éburons ; dans cette région, les *oppida* ne sont pas ou peu identifiés¹⁰³. Les Atrébates occupent une zone d'interfluve, sur la ligne de crête des collines de l'Artois. À ce titre, ils sont à l'interface entre les trois zones culturelles mises en évidence. Le bassin rhénan s'illustre enfin comme un grand couloir mettant en communication l'Europe du Nord et les plateaux helvétiques, le couloir rhodanien et ainsi la région méditerranéenne.

3.3.4 Période gallo-romaine

À la fin du I^{er} siècle av. J.-C., les changements sociétaux qui suivent la conquête de la Gaule par les troupes romaines interviennent rapidement, à l'échelle de deux générations. Dans ce laps de temps, les noms des individus se latinisent, la culture matérielle se transforme, et les pratiques alimentaires évoluent de la bouillie vers les plats mijotés et les rôtis¹⁰⁴. La génération qui vit directement la conquête césarienne occupe encore un territoire peu impacté par cette domination, si ce n'est par une diminution drastique de ses effectifs matérialisée par une vague d'abandons de sites dans certaines régions (plus d'un tiers en Picardie)¹⁰⁵, et par une certaine ouverture du marché commercial de Gaule Belgique jusque là peu perméable aux produits méditerranéens. La génération augustéenne voit en revanche l'ensemble du territoire totalement remodelé et réorganisé selon

97 MALRAIN, PINARD 2006, p. 46 ; BLANQUAERT *et al.* 2012, p. 235

98 CÉSAR, *Guerre des Gaules*, II, 4, 1

99 FICHTL 2003, p. 98, 102, 103

100 MALRAIN, LORHO 2016

101 FICHTL 2007 ; FICHTL 2013, p. 38 ; BONAVENTURE 2014, p. 145

102 PION 2010, p. 37, d'après FICHTL 1994 et 2004 ; GONZALES-VILAESCUSA, JACQUEMIN 2011, p. 101

103 LEJARS, METZLER 1996, p. 236-239

104 HANUT 2010b, p. 33-34 ; MATHELART *et al.* 2014

105 MALRAIN *et al.* 2005, p. 151 ; BLANQUAERT *et al.* 2012, p. 244

une volonté politique puissante. Les frontières de la Gaule Belgique sont d'abord établies entre le nord de la Seine et le Rhin. Des villes sont créées *ex-nihilo* ou refondées et leur population adopte un mode de vie totalement nouveau ; à la campagne de grandes villas succèdent à des fermes plus ou moins modestes, quand d'autres fermes connaissent peu d'évolution ; des parcelles nouveaux sont créés quand d'autres sont simplement adaptés, et les terroirs sont organisés pour subvenir aux besoins de populations urbaines croissantes qui ne travaillent plus à leur propre subsistance¹⁰⁶. La desserte des établissements ruraux par les axes de communication anciens ou nouveaux semble alors cruciale pour leur insertion dans les circuits économiques¹⁰⁷.

Sous Domitien, avec la stabilisation du *limes* et près d'un demi-siècle après la conquête de la Bretagne par Claude en 43, est créée la province impériale de Germanie inférieure intégrant la Cité des Tongres à l'hinterland du *limes*. Cologne en devient la capitale alors que Reims reste celle de la province de Gaule Belgique, remplacée par Trèves au Bas-Empire. En 297, la réorganisation territoriale de Dioclétien entraîne une séparation entre la Belgique première au sud-est gardant Trèves pour capitale, et la Belgique seconde au nord-ouest administrée depuis Reims.

3.3.5 Haut Moyen Âge

La troisième grande transition que nous tenterons de percevoir est celle de la fin de l'Antiquité au haut Moyen Âge, malgré un hiatus d'un peu plus d'un siècle pendant lequel nous ne disposons d'aucune donnée (du début du V^e au milieu du VI^e siècle). Cette transition s'étend sur un temps beaucoup plus long que la précédente et s'inscrit lentement mais profondément dans les mentalités à l'échelle de plusieurs générations, voire plusieurs siècles. Après la stabilisation du *limes* au milieu du I^{er} siècle, les troupes romaines doivent faire face à de nouvelles incursions germaniques dès le milieu du III^e. Cette pression exercée aux frontières de l'Empire ne signale pourtant que la reprise de mouvements de populations constatés depuis l'Âge du Fer¹⁰⁸. Mais du point de vue des habitants de l'occident romain, après deux siècles de paix et de commerce foisonnant, le Bas-Empire marque le début d'une longue période d'insécurité réelle ou ressentie, et de bouleversements socio-culturels dont la pénétration de la religion chrétienne est l'un des aspects. Les campagnes connaissent des vagues d'abandon des établissements agricoles dès le milieu du III^e siècle dans la plaine flamande et dans le Pays de Caux, entre le III^e et le V^e siècle à l'intérieur des terres. Face aux mouvements des populations germaniques à l'intérieur même de l'Empire, les villes se replient derrière des fortifications qui restreignent fortement leur surface. Les conditions de ce phénomène de repli des populations gallo-romaines sont encore très mal perçues tant historiquement qu'archéologiquement¹⁰⁹. Sans que l'on puisse réellement l'expliquer, ce flou historiographique ne s'estompe qu'à la fin du VI^e siècle. L'on assiste alors à la stabilisation des peuples fédérés en Gaule et à l'épanouissement de la société mérovingienne puis carolingienne. Les limites territoriales sont extrêmement instables au cours du haut Moyen Âge, se déplaçant au fil des conquêtes militaires et des alliances stratégiques et matrimoniales. Au V^e siècle, dans notre zone d'étude, Neustrie et Austrasie s'opposent, leur frontière étant fixée sur les cours de la Somme et de la haute Meuse. Le bassin de la Seine est donc pleinement intégré à la première, le Rhin moyen et inférieur à la seconde. Seul le littoral frison comprenant les bouches du Rhin, résolument tourné vers la Mer du Nord, reste sous domination saxonne jusqu'au VIII^e siècle.

Au VI^e siècle, le Royaume Franc jusque-là cantonné à l'Austrasie, s'étend quasiment sur l'ensemble de la France (sauf la Bretagne, le Pays Basque et la Septimanie), sur la Belgique actuelle, l'ouest de

106 BAYARD, COLLART 1996 ; COLLART 1996 ; DESFOSSÉS 1996 ; HASEL GROVE 1996 et 2011 ; BERNIGAUD *et al.* 2016

107 FAJON 2003, p. 20-21

108 FERNANDEZ-GÖTZ 2014

109 BRULET 2013

l'Allemagne et la moitié des Pays-Bas.

L'Empire Carolingien unifie enfin toute la partie continentale de l'Europe nord-occidentale et organise le territoire entre domaine impérial et terres attachées aux abbayes.

4 PRÉSENTATION DU CORPUS ET PROBLÉMATIQUE

4.1 Choix du corpus

Afin d'aborder le plus largement possible un sujet et une chronologie très larges, il a été décidé de quadriller le territoire pour constituer une base de données homogène depuis la Normandie à l'ouest jusqu'aux Pays-Bas à l'est. Ont donc été étudiées systématiquement et en premier lieu, les meules conservées dans les dépôts d'archéologie préventive. Bien que leur découverte ait un caractère fortuit, les données que fournissent les fouilles préalables aux travaux d'aménagement sont fournies par des professionnels qui maîtrisent les différents aspects de leur domaine d'intervention et connaissent souvent parfaitement le terroir dans lequel ils interviennent. Le mobilier, au moins pour les dix dernières années, est généralement facilement accessible, inventorié et souvent étudié par des spécialistes, fournissant chronologie et caractérisation des occupations. Ces collections ont donc été étudiées de manière approfondie, souvent en collaboration avec les responsables d'opérations qui ont fourni les plans, informations de contexte et interprétations relatives à leurs fouilles d'une part et leurs diagnostics d'autre part. Les premières fournissent des données de premier choix, consistant en des assemblages que l'on peut souvent considérer comme caractéristiques des occupations. Les seconds viennent compléter la cartographie avec des informations sur le ou les types de meules présents, la roche qui les constitue et idéalement sur le type de site et sa datation.

Les fouilles programmées, plus rares et dispersées sur le territoire, livrent des données de qualité égale voire supérieure à celles offertes par l'archéologie préventive, mais leur masse n'est pas comparable : sur les 2066 meules étudiées, 242 seulement proviennent de fouilles programmées pour 1461 de fouilles préventives. En sus, 113 pièces proviennent de diagnostics, et 14 de surveillances de travaux.

Face à l'abondance des données fournies par l'archéologie préventive, les autres séries n'ont pas été recherchées si elles n'étaient pas accessibles facilement. Elles ne l'ont été que dans les zones peu peuplées où les aménagements sont rares et les opérations archéologiques encore plus dispersées. Dans ces régions ont été étudiées des meules ramassées en surface par des prospecteurs amateurs ou professionnels (139 pièces) ou provenant de collections anciennes rassemblées dans les musées (30 pièces issues de fouilles anciennes, 58 de découvertes peu documentées, et 9 d'opérations indéterminées). Ces dernières sont toujours localisées mais souvent dépourvues de contexte archéologique. Ces pièces ne peuvent pas intervenir dans l'analyse fine des contextes de mise en œuvre des moulins ou de leur évolution typologique, mais présentent l'intérêt de fournir des informations sur la dispersion des roches meulières à une période donnée si tant est que leur forme soit identifiable (meules gauloises, romaines, alto-médiévales). Leur prise en compte ne peut se faire sans risque qu'après l'étude de nombreux exemplaires contextualisés auxquelles elles seront comparées morphologiquement et pétrographiquement.

Enfin, certaines séries ont été repérées par dépouillement bibliographique et prises en considération lorsque les données s'avéraient de qualité suffisante. Toutefois, l'identification de la roche est un pré-requis indispensable à cette intégration et la méthode n'a pu être appliquée que dans certaines régions où les roches meulières sont bien reconnues depuis longtemps par les archéologues (roche volcanique de l'Eifel aux Pays-Bas et en Allemagne, poudingue en Normandie). Dans le nord de la France, la confusion était trop grande entre les différents grès exploités, les calcaires et les suppo-

sés granites pour risquer une telle manipulation, et le retour à l'objet s'est avéré indispensable. De même, seules les meules étudiées physiquement ont fait l'objet d'une analyse morphométrique, les autres servant uniquement de comparaison.

4.2 Disparité des données sur un territoire transnational

Première circonstance favorable, les accords de Schengen facilitent la circulation d'un pays à l'autre, et seules la distance et la logistique empêchent d'aller étudier toutes les séries qu'il faudrait aux Pays-Bas ou en Allemagne. Sur le plan logistique justement, la quantité de mobilier à étudier, sa disponibilité et son accessibilité dépendent directement du système de fonctionnement de l'archéologie préventive dans les différents pays abordés. Ce qui nous amène au second bienfait européen : la convention de Malte qui oblige depuis 1992 les pays signataires à engager des démarches en vue de la conservation de leurs vestiges archéologiques. Les derniers impondérables ne sont pas maîtrisables : l'accès au dépôt de la Province de Liège a par exemple été fermé pour raisons de sécurité, ce qui crée un malheureux vide cartographique au nord-est de l'Ardenne, là où se confrontent les productions ardennaises et celles de l'Eifel.

La mixité du système français actuel, entre opérateurs publics et privés, favorise une forte activité en répondant rapidement à la demande des aménageurs. Le mobilier est donc abondant, mais souvent dispersé entre les dépôts temporaires de chaque opérateur et les entrepôts des Services Régionaux de l'Archéologie (SRA dépendant de la DRAC de chaque région). Dans les départements les plus avancés sur la gestion du mobilier archéologique, des Centres de Conservation et d'Étude (CCE) sont aménagés et offrent l'accès à l'ensemble du mobilier dans des conditions matérielles avantageuses. Depuis quelques années cependant, la pression accrue de la concurrence entre les opérateurs induit une réduction toujours plus drastique des délais de fouille et des choix éliminatoires quant à l'étude du mobilier. Le travail académique permet d'y remédier sans toucher aux budgets de l'archéologie préventive, et surtout de dépasser les conflits stériles nés de la mise en concurrence des opérateurs. En Belgique, la gestion des fouilles et du mobilier est régionalisée. Le système flamand est libéralisé, à l'anglo-saxonne, ce qui suscite la création de quantités importantes de données, mais provoque depuis quelques temps, comme en France, des problèmes liés à la concurrence entre opérateurs. Le système wallon est à l'opposé entièrement public. C'est la section du Service Public de Wallonie en charge de l'aménagement du territoire (DGO4) qui répond à la demande des aménageurs pour préparer le terrain. Étant donnée la faiblesse des moyens disponibles, les fouilles sont peu nombreuses et soigneusement sélectionnées. Les données qui en ressortent ne sont pas quantitativement significatives mais à forte valeur qualitative, avec souvent des monographies suivant les fouilles. Comme en réponse à cette activité préventive réduite, les fouilles programmées sont assez nombreuses et menées à long terme par les universités et les associations (a.s.b.l.) dont les préoccupations sont principalement scientifiques. Ce morcellement de l'activité entraîne une dispersion du mobilier parmi les dépôts et les musées qui conservent autant des collections anciennes que celles des fouilles récentes (par exemple les meules de Liberchies étaient dispersées entre trois dépôts). C'est notamment en Belgique que le mobilier issu de prospections pédestres menées par des archéologues amateurs a été recherché afin de combler quelques vides. Ces acteurs qui jouissent d'une parfaite connaissance de leur terrain d'action font un travail rigoureux d'inventaire et de recherche qu'ils publient régulièrement dans les *Chroniques de l'Archéologie Wallonne*.

Au Grand-Duché du Luxembourg, c'est le Centre National de la Recherche Archéologique (CNRA) qui gère les opérations de sauvetage en interrompant les travaux d'aménagement en cas de découverte fortuite. L'absence de réelle politique d'archéologie préventive implique un nombre d'opérations peu élevé, mais le mobilier est centralisé, facilement accessible, et les données de fouille

parfaitement maîtrisées par les personnes qui les mènent.

Aux Pays-Bas, l'organisation est assez comparable au système français. Jusqu'au début des années 2000, les interventions archéologiques étaient principalement menées par le *Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek* (ROB) et les universités. Aujourd'hui comme en France, les services archéologiques de collectivités ainsi que les opérateurs commerciaux se sont développés. Certains interviennent même en Flandre en raison de la proximité linguistique. Après étude par la société dépositaire de l'agrément de fouille, le mobilier est rassemblé dans des dépôts provinciaux accessibles aux chercheurs. Les musées et dépôts municipaux conservent celui issu des fouilles plus anciennes. Des subsides sont aussi alloués à la publication des fouilles anciennes, ce qui valorise des sites et un mobilier qui, en l'absence d'une telle politique, tomberaient dans l'oubli. C'est le cas par exemple des fouilles des bains d'Heerlen (Limbourg Néerlandais)¹¹⁰.

4.3 Du rassemblement d'un corpus à la synthèse des données

Le rassemblement d'un grand nombre de données sur un vaste territoire implique d'en comprendre les composantes pour en tirer une synthèse à valeur historique. On l'aura compris, l'objectif de notre recherche est d'abord de retracer le trajet des meules rotatives depuis leur centre d'extraction jusqu'à leur lieu de consommation. Cette étape les place sur des sites où leur importation et leur usage dépendent des besoins et des moyens de l'utilisateur.

Une première partie abordera donc la matière de l'objet : la roche, sa constitution, son origine géologique, et si possible sa provenance géographique. Les risques de confusion seront identifiés et des éléments aidant à les écarter seront apportés.

La suite du développement sera consacrée à l'analyse de la forme et des caractéristiques de l'objet lui-même. Chaque meule présente individuellement des caractères morphologiques qui permettent de l'assigner à un type de moulin. La déconstruction de la forme, des aménagements techniques et du traitement des surfaces des meules matérialise une progression chronologique qui offre un point de vue plus global sur les techniques de mouture et les systèmes de production qui en fournissent les outils. S'illustrent d'une part une certaine inertie due à des traditions techniques fortement implantées au sein des ateliers, d'autre part une évolution progressive liée au changement des besoins et à l'adoption de nouvelles techniques.

Une dernière grande partie prendra du recul sur l'individu pour atteindre l'échelle du site puis du bassin de consommation, et ainsi embrasser largement les systèmes économiques anciens et leurs acteurs. Les gisements rocheux et ateliers de production identifiés et bien distingués seront liés à tous les lieux de consommation pour comprendre l'organisation des réseaux de distribution pendant la période gauloise, l'époque romaine et le haut Moyen Âge. Afin d'appréhender l'étape d'utilisation des moulins, les sites seront mis en série pour tenter de percevoir des situations récurrentes et leur association éventuelle avec la nature des sols et les pratiques agraires. Alors que l'ethnographie nous dévoile un bouleversement des rapports sociaux lorsque les activités de transformation des céréales changent d'échelle, les contextes de découverte des meules et des fragments de meules nous révèlent que l'adoption du moulin rotatif, puis la collectivisation ou la commercialisation des activités de mouture ne sont pas dénuées d'impact sur la société. Le matériel de mouture est donc, tout au long de l'histoire, un élément modeste mais structurant de la société et de l'économie.

110 JENESON *et al.* (à paraître)

PREMIÈRE PARTIE : LES ROCHES MEULIÈRES

5 PRÉAMBULE

5.1 Intervention de la géologie

5.1.1 La démarche

Les meules sont des objets en pierre qui, hormis sur certains terrains à l'acidité élevée, ont la propriété de bien résister aux phénomènes d'altération taphonomique. Elles sont donc présentes au sein de la plupart des occupations humaines anciennes dont la préparation alimentaire était une préoccupation. Pourtant elles ont souvent été victimes d'un défaut d'attention de la part des archéologues. À la suite de quelques pionniers et sur le modèle de l'étude du mobilier céramique, des chercheurs ont commencé à s'intéresser au matériel de mouture et aux roches qui le composent. Ce souci pour la matière demande de faire appel aux géologues qui savent en retrouver l'origine afin de retracer les circuits qui ont acheminé ces produits manufacturés de leur centre de production vers leur lieu de consommation. La pétrographie microscopique est très vite devenue un outil essentiel pour la description des roches sédimentaires¹¹¹, au point que les deux spécialités, archéologie et géologie, se combinent pour proposer des publications scientifiques désormais largement pluridisciplinaires et souvent transfrontalières¹¹². Les préhistoriens ne s'y sont pas trompés en appliquant dès les années 1980 les préceptes de la pétrographie microscopique à la recherche de l'origine des silex¹¹³ ou encore des mégalithes¹¹⁴. Les analyses géochimiques de roches volcaniques se multiplient également depuis les années 1980 sous l'impulsion d'O. Williams-Thorpe autour du bassin méditerranéen¹¹⁵ suivi de T.M. Gluhak en Allemagne¹¹⁶. Ces travaux aboutissent à l'établissement de référentiels toujours plus précis, intégrés à des systèmes d'informations modernes et à l'avenir accessibles aux chercheurs du monde entier.

Aujourd'hui, cette démarche interdisciplinaire est largement adoptée pour l'étude du macro-outillage lithique de manière générale, ainsi que pour les matériaux de construction : grès et quartzites du bassin flamand¹¹⁷, grès et conglomérats ardennais¹¹⁸, poudingues anglais et normands¹¹⁹, grès et calcaires du Bassin parisien¹²⁰, roches volcaniques de la grande province cénozoïque européenne¹²¹, etc.

Cette dynamique aboutit depuis peu, notamment en France mais aussi à l'étranger, à la création

111 DE PAEPE, VERMEULEN 1988

112 KRONZ, HORNING 2010 ; DREESEN *et al.* 2014

113 GIOT *et al.* 1986 ; MASSON 1986 et 1987

114 GIOT *et al.* 1995 ; DREESEN, DUSAR 2011

115 WILLIAMS-THORPE 1988, 1993

116 GLUHAK, HOFMEISTER 2011

117 VELDEMAN *et al.* 2012

118 PICAVET *et al.* 2018

119 HUGGET 2016a et b

120 FRONTEAU *et al.* 2010 ; NAZE, FRONTEAU 2011 ; FRONTEAU *et al.* 2014 ; FRONTEAU *et al.* 2017a

121 GLUHAK, HOFMEISTER 2008, 2009, 2011 ; GLUHAK 2010 ; GLUHAK, GEISWEID 2012

de groupes de travail rassemblant archéologues et géologues de différents horizons et différentes institutions. Le dernier né en est par exemple le réseau TCA (terres cuites architecturales) créé en 2014 autour d'A. Ferdière avec pour vocation l'analyse globale de ce type de mobilier (pétrographie, typologie, technique, estampilles...) ¹²². Aux Pays-Bas, le réseau SAMPL (*Specialisten Archeologisch Materiaal Platform*) rassemble des données sur les matières non organiques (céramique, métal, verre et pierre) auxquelles sont confrontés les archéologues avec le même souci de caractérisation des matériaux ¹²³.

Dans une perspective pluridisciplinaire et internationale, un groupe de travail rassemble plusieurs spécialistes de l'alimentation ancienne et de ses outils (archéologues paléobotanistes, spécialistes du macro-outillage, tracéologues, géologues) au sein du projet européen PLANTCULT ¹²⁴. Ses problématiques sont axées sur l'alimentation au Néolithique en Europe, mais ce soutien des instances européennes augure de passionnants développements pour la recherche archéologique avec un continuel renforcement de l'interdisciplinarité et un dépassement des frontières nationales (ici du monde égéen à l'Europe centrale). C'est à ces conditions que les archéologues sortiront de la typologie pure pour intégrer leurs recherches dans un contexte économique large.

Dans le domaine qui nous intéresse ici et dès 2008 à la suite du colloque de Grenoble sur les meulières ¹²⁵, le *Groupe Meule* ¹²⁶ a réalisé de grands progrès en France dans l'inventaire diachronique des roches meulières, et proposé de nouvelles méthodes de classification des géomatériaux meuliers en vue, à la fois d'en comprendre le choix à l'acquisition, et d'en retracer les circuits de distribution ¹²⁷. Les roches sont classées d'après leur aspect, grenu, granulaire, vacuolaire, hétérogène ou lisse, ce qui peut nous orienter vers la compréhension de leur choix et de leur usage. Ce classement a aussi mis en évidence la nécessité d'écarter les raisonnements *a priori* : calcaires et tufs trop tendres pour la mouture, grès trop durs à la mise en œuvre, conglomérats trop friables, etc.

Le rangement des roches par ordre d'âge stratigraphique, effectué d'après leur détermination pétrographique, sert par ailleurs à localiser leur origine suivant une démarche régressive en se rapportant à la carte géologique ¹²⁸. Après l'observation de l'objet, le raisonnement passe ainsi à la recherche d'un système complexe mettant en relation la distribution d'une production et sa provenance géologique et géographique, en lien avec un réseau de communication. Selon le degré de précision obtenu par les analyses pétrographiques, l'origine du matériau peut être ponctuelle au départ d'une carrière bien identifiée, ou la plus proche probable quand seul l'affleurement géologique est déterminé.

5.1.2 Méthodes de reconnaissance des roches

5.1.2.1 Reconnaissance et description macroscopique

122 <https://reseautca.hypotheses.org/>

123 <https://www.sAMPL.nl>

124 PLANTCULT, *Investigating the food cultures of ancient Europe: an interdisciplinary investigation of plant ingredients, culinary transformation and evolution through time*. Le projet quinquennal, financé sur fonds ERC (*European Research Council*) pour la période 2016-2021, est hébergé à l'Université de Thessalonique et coordonné par S.M. Valamoti : <http://plantcult.web.auth.gr/en/>

125 BELMONT, MANGARTZ 2006

126 Programme Collectif de Recherche « Évolution typologique et technique des meules du Néolithique à l'Époque Médiévale », coordination actuelle G. Fronteau et F. Jodry. Les travaux du *Groupe Meule* ont été présentés à deux reprises lors de colloques spécialement organisés (à Saint-Julien-sur-Garonne en 2009 et à Reims en 2014 : BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2011 et BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2017a) ainsi que dans différents colloques internationaux. Ils sont par ailleurs largement diffusés en France au sein des acteurs de l'archéologie nationale (SRA, opérateurs d'archéologie préventive, musées).

127 BOYER, FRONTEAU 2011 ; FRONTEAU, BOYER 2011 ; FRONTEAU *et al.* 2017b

128 BOYER, FRONTEAU 2011, p. 126

La première étape de l'étude des roches meulières consiste en une observation macroscopique à l'œil nu voire à la loupe binoculaire. Ce premier examen distingue d'abord les roches sédimentaires, grès, conglomérats et calcaires, des roches magmatiques ou métamorphiques, puis différencie des faciès au sein de ces grands groupes. Ces faciès sont ordonnés suivant leurs éléments constitutifs, la façon dont ils sont agencés, cimentés et éventuellement altérés.

Au sein des roches sédimentaires, la présence et l'association de fossiles apportent en plus des informations sur la position stratigraphique de la roche. Les galets et fragments de roche qu'elles renferment fournissent des renseignements sur les formations premières qui ont été érodées et dont les fractions détachées se sont déposées dans de nouvelles séries sédimentaires. Leur degré d'altération et l'état de leur surface (anguleux, émoussés, roulés, ronds) témoignent du transport dont ils ont fait l'objet entre leur formation d'origine et celle qui a fourni les meules. Enfin, la cimentation de la roche reflète le milieu dans lequel s'est mise en place la sédimentation ou s'est déroulée sa consolidation.

L'observation de séries importantes de mobilier permet par ailleurs de détecter les phénomènes d'altération dus à la taphonomie de l'objet et donc de les écarter de la caractérisation de la roche pour en retrouver la source.

Cette première analyse est affinée par l'observation au microscope optique d'échantillons sélectionnés.

5.1.2.2 La pétrographie microscopique

L'analyse de lames minces au microscope optique en lumière naturelle et en lumière polarisée intervient à deux stades de la recherche des sources de matériaux. Au premier stade, elle apporte une détermination précise des minéraux qui constituent la roche, de leur état, de leur répartition et de leur taille. À un stade ultérieur de l'investigation, elle sert à comparer les échantillons prélevés sur les objets archéologiques d'une part, et sur les affleurements parcourus en prospection d'autre part. Cette confrontation des échantillons permet de confirmer ou non l'origine du matériau, et éventuellement d'affiner la recherche de son gisement.

Pour cette étude, la préparation de seize lames minces a été financée par le PCR du *Groupe Meule* ; elles ont été réalisées par l'atelier de pétrographie de l'Université Lille 1 et analysées avec G. Fronteau lors d'une séance de formation pratique au laboratoire GEGENAA (Université de Reims). Cette séance a aussi été l'occasion de revoir des échantillons prélevés au cours de différentes campagnes de prospection sur les gisements ardennais, normands et anglais.

5.1.2.3 La spectrométrie de fluorescence X (XRF)

Les différents faciès de roche volcanique peuvent être distingués et classés à l'œil nu et au microscope, mais leur origine précise ne peut être déterminée qu'à l'aide d'analyses géochimiques réalisées par spectrométrie de fluorescence X (*X-Ray Fluorescence analysis* : XRF). Chaque gisement fournit en effet une grande variété de roches de composition et d'aspect différents dus à des paramètres de température et de pression très variables au sein d'une même coulée volcanique.

Ces analyses sont réalisées par T.M. Gluhak à l'Institut des Sciences de la Terre de l'Université de Mayence/RGZM (Allemagne) à partir d'échantillons réduits en poudre puis fondus. La spectrométrie établit les proportions des constituants majeurs et des éléments traces de chaque faciès pour les classer dans un diagramme TAS (*Total Alkali Silika*). Ces données sont comparées aux valeurs de référence connues pour chaque gisement dans la littérature spécialisée¹²⁹. Si les résultats qu'elles apportent sont extrêmement fiables, ces manipulations sont aussi très onéreuses et ne peuvent pas

129 GLUHAK, HOFMEISTER 2009, p. 1776

être systématisées à l'échelle d'un corpus de plus de 550 individus. Vingt-et-un exemplaires bien positionnés dans la stratigraphie archéologique et représentatifs de types morphologiques précis ont donc été sélectionnés sur le territoire et devront servir d'unités de référence. Leur analyse a été financée par le PCR du *Groupe Meule* et par le *Centre National de la Recherche Archéologique* du Luxembourg (CNRA).

5.1.3 *L'apport de la typologie : la notion de « lithocorpus »*

Suite au premier recensement des meules romaines des chefs lieux de cités de Gaule Belgique occidentale réalisé pour un mémoire de Master¹³⁰, et vue la projection cartographique de la distribution des meules de chaque type, il sera proposé de partir du postulat d'un « effet d'atelier » attribuant à chaque province meulière une tradition de façonnage qui lui est propre. Il sera ainsi possible de rattacher les meules d'un même type morphologique aux gîtes de provenance des pièces dont l'origine a pu être déterminée sur lame mince ou par analyses XRF. Ce postulat déjà proposé par D.P.S. Peacock dans son étude des productions de meules de Lodsworth (Sussex) dans les années 1980¹³¹, transparait dans les travaux du *Groupe Meule* à travers la notion de « lithocorpus » introduite à Saint-Julien-sur-Garonne en 2009 et développée à Reims en 2014¹³².

Après vérification géochimique, ce principe est particulièrement indiqué pour les meules en roche volcanique dont la forme est très caractéristique des ateliers de l'Eifel d'une part, et du Massif Central d'autre part. Inversement, un fragment de roche dont la forme n'est pas ou peu identifiable pourra dans certains cas être rattaché à un groupe morphologique *a posteriori*. C'est le cas des meules en arkose grossière dont le matériau n'a fourni qu'un seul type de meules de grand format dévolues à un usage particulier à la campagne ; ici en outre, roche, typologie et fonction sont liées. En revanche et comme pour nous inciter à la prudence, ce principe se heurte à l'incroyable permanence de la forme des meules en poudingue normand à travers le temps et quel qu'en soit l'atelier de façonnage en Seine-Maritime. Ces dernières affichent en effet une forme trapue tronconique ou en portion de sphère qui perdure de La Tène finale à l'époque romaine et que l'on ne sait attribuer à un atelier normand ou à un autre. L'identité de ces meules réside donc plus dans l'appartenance à une province meulière normande que dans la production d'une carrière isolée, et elles peuvent être distinguées des meules en poudingue anglais par la forme de leur trou d'emmanchement.

Le concept de « lithocorpus », qui associe matière et typologie, peut donc être accepté avec certaines limites imposées par l'échelle d'investigation et par l'ampleur et la représentativité des corpus, comme la forme d'un récipient céramique ne peut être dissociée de sa fonction et de sa pâte.

5.2 **La recherche d'une origine : outils d'investigation**

5.2.1 *Archives et bulletins des sociétés savantes de la fin du XIX^e - début XX^e siècle*

Qu'il s'agisse de meules découvertes individuellement sur les sites de consommation ou des carrières qui marquent le paysage, nombre de vestiges aujourd'hui disparus ou peu accessibles sont mentionnés au XIX^e et au début du XX^e siècle par des « érudits », tantôt archéologues, historiens, naturalistes

130 Mémoire de Master soutenu en 2011 (Université Lille 3, dir. J. Arce et X. Deru) et publié dans la Revue du Nord : PICAUVET *et al.* 2011

131 PEACOCK 1987, p. 61 et 69

132 « Nous proposons le néologisme "lithocorpus", terme commode pour désigner un ensemble d'objets unifiés par leur nature lithologique commune, à l'échelle du site archéologique et surtout à l'échelle d'un ensemble de sites. Dans le second cas, un lithocorpus de meules peut représenter la diffusion à partir d'une source géologique particulière, complexe meulier unique ou district à carrières multiples. Le premier exemple de lithocorpus meulier publié et étudié pétrographiquement avec une volonté d'exhaustivité est celui réuni par Robert et Landréat (2005). » : BOYER, FRONTEAU 2011, p. 126 note 3

et géologues, rassemblés au sein d'innombrables sociétés savantes à travers toute l'Europe. La plupart des gisements meuliers ont ainsi été repérés et parcourus dès cette époque, et leurs productions parfois même étudiées en détail.

Citons les travaux pionniers de la *Société Archéologique de Vervins* (Aisne) sur les meulières antiques transfrontalières du secteur d'Hirson (Aisne)/Macquenoise (Hainaut), ou encore ceux de G. Jottrand et la *Société Archéologique du Luxembourg* pour le secteur de Vielsalm en Haute Ardenne (Prov. de Liège et du Luxembourg belge). De même, les carrières de Vauxrezis près de Soissons (Aisne) ont été découvertes de manière fortuite et identifiées par O. Vauvillé suite au creusement de carrières de calcaire à la fin du XIX^e siècle. En Seine-Maritime où le poudingue est facilement identifiable, à la fois les carrières et les découvertes de meules au sein des occupations antiques sont répertoriées dans des inventaires départementaux, notamment par le très actif abbé Cochet¹³³.

L'élaboration de la *Carte Archéologique de la Gaule* est en partie basée sur ces archives et compile donc les informations qu'elles recèlent en les rassemblant par commune. Un dépouillement des différents tomes de la série est un préalable incontournable à toute recherche de l'origine des meules côté français.

5.2.2 Outils cartographiques

Une roche est attribuée à une formation géo-stratigraphique type par détermination pétrographique. Cette démarche autorise le recours à la carte géologique qui fait apparaître tantôt la lithologie de surface, tantôt les principales séries rocheuses masquées par la couverture limoneuse non cartographiée. Les cartes topographiques interviennent ensuite pour repérer d'éventuelles ruptures de reliefs trahissant d'anciennes carrières, et plus simplement pour organiser des prospections sur le terrain. Peuvent y être superposées des cartes anciennes sur lesquelles des carrières médiévales ou modernes sont parfois figurées (carte de Ferraris, carte de Cassini, cadastre napoléonien, cartes d'Etat-major du XIX^e siècle...).

Les services géologiques et autres géoportails des différents pays européens fournissent généralement en ligne, soit un accès direct aux données et à leurs projections, soit des données téléchargeables (shape et raster) ou intégrables dans un SIG (couches WMS)¹³⁴.

5.2.3 Modèles Numériques de Terrain réalisés au LiDAR

Mentionnons l'avantage procuré par les modèles numériques de terrain (MNT) exécutés au LiDAR aéroporté (*Light Detection And Ranging*, ou télédétection au laser) pour la détection des carrières anciennes au dernier stade de l'enquête. Ceux-ci livrent une interprétation cartographique très précise (souvent au pas de 1 m mais parfois plus fine) des anomalies de relief, et donc une localisation des excavations et talus anciens liés à l'extraction de ressources minérales, notamment en milieu boisé difficilement accessible. Le plan obtenu par l'exploitation de ces documents, géoréférencé grâce à une importation des données dans le SIG, évite un fastidieux travail de relevé topographique sous couvert forestier.

Côté français depuis 2016, l'IGN offre gratuitement à la consultation des dalles de 1 km² avec une licence « enseignement-recherche ». Côté belge, ce MNT est en libre accès sur le Géoportail wallon, ce qui permet de cibler précisément les exploitations anciennes à prospecter sur des affleurements ardennais étendus d'est en ouest sur toute la longueur de la Belgique.

5.2.4 Opérations de terrain

133 COCHET 1866 et 1871

134 La référence des différents fonds cartographiques disponibles en ligne est présentée en annexe.

5.2.4.1 Prospections pédestres : recherche orientée des gisements

Le meilleur moyen de retrouver l'origine des roches qui composent les objets archéologiques est la prospection systématique des affleurements identifiés sur la carte géologique. La compilation des différentes sources d'informations présentées en annexe permet de cibler plus ou moins précisément les sites à vérifier et ainsi de justifier les demandes d'autorisation d'opération. La prospection géologique ne pose généralement pas de problème, est possible à relativement grande échelle, et fournit l'occasion de récolter des échantillons de référence sur les différents niveaux géologiques explorés. La prospection archéologique est plus délicate en raison de la dimension patrimoniale des vestiges et est soumise à autorisation. Elle demande aussi de prêter une attention particulière aux accidents de terrain et au mobilier visible en surface, qui consiste la plupart du temps en des résidus d'extraction et des ratés de fabrication. Ce type d'opération apporte souvent de précieuses informations sur la ou les périodes d'exploitation des carrières et leur destination (meules, matériaux de construction, pavés, etc.).

5.2.4.2 Diagnostics et fouilles préventives : mise en valeur des découvertes fortuites

Il arrive, certes rarement, que des ateliers de taille de meules soient mis au jour à l'occasion de diagnostics ou de fouilles préventives. Ce mode d'intervention est destructif et aléatoire en fonction de l'aménagement du territoire mais présente l'intérêt de fournir des données archéologiques de grande qualité, maniées par des professionnels du secteur. La structure du site est enregistrée, sa chronologie est généralement bien établie, et les déchets de fabrication (ébauches de meules et éclats) sont finement analysés. Parallèlement aux quelques fouilles programmées menées sur des meuliers ou des ateliers périphériques (Saint-Quentin-la-Poterie, Gard¹³⁵ ; Châbles, Fribourg, Suisse¹³⁶ ; massif de la Serre, Jura¹³⁷), ces opérations d'archéologie préventive commencent à se multiplier grâce à une meilleure identification des vestiges. La fouille de l'atelier augustéen du « Clos des Forges » à Avrilly (Eure) par G. Guillier était à ce titre précurseur en détaillant l'ensemble de la chaîne opératoire de la fabrication de meules manuelles sur un établissement rural vraisemblablement situé à l'écart de la carrière d'extraction du matériau¹³⁸. Plusieurs ébauches de meules ont également été ramassées en Normandie sur le même type d'établissements ruraux à l'occasion d'aménagements de zones d'activités et d'autoroutes. Les zones de la « Bucaille » et du « Pucheuil », en périphérie de Saint-Saëns (Seine-Maritime) ont ainsi livré, au terme de l'exploration de plusieurs parcelles contiguës, les traces d'ateliers de taille de meules rotatives en toute vraisemblance liés aux carrières voisines du « Bois de la Houssaie », du « Bois de l'Abbaye » ou du « Bois de l'Hospice »¹³⁹.

Citons également, dans l'Essonne, l'atelier gaulois de Breux-Jouy identifié par la découverte de 21 ébauches de meules en grès titanifère¹⁴⁰, ou encore la meulière médiévale de Jacob-Bellecombette en Savoie¹⁴¹.

5.2.5 Difficultés d'accès aux gisements

Malgré l'existence d'outils cartographiques toujours plus performants, la recherche systématique des gisements meuliers se heurte à plusieurs obstacles inhérents à l'activité humaine, qu'elle soit moderne et industrielle ou antérieure à la révolution technique et énergétique du XVIII^e siècle. À la

135 LONGEPierre 2012

136 ANDERSON *et al.* 2003

137 JACCOTTEY 2008

138 GUILLIER *et al.* 2005

139 Fouille A 29 : BLANCQUAERT 1995 ; diagnostic « ZAC du Pucheuil » : BRETON 2016 ; fouille D. Breton, inédit.

140 GUÉRIN 2016

141 PAINSONNEAU 2016

fois l'excès d'activité et son défaut peuvent ainsi occasionner des difficultés. L'exemple des arkoses grossières, abondamment distribuées sous forme de meules entre la Somme et le Rhin, est très significatif (voir § 6.15). La cartographie de leur répartition est presque exhaustive et suggère une origine ardennaise mais leur source géologique demeure encore inconnue. Ces roches sont totalement absentes de la littérature géologique et archéologique, et aucune carrière n'a pu être identifiée. Ce silence peut traduire soit un épuisement du gisement lié à sa surexploitation, soit une localisation dans un « désert humain » peu documenté par ces disciplines.

5.2.5.1 Disparition des gisements : aménagement, agriculture et exploitation des ressources

La première cause de disparition des sites archéologiques est d'origine humaine et liée à une activité économique, industrielle ou agricole très dynamique et trop peu compensée par des mesures de sauvegarde d'un patrimoine méconnu. C'est particulièrement vrai à l'époque contemporaine où ces activités provoquent soit un recouvrement des vestiges par les nouvelles constructions, soit leur arasement sous les terres agricoles, soit encore leur destruction pure et simple par une surexploitation des ressources minérales provoquant l'épuisement des gisements.

Mais ces destructions récentes ne sont flagrantes que par l'ampleur des moyens techniques qui les occasionnent et les sites archéologiques ont souffert tout au long de l'histoire des activités humaines. C'est déjà le cas entre Hirson (Aisne) et Macquenoise (Prov. Hainaut), où les traces d'extraction protohistoriques ont été oblitérées par une profonde atteinte du banc rocheux à l'époque romaine, puis par la construction d'un château-fort au Moyen Âge. Dans le secteur de Salmchâteau (Prov. Luxembourg) cette destruction des sites protohistoriques par l'industrie meulière est médiévale et les ébauches antérieures sont rejetées en bas des haldes de décharge. De la même façon, l'affleurement de Grès de Belleu (Yprésien) exploité dans le bourg éponyme de Belleu à côté de Soissons (Aisne) est aujourd'hui invisible en surface mais le matériau est bien présent dans les pavements du Soissonnais. Ce gisement pourrait pourtant être l'épicentre d'une distribution de meules va-et-vient constatée par C. Pommeputy au Hallstatt final/La Tène ancienne autour de Bucy-le-Long et Villeneuve-Saint-Germain (Aisne)¹⁴².

L'agriculture en outre, dès qu'elle a cherché à entamer le sol en profondeur et à s'affranchir des reliefs, a été à l'origine d'un arasement des sites archéologiques qui rend délicate leur identification. À titre d'exemple, les tufs calcaires holocènes observés ponctuellement dans le Pas-de-Calais ont été nivelés sur les terrasses alluviales cultivées. La ressource est reconnue comme étant la plus proche des meules découvertes chez les Atrébates à La Tène moyenne, mais aucune fosse d'extraction n'a pu être identifiée.

De manière générale toutefois, dans le cas des exploitations préindustrielles, l'atteinte du sous-sol reste limitée et nous laisse parfois des témoignages résiduels qu'il est possible d'interpréter. La plupart des meulières anciennes ont ainsi été ré-exploitées de manière semi-opportuniste¹⁴³ après leur période d'activité principale par un ramassage des blocs disponibles en surface pour la construction des villages alentours. Paradoxalement, ce déplacement suivi d'un réemploi d'objets que nous qualifions aujourd'hui d'archéologiques favorise l'identification des carrières en exposant leurs produits dans l'espace public. Cette échelle n'est pas comparable avec celle des exploitations industrielles modernes qui font disparaître des dizaines d'hectares de terrain sur des dizaines de mètres de profondeur. Les lentilles de tuf calcaire de la vallée de l'Aa figurées sur la carte géologique dans les environs d'Arques (Pas-de-Calais) sont ainsi totalement excavées et inondées dans des ballastières aujourd'hui désaffectées. Heureusement depuis les années 2000 et avec les nouvelles recommanda-

142 POMMEPUY 1999, p. 121

143 Ramassage systématique d'un matériau déjà extrait.

tions de la *Commission Nationale de la Recherche Archéologique* concernant le patrimoine minier et les matériaux associés¹⁴⁴, le diagnostic archéologique est quasi-systématique avant l'extension d'une carrière et les destructions devraient être de plus en plus contrôlées.

5.2.5.2 Accès au milieu forestier

Si une activité économique élevée a provoqué une destruction des sites avant le développement de l'archéologie préventive, la sous-exploitation d'une région comme l'Ardenne implique au contraire un manque de documentation textuelle et cartographique, un accès difficile à des sites perdus sous couvert forestier, et un défaut d'impact par les aménagements qui écarte d'emblée toute opération d'archéologie préventive. Signalons que la plupart des meulières anciennes présentent un relief très accidenté qui empêche toute activité hormis l'exploitation forestière ; ces sites sont donc particulièrement bien préservés, mais leur recherche peut s'avérer compliquée et l'utilisation de machines de sylviculture toujours plus puissantes met aujourd'hui en danger les vestiges.

Pour les régions les plus isolées, en gardant à l'esprit l'exemple des arkoses ardennaises, la carte géologique wallonne n'est pas disponible pour tous les secteurs, ce qui limite la possibilité de cibler les recherches. D'autre part, ces zones ont été moins explorées par les sociétés savantes du XIX^e et du début du XX^e siècle, et rien ne permet d'orienter l'enquête au départ. Seule une attention prolongée sur ces secteurs au moyen d'outils cartographiques modernes et d'une prospection systématique des affleurements pourra apporter des résultats positifs pour la connaissance de ces gisements anciens.

6 PRÉSENTATION ET CLASSIFICATION DES ROCHES MEULIÈRES

Les roches meulières sont présentées par ordre d'âge géo-stratigraphique, de la plus jeune à la plus ancienne, et leur mode de formation est précisé (sédimentaire ou volcanique). La description pétrographique des matériaux aide à les discriminer et à écarter toute possibilité de confusion, fournissant une provenance la plus proche probable pour chaque faciès¹⁴⁵.

Il ressort d'une première analyse diachronique une nette prédominance des formations sédimentaires (1790 meules étudiées et 601 identifiées dans la bibliographie, soit 2/3 de l'ensemble) face aux roches volcaniques (478 meules étudiées et 233 identifiées dans la bibliographie, 1/3 de l'ensemble), et une absence totale de roches métamorphiques. Ce rapport est très variable d'une période et d'une région à l'autre et n'a que peu d'intérêt sous cette forme. Par exemple, une fenêtre ouverte sur la région rhénane à l'époque romaine donnera un résultat de 100 % de roches volcaniques ; un plan resserré sur la vallée de l'Aisne à l'époque gauloise approchera les 100 % de calcaire.

Ce constat, lié à la définition des catégories de gisements¹⁴⁶, détermine le niveau de recherche de la ressource et sa proximité des voies de communication. Dans les régions dépourvues de ressources lithiques solidifiées (plaines), nous pouvons supposer que seront recherchés des gisements ponctuels (par ex. : tufs calcaires holocènes du Nord et du Pas-de-Calais, poudingue de Seine-Maritime) ou seront importés des produits issus de gisements plus étendus mais plus lointains. Au contraire, dans les régions les plus naturellement favorisées (plateaux et massifs rocheux), les ressources seront sélectionnées en fonction de la proximité des voies de communication et de la disposition des occupations humaines.

Se dessinent alors les contours de différentes provinces meulières dans les niveaux favorables à la taille de meules, et qui semblent liés à certaines zones de consommation. Ces provinces meulières sont d'abord définies par l'âge de l'entité géologique exploitée (massif primaire des Ardennes, Bas-

144 Axe 12 de la *Programmation nationale de la recherche archéologique* de la Commission Nationale de la Recherche Archéologique (MCC), 2016, p. 165-174.

145 Périmètres de diffusion d'après FRONTEAU *et al.* 2014, p. 244, fig. 10

146 BOYER, FRONTEAU 2011

sin parisien tertiaire, Boulonnais secondaire, etc.), auquel s'ajoutent des textures propres à chaque formation géologique. Ainsi les roches quaternaires identifiées ici sont toutes vacuolaires (tuf, meulière, roches volcaniques) ; les roches thanétiennes et yprésiennes sont des grès et des poudingues massifs souvent présents sous forme de lentilles résiduelles ; les roches lutétiennes sont des calcaires biodétritiques qui proviennent tous des plateaux de l'Île-de-France ; les roches du Secondaire sont des calcaires et des lumachelles repérés dans le Boulonnais ; les roches dévoniennes sont des grès et des conglomérats massifs issus de l'Ardenne, et les roches granitiques grenues sont à rechercher dans les socles cristallins périphériques à notre zone d'étude.

Cette classification texturale, mise en relation avec le potentiel mécanique des roches meulières par G. Fronteau et F. Boyer lors du colloque du *Groupe Meule* à Saint-Julien-sur-Garonne en 2009, aide à comprendre le choix des roches à une période et dans un secteur géographique donnés¹⁴⁷. La recherche des matériaux résulte ainsi d'un compromis constant entre l'accessibilité de la roche (proximité du gisement et des voies de communication), son ouvrabilité (facilité de mise en œuvre) son efficacité à l'usage (mordant de la roche) et sa résistance à l'usure. Le cas des grès de Macquenoise et de Fosses-Belleu illustre bien le choix des roches granulaires à forte cohésion (type A2) : le gisement est accessible, bien desservi par les voies de communication ; la résistance à l'usure est particulièrement élevée pour ces matériaux. En revanche, l'ouvrabilité est limitée pour ces roches très dures mais, une fois cette contrainte technique dépassée à la fin de La Tène moyenne et au début de La Tène finale, le seul écueil demeure leur efficacité. Cette dernière difficulté est contournée par l'habillage de la surface active des meules. Le résultat est un produit accessible, résistant, efficace et techniquement abouti une fois que la production est systématisée avec un savoir-faire éprouvé et des infrastructures adaptées.

Le rapport s'inverse pour les calcaires lutétiens, dont la texture est souvent hétérogène (type B) ou vacuolaire (type D). Leur accès est facilité par leur présence à flanc de vallée, dominant des voies de communication fluviales ; leur nature lithologique n'implique pas de difficulté de mise en œuvre mais provoque une usure rapide de la meule ; enfin, la texture de la roche la rend particulièrement abrasive sans entretien.

Ces critères sont théoriques et expliquent en premier lieu la sélection de certains matériaux aux dépens d'autres roches sur des affleurements géologiquement comparables. En revanche, ils n'éclairent pas certaines anomalies de distribution dont l'interprétation demande l'intervention de facteurs humains comme la complexification des réseaux d'information et de commerce, l'organisation interne des territoires ou encore la nature des activités pratiquées. Ces aspects qui nécessitent d'avoir un regard global sur l'économie de la meule seront abordés ultérieurement dans une partie de synthèse (voir § 13).

LE QUATERNAIRE : ROCHES VACUOLAIRES

Les formations sédimentaires quaternaires sont *a priori* les moins susceptibles de fournir du matériel de mouture, n'étant que rarement consolidées car très jeunes. Les plus fréquentes sont les couvertures sableuses, limoneuses et argileuses qui recouvrent les plateaux et les bassins sédimentaires, et qui sont entaillées et remaniées par les fleuves, rivières et glaciers tout au long de la période géologique¹⁴⁸. On retrouve dans le creusement des vallées toutes sortes d'alluvions composées d'éléments arrachés en amont, et sur les littoraux des successions de sables, galets, argiles, tufs et tourbes

147 FRONTEAU, BOYER 2011

148 DOLLÉ 1969, p. 116

déposés par les incursions marines et la dynamique fluviale¹⁴⁸. Surmontant la plaine flamande, quelques buttes témoins sont coiffées de sables, graviers et galets localement consolidés en grès et poudingues qui ont protégé les couches sous-jacentes de l'érosion¹⁴⁹. Ces roches souvent ferrugineuses sont toutefois très peu développées et n'ont qu'anecdotiquement livré des meules rotatives¹⁵⁰. L'identification d'une autre formation sédimentaire est assez surprenante (tuf calcaire très tendre) mais son exploitation prend place à un moment très précis de l'histoire des techniques : l'adoption du moulin rotatif.

Une roche sédimentaire particulière doit en revanche à son altération son usage dès la Protohistoire pour la mouture alimentaire, et sa diffusion à l'autre bout du monde à l'époque moderne jusqu'au milieu du XX^e siècle. Il s'agit de la meulière, issue de l'altération de niveaux calcaires du Bassin parisien par des processus hydrogéologiques caractéristiques de la formation.

Le Quaternaire est tout aussi bien représenté au sein du matériel de mouture par les roches volcaniques qui sont même, à l'échelle du monde européen et méditerranéen, les matériaux les plus recherchés de la Protohistoire au début du Moyen Âge. Comme les couches de meulière, les coulées volcaniques fournissent une gamme de roches souvent très cohérentes, dures et dotées d'une abrasivité naturelle qui s'auto-entretient par l'ouverture continuelle de nouvelles vacuoles au fur et à mesure de l'usure de la meule.

6.1 Les tufs calcaires à limnées

Les tufs calcaires n'ont livré qu'un faible nombre de meules, mais celles-ci constituent les premiers moulins rotatifs qui apparaissent dans le nord de la Gaule au cours de La Tène moyenne (milieu III^e – milieu II^e siècle av. J.-C.). On en distingue plusieurs foyers dans les départements du Pas-de-Calais et du Nord, autour des affleurements de la vallée de l'Aa et du littoral calaisien d'une part (territoire supposé des Morins)¹⁵¹, et sur les terrasses alluviales de l'ancienne Scarpe, de la Scarpe actuelle, de la Deûle et de l'Escaut d'autre part (territoire supposé des Atrébates - fig. 4)¹⁵².

Sur les sites qui ont livré ces meules, l'acquisition du matériau semble être très locale, ne dépassant pas quelques kilomètres. Seul le site de Capelle-Fermont tranche légèrement car il est situé à environ 26 km des affleurements de la vallée de l'ancienne Scarpe ; il peut s'agir d'une diffusion plus importante ou bien de l'exploitation d'un gisement local inconnu.

En surface, la roche n'est pas partout solidifiée et s'apparente parfois plus à des limons calcaires qu'à des tufs. Autre difficulté, la sédimentation des tufs calcaires est quasi-contemporaine, à l'échelle géologique, de leur exploitation pour la taille de meules. Leur mise en place est en effet attribuée aux détériorations climatiques marquant le Subatlantique « *dans les siècles qui précèdent immédiatement l'époque gallo-romaine* »¹⁵³.

L'étude de ces meules est donc d'un double intérêt, à la fois pour l'histoire des techniques et pour

TUF CALCAIRE A LIMNÉES

Âge géol. : Holocène

Formation : sédimentaire

Texture : vacuolaire (D)

Diffusion : Périmètre local (0-25 km)

Production :



La Tène moyenne

148 SOMMÉ 1969

149 WATERLOT 1968, p. 5

150 Un seul fragment de meule en grès ferrugineux du Pliocène supérieur sur le site laténo-romain de Bierne-Socx (Nord) « ZA du Bierendick », en contrebas des monts du Houtland.

151 PICAUVET (à paraître)

152 P. Picavet dans MASSE *et al.* 2015

153 SOMMÉ 2006, p. 48

la stratigraphie géologique régionale. Les recherches du PCR *ArchGéol*¹⁵⁴, qui s'intéresse au lien entre formations fluviolittorales quaternaires et occupations humaines dans le Nord et le Pas-de-Calais, préciseront les modalités de cette exploitation meulière particulière.

6.1.1 Pétrographie

Les tufs calcaires sont des roches carbonatées de milieu continental, issues de la précipitation de calcaire au niveau d'une source, d'un cours d'eau ou en milieu palustre ou lacustre. De couleur blanc beige parfois gris sombre, les faciès observés sont limono-sableux et contiennent des empreintes de végétaux (mousse : fig. 6) ainsi que de rares coquilles et empreintes de limnées fossiles centimétriques à pluri-centimétriques (fig. 5).

La roche est une micrite tendre, poreuse, peu résistante à l'abrasion et très vacuolaire. Une cimentation calcaire secondaire (sparite) est en cours de formation dans les alvéoles de certains échantillons prélevés sur les meules (fig. 8). Ces faciès correspondraient donc aux niveaux les plus anciens de la formation puisque les couches supérieures prélevées entre Sailly-en-Ostrevant et Hamblain-les-Près sont des tufs à mousse très peu recristallisés (fig. 7).

Le choix de ces roches très tendres et friables paraît surprenant, notamment en raison de la quasi-contemporanéité, à l'échelle géologique, de leur formation et de leur exploitation humaine.

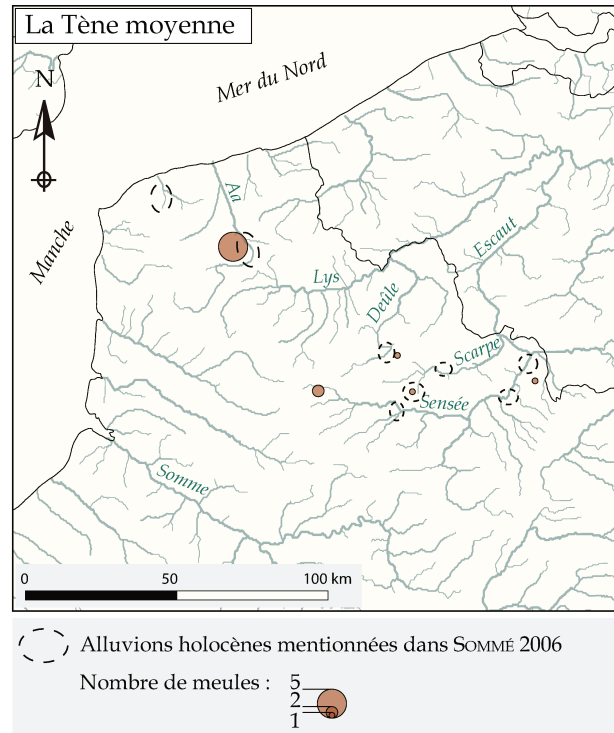


Figure 4 Carte de répartition des meules en tuf calcaire à limnées autour des affleurements connus dans les alluvions anciennes du Nord et du Pas-de-Calais.

Figure 5 Empreinte de limnée et de tubes végétaux fossiles. Photo macro gross. x 2

Figure 6 Le tuf calcaire à limnées, concrétion calcaire et alvéoles partiellement cimentées. Photo macro taille réelle.

154 Programme Collectif de Recherche coordonné par M. Meurisse-Fort et hébergé par le laboratoire HALMA.

Figure 7 Restes végétaux et alvéoles sans traces de cristallisation secondaire. Échantillon prélevé sur l’affleurement de la « Ferme des Près » entre Hamblain-les-Près et Sailly-en-Ostrevent (Pas-de-Calais), observé au microscope optique en lumière non polarisée, gross. x 40 (Fronteau G., étude PCR Groupe Meule)

Figure 8 Limnée fossile entièrement remplie de calcite cristalline secondaire (sparite) formée après le dépôt sédimentaire. Les pores alvéolaires sont partiellement cimentés. Meule de Salperwick « les Nouvelles Marnières » observée au microscope optique en lumière polarisée, gross. x 40 (Fronteau G., étude PCR Groupe Meule)

6.1.2 Stratigraphie et gisements

Les tufs calcaires recensés dans le Nord et le Pas-de-Calais sont d’âge holocène, et correspondent à une sédimentation intervenue lors d’une période particulièrement humide du Subatlantique (1^{er} millénaire av. n.è.), entre le Néolithique et le début du Moyen Âge. Le substrat crétacé affleurant sur les buttes de l’Artois a été érodé par un ravinement important qui en a déposé les résidus en contrebas, au fond de cuvettes comblées progressivement le long de l’Aa, la Scarpe, l’Escaut et la Deûle.

6.1.3 Vallée de l’Aa et Calaisis (fig. 9)

G. Dubois et A. Duparque situent chronologiquement la sédimentation tufacée de la vallée de l’Aa (marais de Saint-Omer) et du littoral calaisien (marais de Guînes) entre les vestiges archéologique de l’Âge du Fer et les apports sableux liés aux pénétrations marines de la transgression Dunkerque II au début du Moyen Âge¹⁵⁵. J. Sommé précise que l’on retrouve des vestiges de la Protohistoire ancienne dans les sables et tourbes sous-jacents aux tufs, et des traces d’occupation romaine dans les tourbes qui les recouvrent¹⁵⁶.

Dans le cas des meules de Salperwick (Pas-de-Calais), la roche a pu être recherchée directement en contrebas du site dans les alluvions flamandaises de la vallée de l’Aa au sud

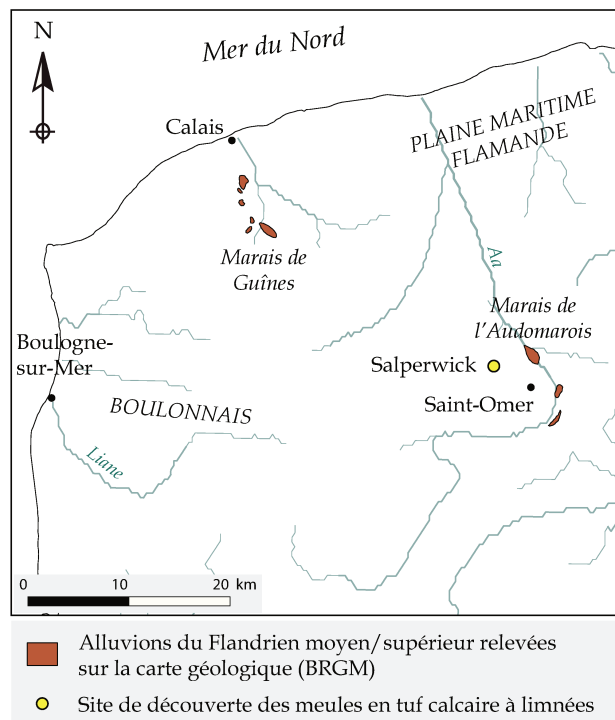


Figure 9 Tufs calcaires à limnæes dans les alluvions holocènes de la vallée de l’Aa et du Calaisis.

155 DUBOIS, DUPARQUE 1922, p. 131-132

156 SOMMÉ 2006, p. 44-46

de Saint-Momelin¹⁵⁷. D'autres formations, signalées comme des alluvions anciennes sur la carte géologique, sont signalées à moins de 10 km de cet emplacement : citons les affleurements d'Arques dans lesquels sont creusées les anciennes ballastières aujourd'hui inondées de Malhove, de Beauséjour et de Batavia. Plus éloignées vers le nord-ouest, les quelques lentilles dispersées dans le marais de Guînes jusqu'à Calais ont pu fournir le même type de matériau¹⁵⁸. Cependant, les contraintes climatiques liées aux transgressions dunkerquiennes et l'apport important d'alluvions dans l'estuaire de l'Aa après la période romaine ont probablement oblitéré toute trace d'une exploitation antérieure des roches dans ce secteur particulièrement exposé.

6.1.4 Vallées de la Scarpe, de l'Escaut et de la Deûle (fig. 10)

Dans le lit asséché de l'ancienne Scarpe¹⁵⁹, les dépôts lacustres conduisant à la formation des tufs calcaires à limnées d'Hamblain-les-Près sont également datés de la deuxième moitié du I^{er} millénaire avant notre ère d'après les vestiges archéologiques qu'ils renferment¹⁶⁰. Ils sont presque continus entre Hamblain-les-Près et Sailly-en-Ostrevent où ils atteignent 0,5 à 3 m d'épaisseur, et sont plus localisés en amont¹⁶¹. Sur cette terrasse alluviale, les faciès de surface qui apparaissent 20 cm sous le niveau des labours ne sont pas cristallisés et il faudrait réaliser des sondages dans la formation pour retrouver la roche exploitée à La Tène moyenne.

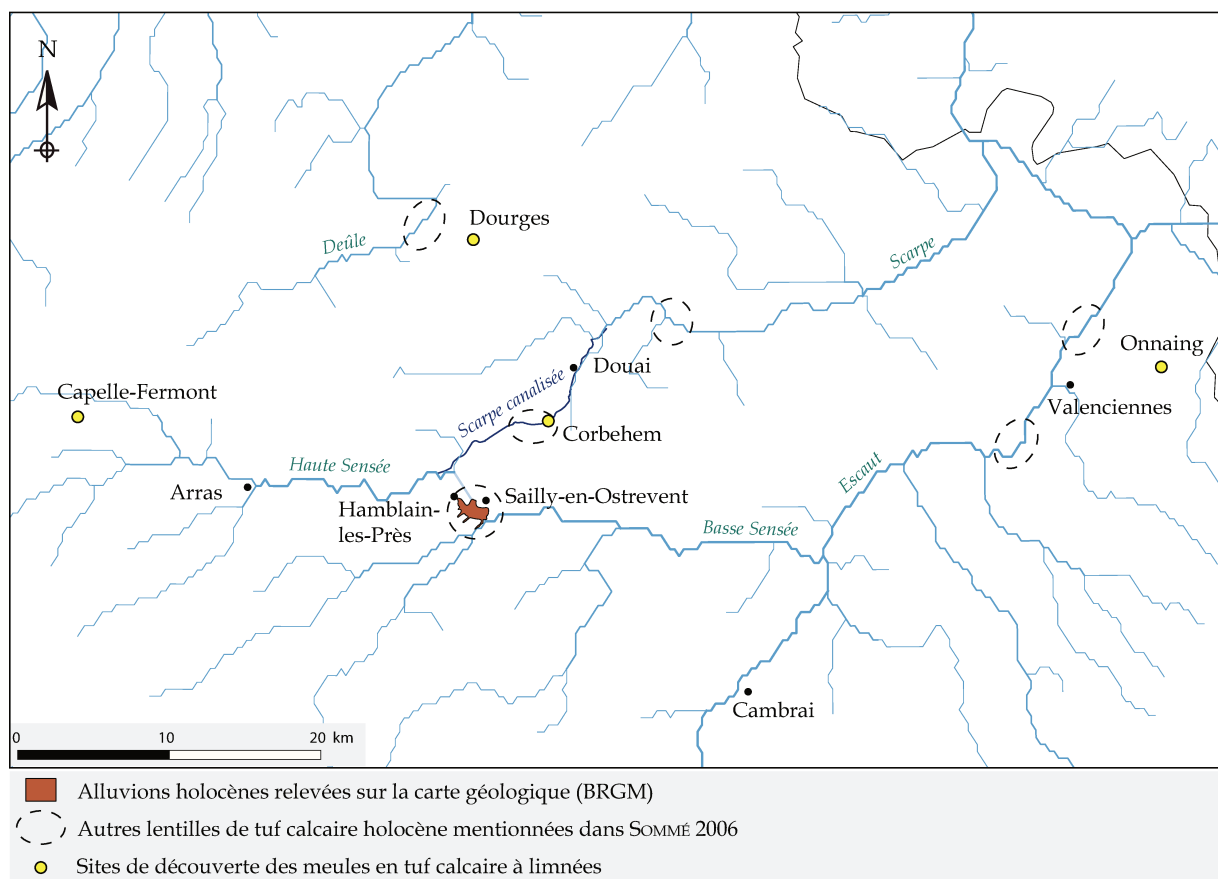


Figure 10 Tufs calcaires à limnées dans les alluvions holocènes des vallées de la Deûle, de la Scarpe et de l'Escaut.

157 WATERLOT 1968, p. 5 ; SOMMÉ 2006, p. 45

158 DUBOIS, DUPARQUE 1922 ; BONTE *et al.* 1971 p. 4 ; SOMMÉ 2006, p. 43-45

159 L'ancienne Sensée (Scarpe d'Arras) a été canalisée et détournée vers la Scarpe coulant à Douai au X^e siècle. Elle laisse une vallée morte entre le canal de la Scarpe actuelle et la basse Sensée dont la haute Sensée actuelle n'était à l'origine qu'un affluent : DEMOLON *et al.* 1990, p. I-15, I-37.

160 SOMMÉ 2006, p. 48

161 SOMMÉ 2006, p. 48

Figure 11 Terrasse alluviale de la vallée de l'ancienne Scarpe à la « Ferme des Près », Hamblain-les-Près (Pas-de-Calais)

Aucune trace d'extraction ancienne n'est observée à cet endroit, les éventuelles dépressions qu'elle aurait formées étant oblitérées par l'arasement agricole des parcelles concernées (fig. 11).

Des tufs calcaires d'âge similaire sont aussi signalés dans la moyenne vallée de la Scarpe, aux alentours de Corbehem où a aussi été découverte une meule laténienne.

La meule d'Onnain serait à rapprocher des niveaux de tuf qui apparaissent dans la vallée de l'Escaut autour de Valenciennes¹⁶², et celle de Dourges pourrait provenir des terrasses de la Deûle qui livrent également des tufs à cet endroit.

6.2 La meulière

La meulière est une roche très particulière qui a connu un destin tout à fait extraordinaire comme pierre... meulière. Cette utilisation a fait l'objet d'une étude détaillée à l'occasion du colloque de Reims (2014) à la fois sur le plan géologique et archéologique¹⁶³.

Dépassant à peine le niveau de diffusion local jusqu'à l'époque romaine, ces meules « blanches » du Bassin parisien se ménagent une place en Gaule du Nord à partir de l'époque mérovingienne, constitueront l'un des deux choix possibles avec les meules « noires » de l'Eifel à partir du XII^e siècle¹⁶⁴, et domineront littéralement le monde aux XIX^e et XX^e siècles¹⁶⁵. Dans notre zone d'étude, elles apparaissent déjà ponctuellement à La Tène finale puis à l'époque romaine dans le bassin de la Seine et se multiplient au nord du fleuve dès l'époque mérovingienne. Elles sont donc peu nombreuses dans notre corpus alors qu'elles sont très courantes en Île-de-France dès La Tène finale¹⁶⁶.

MEULIÈRE

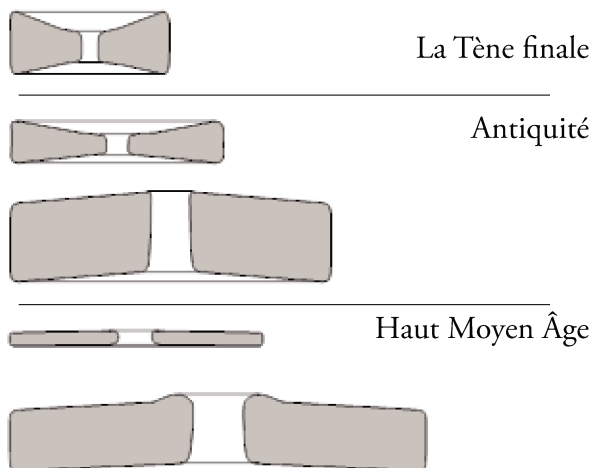
Âge géol. : Plio-quaternaire

Formation : sédimentaire

Texture : vacuolaire (D)

Diffusion : Périmètre local (0-25 km) à extra-régional

Production :



¹⁶² SOMMÉ 2006, p. 48

¹⁶³ FRONTEAU *et al.* 2017a ; LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017b

¹⁶⁴ BRUGGEMAN 2003 ; BELMONT 2003

¹⁶⁵ BELMONT 2006 ; l'exportation de carreaux de meules de La Ferté-sous-Jouarre vers l'Angleterre et l'Amérique au XIX^e siècle est estimée entre 70 et 80000 pièces par an : CAUVIN 1839, p. 335.

¹⁶⁶ LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017b

Figure 12 Meulière caverneuse blanche à rouge à alvéoles hétérométriques. Meule de Val-de-Reuil (Eure). Photo macro taille réelle.

Figure 13 Meulière caverneuse beige à cristallisations blanches de calcédoine dans les alvéoles. Meule d'Appville-Annebault (Eure). Photo macro taille réelle.

6.2.1 Pétrographie

La meulière est une roche sédimentaire siliceuse issue de la recristallisation d'un calcaire lors d'une phase de diagénèse tardive, postérieure à son dépôt. Elle n'est pas granulaire, ce qui rapproche sa structure de celle du silex. La pierre utilisée pour la taille de meules montre des teintes blanches à brun-jaune, même si des couleurs variées peuvent exister (fig. 12 et 13)¹⁶⁷.

La meulière peut être massive à plus ou moins vacuolaire selon le degré de dissolution des poches de calcaire plus tendre et le degré de cimentation siliceuse ; c'est la meulière caverneuse, dont les vacuoles sont parfois remplies d'argile ferrugineuse (fig. 14), qui est généralement utilisée pour la taille de meules aux époques anciennes. Cet aspect lui confère un

grand avantage comme pierre à meule, à la fois pour sa masse volumique très faible et donc son poids réduit, et pour les qualités abrasives des vacuoles qui s'ouvrent naturellement au fur et à mesure de l'usure de la surface active. Son efficacité est donc très bonne, pour une ouvrabilité elle-même avantageuse, et une grande disponibilité dans le Bassin parisien.

Figure 14 Meulière caverneuse dont les vacuoles (V) contiennent parfois des argiles ferrugineuses finement litées. Bloc de construction du site antique de Reims (Marne), lame mince observée au microscope optique en lumière polarisée non analysée, gross. x 40 (Fronteau G., étude PCR meule)

6.2.2 Stratigraphie

On trouve des meulières principalement au sein des argiles à meulières plio-quaternaires du centre du Bassin de Paris (anciennement dites « stampiennes »). La plus célèbre à l'époque moderne est la Meulière de Brie du secteur de La Ferté-sous-Jouarre. On en trouve en grande quantité sur les sommets de versants des vallées qui entaillent les plateaux tertiaires du Bassin parisien, mais aussi dans différentes régions de France : en Dordogne/Périgord, en Touraine, Poitou, Auvergne, Cher/

167 FRONTEAU *et al.* 2017a

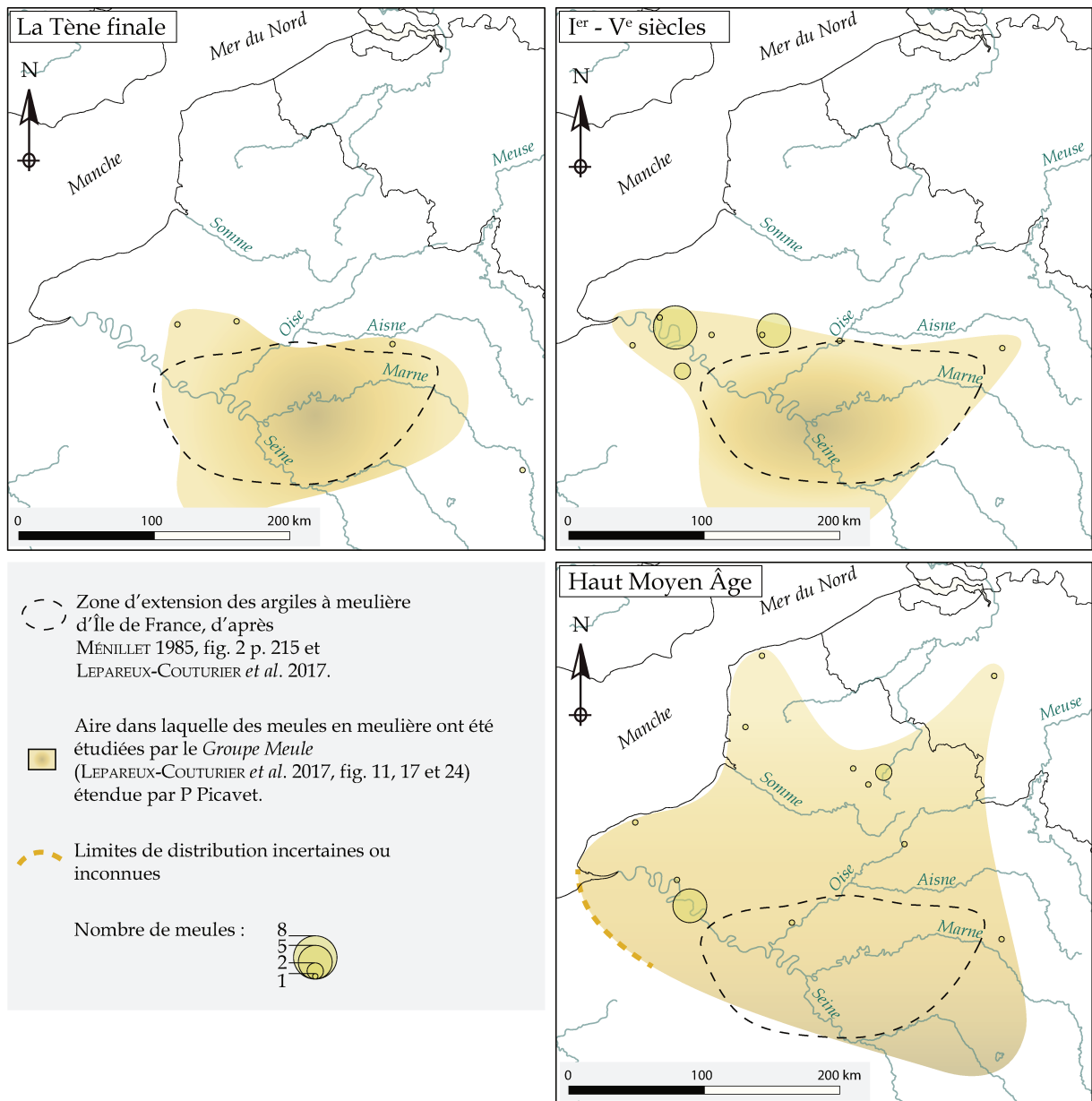


Figure 15 Carte de répartition des meules en meulière dans le quart nord de la France entre La Tène finale et le haut Moyen Âge.

Berry et Nivernais¹⁶⁸. Peu de gisements méritent pourtant le sens géologique du terme « meulière » et sont plutôt des silicifications locales de niveaux calcaires que de réelles recrystallisations de bancs calcaires par meulièrement. Dans chaque région, ces niveaux ont accueilli des carrières de meules, mais seuls les gisements du Bassin parisien semblent devoir être pris en compte ici.

Sur la bordure orientale des plateaux d'Île-de-France, à la limite de la Champagne crayeuse, au sud de Reims et au niveau d'Épernay, la formation des Argiles à meulières de Brie surmonte les niveaux de l'Éocène supérieur. Au centre, sur le plateau de Brie à l'est de Paris, elle couronne les Sables de Fontainebleau d'âge rupélien (ancien Stampien inférieur). À l'ouest, les Argiles à meulières de Montmorency-Hurepoix s'étendent de l'ouest de Paris à Épernon dans l'Eure-et-Loir et Houlbec-Cocherel dans l'Eure, où elles coiffent les niveaux du Rupélien.

168 LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017b, fig. 1

6.2.3 Carrières et ateliers

Avant le XII^e siècle la distribution des meules en meulière ne dépasse que rarement les zones d'affleurement du matériau¹⁶⁹. Or les meules sont observées le long d'une bande horizontale allant de l'estuaire de la Seine à la Marne (fig. 15). Plusieurs centres d'extraction non identifiés existent donc probablement le long des affleurements entre l'Eure et la Marne dans l'Antiquité, mais les exemples préindustriels sont rares. Dans la Marne, une ébauche de meule en meulière a été découverte en 1909 au fond d'une fosse creusée dans la Meulière de Brie à Belval-sous-Châtillon¹⁷⁰. Son diamètre de 60 cm révèle vraisemblablement une datation d'époque romaine ou alto-médiévale. L'origine des meules romaines découvertes en Normandie devrait en revanche être recherchée dans les gisements de l'Eure (secteur d'Houlbec-Cocherel, réputé pour ses meules à l'époque moderne¹⁷¹), mais aucun atelier n'y est reconnu. Dès la fin du XIII^e siècle en revanche, les sources textuelles nous parlent d'expédition de meules de Brie vers la Normandie, témoignant d'un commerce de la meule à longue distance¹⁷².

6.3 Les roches volcaniques vacuolaires

Le traitement des objets en roche volcanique s'avère complexe à plus d'un titre. D'abord parce que ce matériau nous confronte à l'enjeu d'intégrer des travaux régionaux dans une problématique d'acquisition et de transport des matériaux qui intéresse l'ensemble du monde méditerranéen et européen depuis plusieurs décennies¹⁷³. Ensuite, et bien que leur identification visuelle ne pose pas de problème au premier abord, parce que leur caractérisation précise passe par la réalisation de couteuses analyses géochimiques qu'il est impossible de systématiser. À ce niveau et comme le remarquait S. Longepierre dans sa thèse de doctorat en 2011¹⁷⁴, la classification typologique des meules sera à terme d'un grand secours pour distinguer les productions des différents ateliers, à condition d'accepter le principe d'une spécificité typologique de chaque atelier, ou au moins de chaque bassin meulier. Les analyses de roche qui ont pu être financées par le PCR du *Groupe Meule* et le *Centre National de Recherche Archéologique* du Grand-Duché du Luxembourg étayent ce postulat.

ROCHES VOLCANIQUES

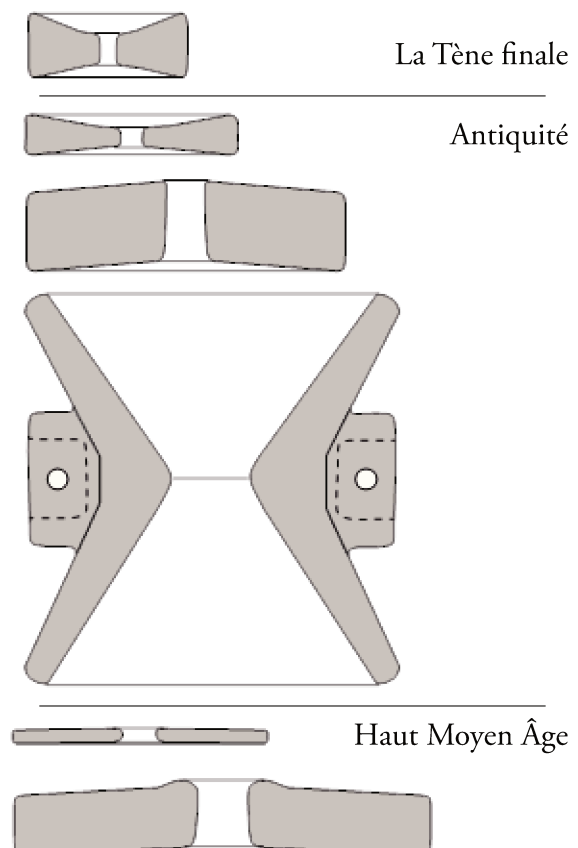
Âge géol. : Quaternaire

Formation : volcanique

Texture : vacuolaire (D)

Diffusion : Périmètre extrarégional (400 km)

Production :



169 FRONTEAU *et al.* 2017a ; LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017b

170 LAIRE 1909

171 PANCOUCKE 1788, p. 6 ; WARD 2002

172 BELMONT *et al.* 2017, p. 822

173 PEACOCK 1980 ; WILLIAMS-THORPE, THORPE 1988

174 LONGEPIERRE 2011b, p. 39

Figure 16 Roche volcanique vacuolaire grise. Meule romaine de Salperwick (Pas-de-Calais). Photo macro taille réelle.

6.3.1 Aspect macroscopique

6.3.1.1 Pétrographie

Les roches volcaniques les plus communes dans les corpus de meules du nord de la Gaule sont vacuolaires et donc très peu denses (vacuoles de 1 à 4 mm représentant 15 à 25 % du volume de la roche : masse volumique 1,9 g/cm³ d'après nos calculs). Elles montrent une couleur gris sombre et renferment des phénocristaux automorphes noirs verdâtre millimétriques à centimétriques (clinopyroxènes ferromagnésiens et calciques : augite) et de rares inclusions xénolithiques blanches à verdâtres arrachées au substratum (fig. 16, 17 et 18).

Quelques exemplaires trouvés dans la vallée de la Seine et très ponctuellement jusqu'à la Somme présentent un faciès différent, avec une structure plus plastique (texture plus finement grenue), une teinte gris bleuté et des vacuoles plus grandes (fig. 19). Les analyses géochimiques menées par T.M. Gluhak¹⁷⁵ montrent pour ce faciès une origine géologique différente du précédent. La meule n° 127 provenant de Val-de-Reuil dans l'Eure, mais aussi la meule pompéienne d'époque augustéenne du Titelberg (n° 451), sont ainsi issues des volcans du Massif Central alors que les autres pièces prélevées dans le Nord-Pas-de-Calais, en Belgique et au

Figure 17 Roche volcanique vacuolaire grise à enclave xénolithique blanche centimétrique. Meule romaine de Pitgam (Nord). Photo macro gross. x 2.

Figure 18 Roche volcanique vacuolaire. V = vacuoles ; cpx = clinopyroxène. Meule observée au microscope optique en lumière naturelle. Photo micro gross. x 40 (Fronteau G., étude PCR Groupe Meule)

Figure 19 Roche volcanique vacuolaire grise Meule romaine de Val-de-Reuil (Eure). Photo macro taille réelle.

175 Institut de Géosciences de l'Université de Mayence (Allemagne). Voir les analyses en annexe.

Luxembourg et qui présentent le premier faciès proviennent du massif de l'Eifel. Il semble donc d'après ces quelques individus qu'il soit possible de distinguer les roches volcaniques employées pour la taille de meules dans ces deux massifs géographiquement opposés. La distinction n'est toutefois pas si simple puisque ces roches montrent une grande variabilité de composition minéralogique, parfois au sein d'une même coulée. Il convient de rester très prudent et d'appréhender différents paramètres comme la typologie et la distribution pour confronter les réseaux liés à ces deux origines opposées.

6.3.1.2 Altération

Les roches volcaniques auxquelles nous sommes confrontés en Europe du nord-ouest ont un pH élevé (basique) et sont donc particulièrement sensibles aux processus taphonomiques d'altération par hydrolyse, auxquels s'ajoutent des actions mécaniques de gel-dégel subies avant leur ensevelissement¹⁷⁶. À la fois l'acidité des eaux météoriques et l'acide humique produit par les couches humifères de surface dégradent les objets en fragments pulvérulents dont les surfaces anthropiques ne sont parfois plus identifiables. Plus en profondeur, par exemple au fond des puits anciens désormais comblés, le pH de l'eau augmente en percolant à travers la roche du sous-sol (argiles, craies et marnes basiques des bassins sédimentaires) et les objets sont beaucoup mieux conservés¹⁷⁷.

Un passage au feu des fragments suite à leur réemploi comme pierres foyères a aussi pu dégrader l'intégrité des individus avant leur enfouissement.

6.3.2 *Origine géologique et géographique*

Bien que pour D.P.S. Peacock, la présence d'augite et de cristallisations blanches soit caractéristique des roches de l'Eifel¹⁷⁸, les études de O. Williams-Thorpe puis de T.M. Gluhak montrent qu'il est impossible de déterminer formellement à l'œil nu ni au microscope l'origine précise (à la coulée ou à la carrière près) des roches basaltiques vacuolaires¹⁷⁹. Néanmoins, face à l'impossibilité de systématiser les analyses géochimiques, l'aspect général de la roche permet déjà de discriminer des faciès et de cartographier leur répartition. Les quelques données acquises par le biais de la géochimie doivent alors être couplées à cette distribution et à la classification typologique des meules, par ailleurs solidement établie côté allemand pour les productions standardisées de l'Eifel, afin de corroborer les propositions de provenance.

Chez les archéologues l'appellation usuelle des roches volcaniques oscille entre « basalte » ou « trachy-andésite » en France, « lave » ou « lave basaltique » en Belgique et en Angleterre (*lava*), ou encore « *tefriet* » aux Pays-Bas. Ces termes regroupent pourtant une grande variété de compositions qui fluctuent selon les conditions de mise en place des roches dans les coulées volcaniques. Se côtoient ainsi au sein des mêmes gisements des foïdites, des téphrites/basanites, des basaltes proprement dits, des trachy-basaltes, des trachy-andésites, des trachy-andésites basaltiques, des phonolites ou encore des phono-téphrites qui ne peuvent être distinguées que par quantification de leurs constituants majeurs et de leurs éléments traces. Heureusement, les référentiels se multiplient à la fois pour les différents gisements et pour leurs lithocorpus, fournissant des données d'une précision toujours plus grande¹⁸⁰.

À l'échelle de notre région d'étude, deux champs volcaniques principaux constituent les possibles

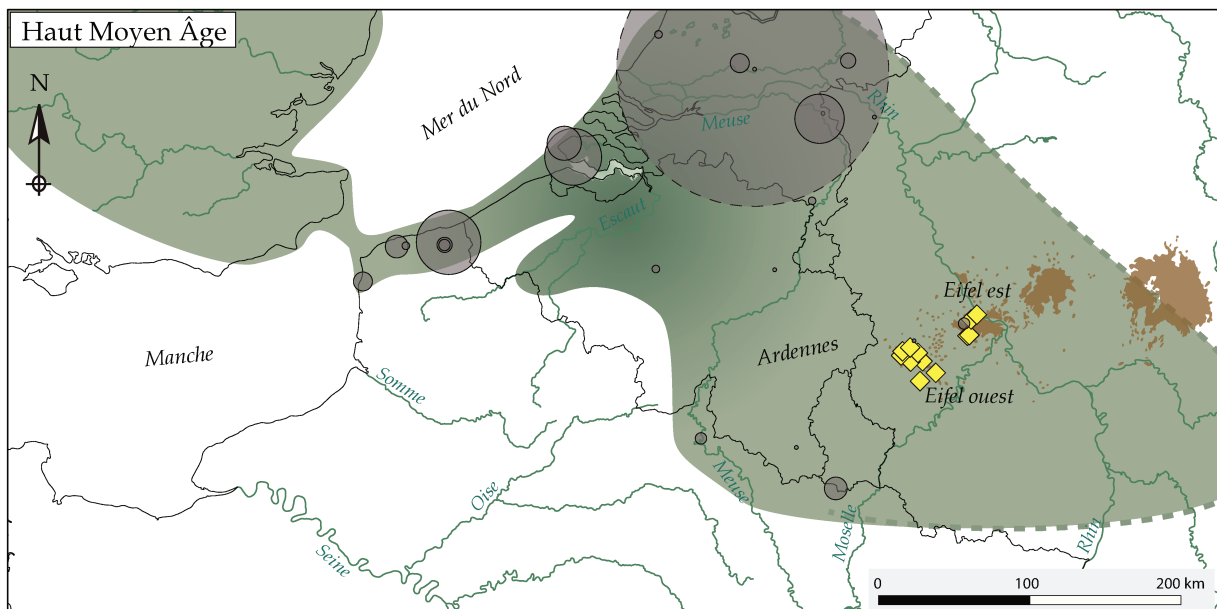
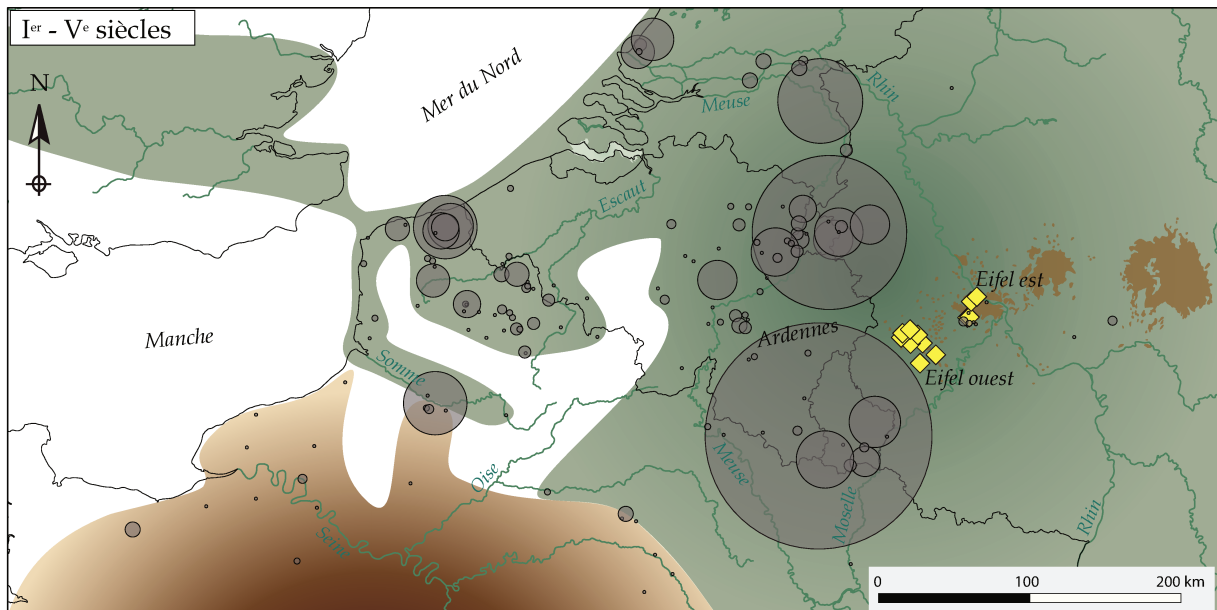
176 BULOURDE 2001, p. 150, 152, 245-247 ; YAICHI, BENALI 2013, p. 42-49

177 Phénomène d'altération différentielle constaté sur le site de Steene (Nord) « rue du Château ».


178 PEACOCK 1980, p. 49


179 WILLIAMS-THORPE 1988, p. 265-268, 270 ; GLUHAK, HOFMEISTER 2011, p. 1606


180 Pour les gisements nord-européens : GLUHAK, HOFMEISTER 2009 et 2011 ; pour les gisements italiens : ANTONELLI, LAZZARINI 2010



 Couléés volcaniques quaternaires, d'après onegeology.org

 Meulière attestées, d'après MANGARTZ 2008

 Aire de diffusion supposée des meules en roche volcanique de l'Eifel d'après les données de E. Hartoch au Limbourg (HARTOCH *et al.* 2015), de S. Reniere en Flandre littorale (RENIERE, thèse en cours), de J. Parkhouse autour de la Mer du Nord (PARKHOUSE 1997), de R. Shaffrey en Grande-Bretagne (SHAFFREY 2015), de T. Gluhak et W. Hofmeister en Allemagne (GLUHAK, HOFMEISTER 2008 et 2011). L'origine des meules pompéiennes est identifiée dans JACCOTTEY *et al.* (à paraître).

 Aire de diffusion supposée des meules en roche volcanique du Massif Central à partir des travaux de T. Gluhak et W. Hofmeister (GLUHAK, HOFMEISTER 2008 et 2011), des données d'A.-G. Chaussat en Basse-Normandie (CHAUSSAT 2009) et du Groupe Meule en Champagne-Ardenne (FRONTEAU *et al.* 2017). L'origine des meules pompéiennes est identifiée dans JACCOTTEY *et al.* (à paraître).

 Limites de distribution incertaines ou inconnues

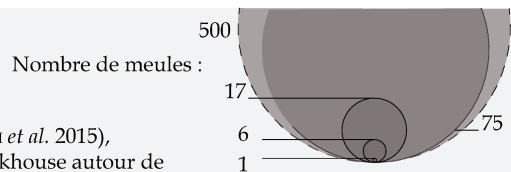


Figure 20 Carte de répartition des meules en roche volcanique entre Seine et Rhin, de l'époque romaine au haut Moyen Âge. Pour l'Antiquité, deux réseaux s'opposent : l'un en provenance du Massif Central via la vallée de la Seine puis la Manche, l'autre depuis l'Eifel via le Rhin puis la Mer du Nord

gîtes d'origine des meules en roche volcanique et font partie du même ensemble volcanique, la « province volcanique cénozoïque européenne ». Celle-ci est étendue au nord de l'arc alpin sur 1200 km d'ouest en est entre le Massif-Central, l'Eifel (Allemagne), l'Eber graben (Rép. Tchèque) et la basse Silésie (Pologne)¹⁸¹. À l'est, le massif de l'Eifel (Allemagne) a fourni l'essentiel des meules en roche volcanique étudiées qui s'identifient aisément à l'époque romaine par leur typologie caractéristique. Au sud, le Massif-Central (France) en a livré quelques exemplaires mais nous ne percevons que la marge septentrionale de son aire de distribution. L'importation de moulins pompéiens depuis les carrières majeures d'Orvieto (Ombrie, Italie) est par ailleurs possible mais non encore prouvée.

6.3.2.1 Eifel

En Gaule Belgique et en Germanie, la première source d'approvisionnement est à rechercher dans le massif volcanique de l'Eifel (Rhénanie-Palatinat, Allemagne) dont les coulées de lave sont exploitées sans discontinuité de la Préhistoire à l'époque contemporaine¹⁸².

Ce massif est divisé entre l'Hocheifel, un champ volcanique dont l'activité est datée du Néogène avec un pic au Miocène (Cénozoïque), au milieu de deux champs quaternaires, l'Eifel occidental et l'Eifel oriental¹⁸³. Ce sont ces deux jeunes gisements, aux roches peu altérées, qui ont accueilli des carrières de meules. À l'ouest, quatre sites d'extraction de meules antiques sont attestés, à *Rosßbüsch*, *Eichholz*, *Mühlenberg* et *Dietzenley*. Quatre autres sont supposés, à *Römerberg*, *Mosenberg*, *Goosberg* et *Rother Kopf*. Ces carrières auraient fourni une production peu importante, peut-être à destination locale¹⁸⁴ et le faciès de roche volcanique de ce secteur est clairement différencié microscopiquement de celui de l'Eifel oriental¹⁸⁵.

Le champ volcanique de l'Eifel oriental s'étend sur 400 km² et a fait l'objet d'une exploitation intensive au cours de la Protohistoire puis de l'époque romaine sur une surface de 6 km² dans la zone du volcan *Bellerberg*, situé immédiatement au nord-est de Mayen (Rhénanie-Palatinat, Allemagne)¹⁸⁶. Trois grandes carrières y sont identifiées, sur les sites de *Mayener Grubenfeld*, *Ettringer Lay* et *Kottenheimer Winfeld*, et peut-être plus au nord à *Hohe Buche* et *Mauerley*, surtout connus pour avoir fourni des matériaux de construction¹⁸⁷. Dans le *Bellerberg*, la cristallisation des coulées phono-téphritiques en piliers polygonaux verticaux a beaucoup facilité l'extraction du matériau en fournissant des modules préformés qu'il suffit d'équarrir et de tailler.

La fouille de la villa romaine d'Obermendig

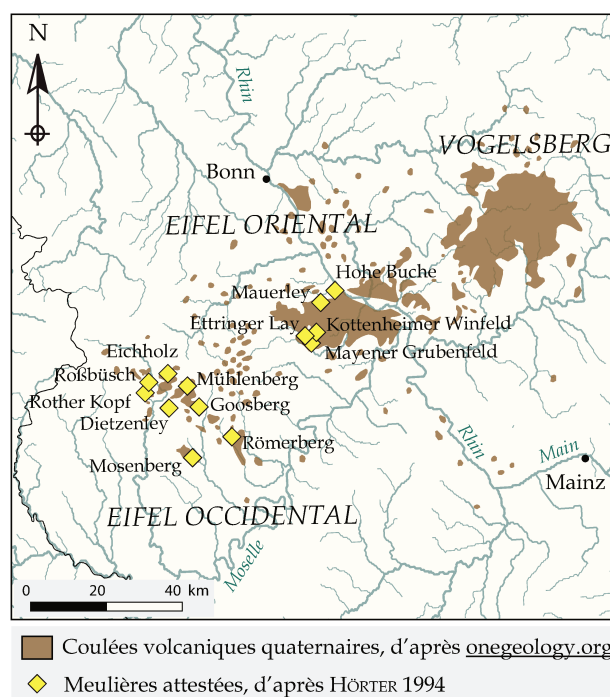


Figure 21 Carte des meulières antiques identifiées au sein des coulées volcaniques du massif de l'Eifel, d'après HÖRTER 1994.

181 GLUHAK, HOFMEISTER 2008, p. 111

182 CRAWFORD, RÖDER 1955 ; KARS 1983a, p. 112, 114 ; MANGARTZ 1998, 2008 et 2012

183 GLUHAK, HOFMEISTER 2009, p. 1775

184 *Ibid.*, p. 1774-1775

185 *Ibid.*, p. 1780

186 *Ibid.*, p. 1775 ; CRAWFORD, RÖDER 1955, p. 68

187 MANGARTZ 1998

« im Winkel » (Rhénanie-Palatinat), située à l'écart de la ville et des carrières de Mayen, a récemment livré des ébauches de meules qui indiquent que les meules étaient achevées dans cet établissement périphérique aux carrières, par ailleurs doté d'un mobilier éminent qui suggère un statut élevé pour ce site¹⁸⁸. Ce cas n'est pas sans rappeler la présence d'ébauches de meules en dehors des affleurements de poudingue à Saint-Saëns (Seine-Maritime) ou de Grès de Fosses-Belleu entre Fosses et Luzarches (Val-d'Oise). Il bénéficie par ailleurs d'un parallèle important en Gaule du sud, à Saint-Quentin-la-Poterie (Gard), où quatre établissements ruraux achèvent les ébauches extraites des meulières avant de les distribuer¹⁸⁹.

Au haut Moyen Âge enfin, l'industrie meulière se déplace du *Bellerberg* vers la coulée de *Niederendig* (Mendig) sur le flanc du volcan de *Laacher See*, quelques kilomètres plus loin au nord-est de Mayen mais plus proche du Rhin et du port d'Andernach¹⁹⁰.

6.3.2.2 Massif Central

La seconde source possible en termes de distance d'approvisionnement est située dans le Massif Central où se rencontre la même variété de faciès et dont les sites de consommation livrent une importante quantité de meules en roche volcanique. Une première zone géographique est centrée sur les coulées de trachy-andésite du *Mont-Dore* et du *Puy de Nugère* aux alentours de Volvic (Puy-de-Dôme) où l'on extrait encore la pierre de nos jours¹⁹¹.

Le massif du Cantal livre quant à lui quelques indices anciens d'exploitation meulière qui n'ont fait l'objet d'aucune investigation archéologique. Le premier est le site d'Auzers « la Ribe », où des carrières abandonnées ont livré « *des meules romaines* »¹⁹² ; à Bonnac, près du village de Coussargues, des ébauches de meules en lave ont été identifiées dans d'autres carrières situées non loin d'un habitat romain¹⁹³.

Au sud du Massif Central enfin, le plateau des Coirons (Ardèche) a fourni des meules que l'on exhume des sites du sud de la Gaule dès l'Âge du Fer¹⁹⁴.

6.3.2.3 Les autres roches volcaniques du bassin méditerranéen

D'autres gisements sont répartis autour du bassin méditerranéen et ont une importance variable selon la qualité de la roche qu'ils fournissent et les facilités d'accès aux voies de communication qui les desservent. Certaines carrières ont ainsi une ampleur régionale comparable à n'importe quelle autre roche meulière qui fournirait des meules manuelle ; d'autres approvisionnent en revanche un marché établi à l'échelle de tout l'Empire romain.

En Gaule du sud, les productions du volcan de Saint-Thibéry/Bessan et d'Embonne autour d'Agde (Hérault) et celles de l'arrière-pays toulonnais, plus modestes et dispersées en arrière du littoral, affrontent régionalement dès l'Âge du Fer celles du Massif Central et de son prolongement sud-oriental du plateau des Coirons¹⁹⁵.

À une échelle largement supérieure, les carrières de la région d'Orvieto localisées à une centaine de kilomètres au nord de Rome, mais aussi celles de l'Etna (Sicile), de Mulargia (Sardaigne) et de l'île volcanique de Pantelleria entre la Sicile et la Tunisie, sont les principales pourvoyeuses de tout

188 WENZEL 2012 ; WENZEL, ZERL 2014

189 LONGEPIERRE 2014

190 MANGARTZ 2006

191 CASTELLA 1994, p. 70 ; AUBERT *et al.* 2006, p. 27

192 PROVOST, VALLAT 1996, p. 78 ; TRÉMENT 2005, p. 121

193 PROVOST, VALLAT 1996, p. 80 ; TRÉMENT 2005, p. 121

194 REILLE 2002, p. 226

195 GARCIA 1995 ; REILLE, CHABOT, 2000 ; REILLE 2001a et b ; REILLE 2002 ; LONGEPIERRE 2014

l'ouest et du centre de l'Empire romain en meules de type « Pompéi »¹⁹⁶. L'Italie Transpadane en est approvisionnée en complément des matériaux alpins et des productions des monts Euganéens (*Colli Euganei*)¹⁹⁷. Les villes et villas de Narbonnaise en bénéficient aussi *via* les grands ports méditerranéens et l'axe rhodanien¹⁹⁸. Les carrières d'Orvieto ont par ailleurs fourni les meules en forme de sablier que l'on voit encore dans les célèbres boulangeries de Pompéi et d'Ostie¹⁹⁹.

6.3.3 Distribution des meules en roche volcanique

6.3.3.1 Dans le bassin méditerranéen

Phénomène remarquable à l'époque romaine, les circuits de distribution semblent hermétiquement confinés à la partie occidentale de la Méditerranée d'une part et à sa partie orientale d'autre part²⁰⁰. À l'ouest sont retrouvées les marchandises des grands centres meuliers italiens, siciliens et sardes. Elles sont particulièrement nombreuses en Afrique du Nord, du Maroc où des meules ont aussi été extraites des roches volcaniques du Rif et de l'Atlas, à la Libye en passant par la Tunisie²⁰¹. Leur circulation nord-sud à travers la Méditerranée est expliquée par O. Williams-Thorpe par leur présence dans les chargements dans le sens Italie-Afrique, à la place des cargaisons de grain qui approvisionnent le cœur de l'Empire romain et ses îles dans l'autre sens.

L'est du bassin méditerranéen est pourvu en meules cylindriques et « pompéiennes » par des roches volcaniques égyptiennes, levantines (Syrie, Jordanie, Israël), anatoliennes et égéennes²⁰². Mais encore une fois, le commerce des meules de type « Pompéi », qu'accompagnent ici des *trapeta* pour le broyage des olives et qui témoignent d'un transport à longue distance, est complété localement par des productions plus modestes comprenant notamment des moulins domestiques manuels.

6.3.3.2 Distribution des meules de l'Eifel

Les roches volcaniques de l'Eifel sont employées localement dès le Néolithique ancien pour la confection d'outils de mouture²⁰³. Leur renommée s'amplifie au Bronze final puisqu'elles sont distribuées assez loin des gisements sous une forme originale propre à des ateliers qui semblent déjà s'organiser autour d'une production. Cette distribution qui atteint les Pays-Bas par le Rhin²⁰⁴ est à mettre en relation avec l'identification de plusieurs zones de manufacture de meules dans le *Bellerberg*, à la surface des coulées de lave du *Mayener Grubenfeld* et du *Kottenheimer Wald*²⁰⁵. Les blocs sont ramassés en surface en fonction du module désiré puis mis en forme selon un modèle qui commence à se standardiser, révélant la pérennisation d'une production meulière raisonnée. Cette chaîne de production – distribution est à rapprocher de celle observée sur d'autres gisements meuliers comme les grès lochkoviens ardennais (type Macquenoise), dont les meules sont déjà exportées à plus de 100 km de distance dès le Néolithique moyen II (voir § 6.14). Citons également le massif de la Serre dans le Jura, qui accueille une exploitation meulière approvisionnant des sites localisés

196 WILLIAMS-THORPE 1988 ; ANTONELLI *et al.* 2001 ; ANTONELLI *et al.* 2014

197 ANTONELLI, LAZZARINI 2012

198 JACCOTTEY *et al.* 2011c, p. 101

199 PEACOCK 1980, p. 45 ; PEACOCK 1989

200 WILLIAMS-THORPE, THORPE 1993, p. 301

201 Au Maghreb : WILLIAMS-THORPE 1988 ; WILLIAMS-THORPE, THORPE 1993 ; PEACOCK 1980 ; en Tripolitaine et Cyrénaïque : ANTONELLI *et al.* 2005

202 WILLIAMS-THORPE, THORPE 1993

203 MANGARTZ 2008, p. 24-29

204 HARTOCH *et al.* 2015, p. 79

205 MANGARTZ 2008, p. 29-31

jusqu'à 80 km du gisement à la fin du Néolithique²⁰⁶.

Au Hallstatt et à La Tène ancienne, les laves du *Bellerberg* se retrouvent sous forme de meules va-et-vient « naviformes » jusqu'en Champagne-Ardenne²⁰⁷, et à La Tène ancienne/moyenne, les meules dites « en chapeau de Napoléon » (*Napoleonshut*) affichent une forme originale et réellement standardisée repérée jusqu'en Lorraine, en Champagne-Ardenne, à l'est de la Belgique, près des bouches du Rhin et du littoral frison (Pays-Bas)²⁰⁸.

À la fin de l'Âge du Fer et stimulant probablement la généralisation du moulin rotatif vers le nord, les carrières d'Ettringer et de Mayen expédient leurs productions vers les mêmes régions dès la fin du III^e ou le début du II^e siècle av. J.-C.²⁰⁹ Surtout rassemblés aux Pays-Bas, les rares exemples connus pour La Tène finale ne permettent que d'effleurer les modalités de la transition entre moulin va-et-vient et moulin rotatif vers le nord. Les productions rhénanes sont mieux connues à cette époque en Allemagne centrale où elles entrent en contact avec celles des gisements de Lovosice dans le massif volcanique bohémien (Rép. Tchéque)²¹⁰.

À l'époque romaine, les coulées du *Bellerberg* connaissent toujours une activité intense dans le secteur de Mayen. Des meules manuelles et de grand format sont convoyées par le port d'Andernach *via* le Rhin jusqu'en Angleterre d'un côté et en Suisse de l'autre. Elles sont exportées dans tout le bassin Mosello-rhénan²¹¹, une partie de celui de la Meuse, de l'Escaut, le long des côtes de la Mer du Nord, et relativement loin à l'intérieur des terres en Grande-Bretagne²¹².

Le district meulier de l'Eifel se distingue par la permanence de son activité puisque quelques exemplaires datés de l'Antiquité tardive ont été mis au jour en Belgique et aux Pays-Bas et assurent la continuité avec l'époque mérovingienne où les meules adoptent une forme nouvelle : d'un cylindre plat à face supérieure en cuvette à l'époque romaine, les catillus manuels prennent une forme de « galette » très plate. L'activité semble toutefois se restreindre fortement entre le V^e et le VII^e siècle puisque les exemplaires ne se multiplient de nouveau qu'à la fin du VII^e, notamment sur la plaine flamande et dans le bassin rhénan. À ce titre se démarque l'*emporium* de Dorestad au Pays-Bas, considéré comme la plaque tournante du marché meulier à l'embouchure du Rhin à cette époque suite à la découverte, parmi plus de 700 fragments de meules (500 individus), de nombreuses pièces semi-finies ou à l'état neuf²¹³. Ces marchandises sont expédiées sur les rivages de la Mer du Nord tout au long du haut Moyen Âge²¹⁴.

Plus tard à l'époque médiévale, les « pierres noires » de l'Eifel sont les concurrentes directes des « pierres blanches » du Bassin parisien (la meulière d'Île-de-France)²¹⁵. Les deux grandes provinces meulières, dont l'activité perdure jusqu'au milieu du XX^e siècle, s'affrontent dans le nord de la France jusqu'à ce que la renommée de la meulière en fasse un matériau universel, exporté jusqu'en Australie ou aux États-Unis²¹⁶. La structure vacuolaire des deux roches leur confère des propriétés mécaniques appréciées, mais les processus chimiques de « meulièrement » que connaît la meulière au moment de sa formation lui offre une résistance à l'usure qui lui donne l'avantage sur les roches volcaniques.

206 JACCOTTEY, MILLEVILLE 2010

207 JACCOTTEY *et al.* 2017a

208 JOACHIM 1985 ; VAN HEERINGEN 1985 ; MANGARTZ 2008, p. 32-39 ; HARTOCH 2015, p. 27, 80 ; JACCOTTEY *et al.* 2017a

209 MANGARTZ 2008, p. 40-52

210 WEFERS 2011b, 2012 et 2014

211 GLUHAK 2010 ; JODRY 2006 et 2011 ; KARS 1980 et 1983a, p. 83

212 WILLIAMS-THORPE, THORPE 1988 ; MARDSEN 1994 ; GLUHAK, HOFMEISTER 2011 ; PEACOCK 2013 ; SHAFFREY 2015a, fig. 1, p. 57

213 KARS 1980, p. 420

214 PARKHOUSE 1997

215 BRUGGEMAN 2003

216 HANNIBAL *et al.* 2013

6.3.3.3 Distribution des meules du Massif Central

Les chaînes volcaniques du Massif Central sont les seules sources de roche volcanique pour l'oppidum de Bibracte à La Tène finale²¹⁷ et pour la meunerie hydraulique de Barbegal à l'époque romaine²¹⁸ au détriment de l'Eifel et des gisements du sud de la France. On en retrouve les productions jusque dans l'estuaire de la Seine puisque certaines meules, comme celles de Val-deReuil (Eure)²¹⁹, de Saint-Riquier-ès-Plains ou d'Eu (Seine-Maritime), sont typologiquement comparables à celles que l'on retrouve plus au sud, de l'ouest de la Suisse²²⁰ à la Loire-Atlantique²²¹ en passant par le sud de la Franche-Comté et de la Bourgogne²²². Deux meules de type « Pompéi » ont même été identifiées en Angleterre²²³ et une sur l'oppidum du Titelberg comme provenant de gisements de la chaîne des Puys. L'aire de distribution des meules du Massif Central est donc au moins aussi importante que celle de l'Eifel tout en disposant d'un réseau de communication moins favorable au départ, étant éloigné des cours d'eau majeurs qui sillonnent la Gaule. Le cas des roches volcaniques du Massif Central illustre bien la nécessité d'envisager la multi-modalité du transport des produits pondéreux en ne considérant pas comme mineur leur convoi terrestre.

LES CALCAIRES LUTÉTIENS

Les calcaires lutétiens sont parmi les roches les plus disponibles, mais aussi les plus utilisées dans toute la moitié nord du centre du Bassin parisien (fig. 22). Leur mise en place a lieu sur les niveaux de l'Yprésien et correspond à une série de transgressions/régressions marquées par d'importants dépôts carbonatés assortis d'une faune spécifique à chaque cycle et milieu de sédimentation successifs (marin - mer plus ou moins chaude et profonde -, lagunaire, littoral, palustre et parfois continental)²²⁴. On retrouve donc les différents faciès en succession verticale, avec des puissances variables et des variations latérales, répartis sur la plupart des plateaux tertiaires du Bassin parisien en fonction de la position de la mer lutétienne. La glauconie verdâtre qui caractérise les niveaux inférieurs du Lutétien témoigne de dépôts en milieu marin agité intégrant des éléments remaniés après une période de faible sédimentation²²⁵. L'augmentation du nombre de nummulites en montant dans la stratigraphie, allant jusqu'à des lumachelles essentiellement constituées de ces foraminifères au sommet du Lutétien inférieur, évoque l'augmentation du niveau marin et l'installation d'une mer franche²²⁶. Lors du Lutétien moyen, les dépôts deviennent plus fins (vasière calcaire), et accueillent en abondance le ver *Ditrupa strangulata* et le foraminifère *Orbitolites complanatus*, qui auront tendance à laisser place à des calcaires à milioles (un petit foraminifère benthique) quand le bassin devient lagunaire. Les calcaires à cérithes du Lutétien supérieur sont ensuite caractéristiques de la seconde transgression lutétienne ; les gastéropodes que l'on y observe (cérithes et potamides) y sont encore accompagnés de milioles. Vient ensuite la formation dite des « Marnes et caillasses », avec

217 JACCOTTEY *et al.* 2008, p. 387

218 LEVEAU 2007, p. 192-195

219 L'analyse XRF menée par T. Gluhak sur ce catillus confirme son origine du Massif Central.

220 CASTELLA 1994 ; CASTELLA, ANDERSON 2004

221 POLINSKI 2009

222 JACCOTTEY *et al.* 2007 ; JACCOTTEY, LABEAUNE 2010

223 WILLIAMS-THORPE, THORPE 1988

224 GÉLY 2009

225 *Ibid.*, p. 9

226 *Ibid.*, p. 10

des calcaires massifs très fins dits sub-lithographiques de milieu lagunaire²²⁷. Des calcaires à limnées, gastéropode lacustre, peuvent s'intercaler soit entre les calcaires à *Orbitolites complanatus* et les calcaires à cérithes, soit, comme dans le secteur de Pargnan (Aisne)²²⁸, au sommet des calcaires à cérithes et potamides. Une troisième transgression lutétienne intervient ensuite, suivie d'une nouvelle régression marquant la fin du Lutétien, mais les matériaux déposés à cette occasion ne semblent pas avoir fait partie des choix de roches meulières.

Les calcaires lutétiens sont particulièrement connus comme matériaux de construction, fournissant des moellons dont l'équarrissage est relativement aisé. Les calcaires à cérithes et à *Ditrupa* sont notamment appréciés dans le sud de la Picardie, l'ouest de la Champagne (Reims) et en Île-de-France depuis l'Antiquité²²⁹. Ils sont parfois exploités en carrières souterraines aux environs de Paris²³⁰ et nombreuses sont les anciennes carrières à ciel ouvert qui entament les flancs des profondes vallées de Picardie et d'Île-de-France à la sortie des villages actuels. Plusieurs formations sont d'ailleurs connues principalement par des appellations de carriers : Banc à mollusques (calcaire à bivalves), Banc de Saint-Leu (calcaire à *Ditrupa*), Banc à verrins (calcaire à cérithes géants), Pierre à liards (lumachelle à nummulites), Banc franc (calcaire à miliolites et *Orbiolites*), Banc de Roche (calcaire à cérithes et potamides)...

Plusieurs faciès, d'abord observés par C. Pommepeuy le long de la vallée de l'Aisne dans les années 1990²³¹, ont été employés pour la taille de meules va-et-vient dès la Protohistoire ; leur usage perdue avec le passage au moulin rotatif au cours de La Tène moyenne vers le milieu du III^e siècle av. J.-C. Les meules du village gaulois d'Acy-Romance (Ardennes), réétudiées à l'occasion du col-

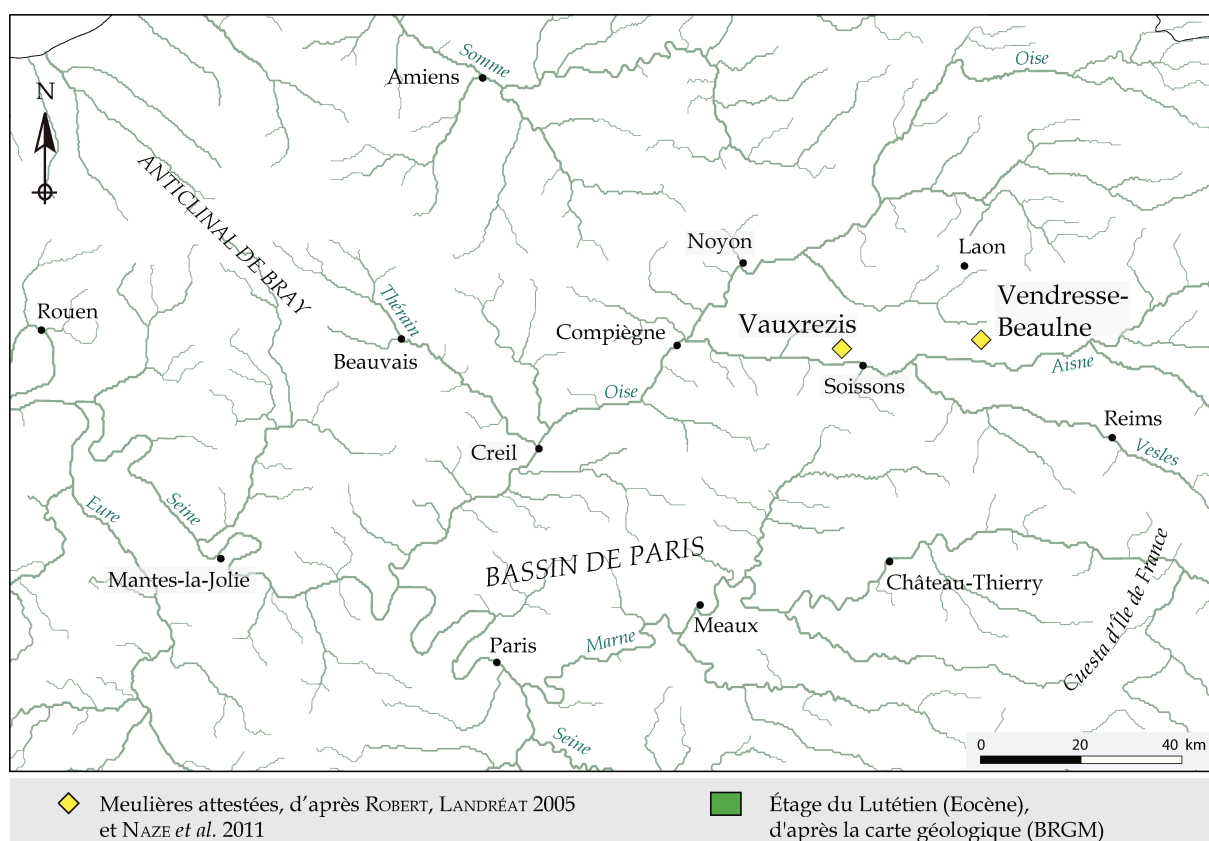


Figure 22 Meulières attestées sur les affleurements de calcaires lutétiens du Bassin de Paris.

227 GÉLY 2009, p. 19

228 LERICHE 1901

229 FRONTEAU *et al.* 2014

230 BLANC, GÉLY 1997 ; GÉLY 2009, p. 7

231 POMMEPUY 1999

loque du *Groupe Meule* (Reims 2014), sont particulièrement nombreuses et livrent un échantillon très représentatif des faciès exploités à l'est de la vallée de l'Aisne à l'Âge du Fer ; elles créent aussi une distorsion cartographique avec une série forte de 260 individus qui écrase toutes les autres dans une base de données²³².

Ainsi, au cours de La Tène moyenne/finale, les faciès de prédilection autour de la vallée de l'Aisne et de la moyenne vallée de l'Oise sont les calcaires à cérithes, les calcaires à glauconie grossière (et nummulites) et les calcaires à limnées surtout présents à Acy-Romance²³³. Il faut y ajouter les calcaires à nombreuses nummulites dits « Pierre à liards » qui, bien que d'origine picarde, semblent destinés à l'exportation vers le territoire atrébate. Cette diversité des faciès peut traduire, soit l'exploitation dans une même carrière de différents bancs présents en succession verticale, soit l'exploitation de différentes carrières disséminées au flanc des vallées qui entament le centre du Bassin parisien ou encore sur le rebord des cuestas qui marquent le bord de l'Île-de-France tertiaire. La distribution différentielle des types de calcaire le long de la vallée de l'Aisne, entre Acy-Romance à l'est et Compiègne à l'ouest nous inclinerait vers le deuxième cas de figure.

À l'époque romaine, la diversité des faciès se réduit, révélant un choix plus strict des matériaux. Les roches exploitées à La Tène finale restent souvent en usage au Haut-Empire puis se raréfient dans les collections pour laisser place au seul calcaire à glauconie et nummulites. Une extension de l'aire de dispersion de ces matériaux accompagne généralement le resserrement des faciès choisis.

6.4 Le calcaire à cérithes

Parmi les calcaires lutétiens, un faciès particulier se distingue et commence à être bien caractérisé pétrographiquement et archéologiquement. Malgré la faible quantité d'individus répertoriés, due notamment à la rareté des données pour cette période, la roche peut être considérée comme un matériau meulier à portée moyenne à l'époque gauloise en termes de distance de distribution. Originaire du centre du Bassin parisien, la roche est en effet retrouvée le long de la vallée de l'Aisne, dans la moyenne vallée de l'Oise, mais également dans la Somme et jusque dans l'Arrageois chez les Atrébates (près de 150 km) dès La Tène moyenne (fig. 27)²³⁴. Quelques sites en livrent encore à l'époque augustéenne et au Haut-Empire jusqu'à environ 70 km des gisements supposés du matériau²³⁵.

6.4.1 Pétrographie

Ce faciès de calcaire biodétritique blanc à beige, parfois gris, est relativement tendre et renferme, en quantité plus ou moins importante, des empreintes de gastéropodes entiers (*Cerithium denticulatum*) centimétriques à pluri-centimétriques (fig. 23). Ces empreintes fossiles sont souvent accompagnées d'un type particulier de foraminifères, les miliolles, de taille infra-millimétrique à

CALCAIRE À CÉRITHES

Âge géol. : Lutétien supérieur (Éocène)

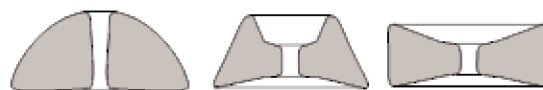
Formation : sédimentaire

Texture : vacuolaire (D)

Diffusion : Périmètre extrarégional (0-150 km)

Production :

La Tène moyenne – Haut-Empire



232 BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2017b

233 POMMEPUY 1999, p. 126

234 JACQUES, GAILLARD 2000 ; MERKENBREACK 2015, p. 160

235 PICAVET 2014a, p. 29, 132

Figure 23 Calcaire blanc beige à nombreux cérithes. Meule gauloise de Bucy-le-Long (Aisne). Photo macro taille réelle.

Figure 24 Calcaire gris à cérithes, potamides et rares bivalves. Meule gauloise de Bucy-le-Long (Aisne). Photo macro taille réelle.

Figure 25 Calcaire contenant des milioles et de rares grains de quartz infra-millimétriques. Meule gauloise de Cappel-Fermont (Pas-de-Calais). lame mince observée au microscope optique en lumière polarisée non analysée, gross. x 40.

Figure 26 Calcaire contenant de nombreuses milioles millimétriques et fragments de coquilles. lame mince observée au microscope optique en lumière polarisée non analysée, gross. x 20 (Fronteau G., étude PCR Groupe Meule).

millimétrique (fig. 25 et 26). Cet ensemble faunique est fréquent dans les dépôts marins lutétiens du centre du Bassin de Paris et intervient notamment au Lutétien supérieur²³⁶. Des faciès de calcaires à cérithes et bivalves et de calcaires à potamides (*Potamides lapidum*) sont différenciés par C. Pommepeuy du calcaire à cérithes seuls (fig. 24)²³⁷.

6.4.2 Stratigraphie et gisements connus

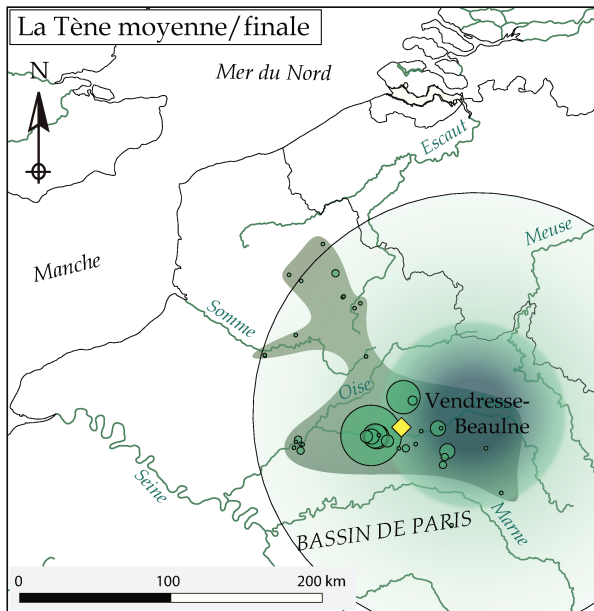
Les calcaires à cérithes affleurent au bord des plateaux de l'ensemble du Bassin de Paris en alternance avec des sables et argiles. L'épaisseur totale de la formation varie de 0 à 50 m mais atteint une vingtaine de mètres en moyenne²³⁸.

236 LAURENTIAUX *et al.* 1972, p. 5

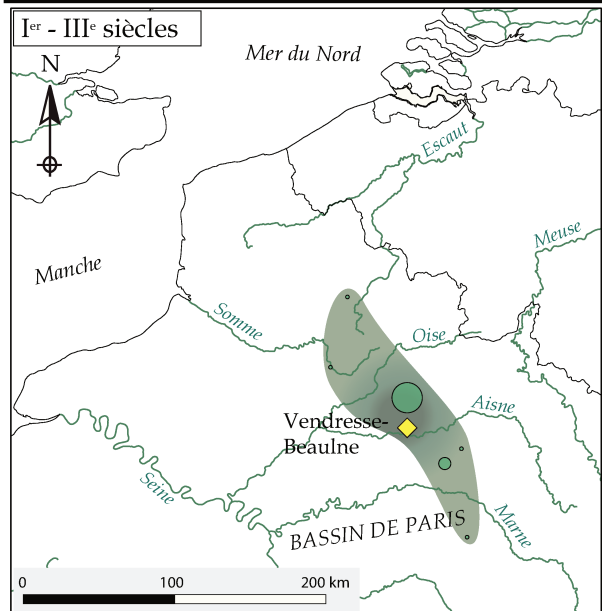
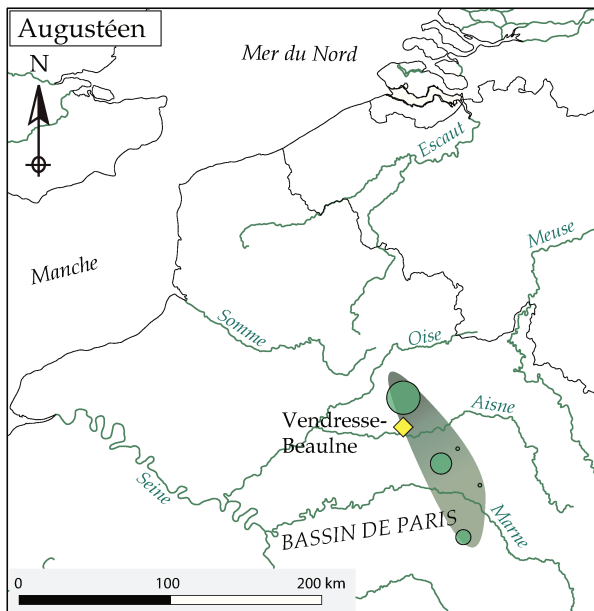
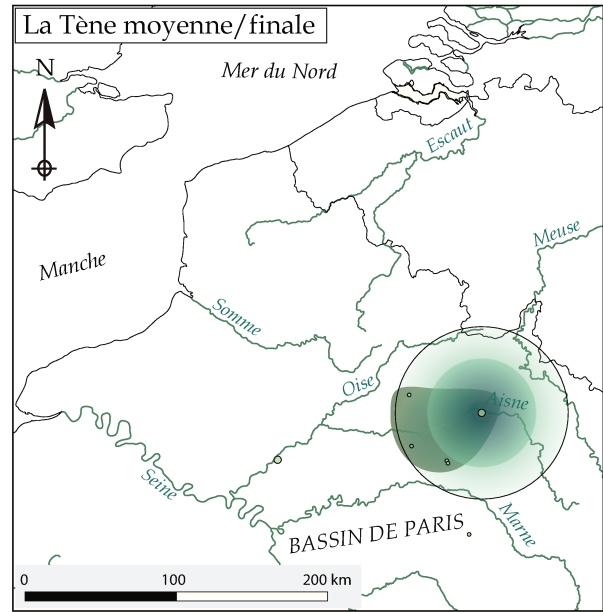
237 POMMEPUY 1999, p. 127

238 NAZE *et al.* 2011, p. 273

Calcaire à cérithes :



Calcaires à potamides et calcaires à limnées :



- Calcaires lutétiens d'Île de France d'après la carte géologique (BRGM)
- Meulière attestée, d'après NAZE *et al.* 2011
- Aire de diffusion des meules en calcaire à cérithes et en calcaires grossiers

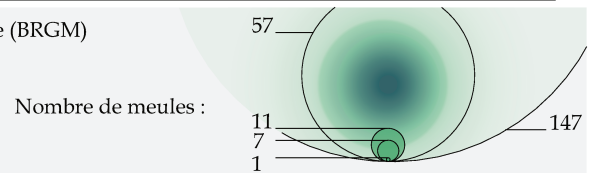


Figure 27 Cartes de répartition des meules en calcaire à cérithes gauloises, augustéennes, et romaines ; carte de répartition des meules en calcaire à *Potamides lapidum* et/ou en calcaire à limnées

Cette formation géologique contient une faune caractéristique d'une phase marine placée au sommet du cycle sédimentaire du Lutétien (Éocène moyen). Cet assemblage faunique est parfois remplacé par des fossiles de potamides (*Potamides lapidum*) ou de limnées caractéristiques d'un dépôt en milieu lagunaire ou saumâtre²³⁹. Cette succession est assez variable d'un bout à l'autre des affleu-

²³⁹ Faciès saumâtres non observés dans notre corpus mais reconnus par C. Pompey à Acy-Romance (Ardennes)

rements selon l'avancée de la mer dans la « baie » du Bassin parisien au Cénozoïque, et les différents faciès peuvent se succéder verticalement à l'échelle d'une même carrière²⁴⁰.

La découverte d'ébauches de meules rotatives dans le Soissonnais a récemment permis la localisation d'un atelier d'extraction de meules au lieu-dit « le Platis » à Vendresse-Beaulne (Aisne)²⁴¹. La formation s'y présente sous la forme de bancs durs et diaclasés de 3 à 4 m d'épaisseur alternant avec des couches de marne et d'argile²⁴². Les ébauches affichent un diamètre réduit caractéristique de la période gauloise (une trentaine de centimètre), mais le secteur est profondément perturbé par des carrières récentes et des bouleversements paysagers liés à la première guerre mondiale (Chemin des Dames). On ne connaît donc pas les modalités d'exploitation du matériau dans ce secteur.

6.5 Le calcaire à *Ditrupa*

Très peu de meules taillées dans ce matériau ont été enregistrées. Les seuls exemplaires gaulois sont relevés à Acy-Romance (Ardennes) dont les meules ont été réévaluées à l'occasion du colloque du *Groupe Meule* à Reims en 2014²⁴³. Les autres sont observés à l'époque romaine, principalement au Haut-Empire aux alentours de Reims (Marne - fig. 30)²⁴⁴.

6.5.1 Pétrographie

Cette roche calcaire jaune à beige est très légèrement gréseuse mais surtout très fossilifère (fig. 28). Elle contient des tubes calcifiés produits

CALCAIRE A DITRUPA

Âge géol. : Lutétien inférieur et moyen (Éocène)

Formation : sédimentaire

Texture : vacuolaire à massive (D à E)

Diffusion : Périmètre local (0-25 km) ?

Production :



La Tène finale – Antiquité

Figure 28 Calcaire à *Ditrupa strangulata*. Meule romaine de Reims (Marne). Photo macro gross. x 2.

Figure 29 Calcaire à *Ditrupa Strangulata* contenant de rares grains de quartz infra-millimétriques. Prélèvement sur affleurement de Terny-Sorny (Aisne). Lame mince observée au microscope optique en lumière polarisée non analysée, gross. x 40 (Fronteau G., étude PCR Groupe Meule)

« la Warde »: POMMEPUY 1999, p. 127

240 NAZE *et al.* 2011, p. 275

241 NAZE *et al.* 2011

242 POMEROL *et al.* 1984, p. 17

243 BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2017b

244 JODRY *et al.* 2017a ; FRONTEAU *et al.* 2017a ; ETCHART-SALAS 2017

par le ver *Ditrupa strangulata* et enfouis dans les vases calcaires du Lutétien moyen (Éocène moyen, ère Tertiaire - fig. 29)²⁴⁵. La très occasionnelle présence de nummulites indique toutefois une strate proche du Lutétien inférieur.

6.5.2 Stratigraphie et gisements

Les niveaux de calcaires lutétiens actuellement connus pour avoir fourni des meules rotatives sont situés dans le Soissonais, trente à cinquante kilomètres à l'ouest de Reims. Cependant, très peu de travaux concernent spécifiquement les calcaires à *Ditrupa*, bien connus des carriers sous l'appellation de « Banc de Saint-Leu », mais qui demeurent méconnus des archéologues et dont aucune carrière antique n'est attestée. Cartographiés par J.-P. Gély, ils occupent la moitié nord de l'Île-de-France géologique²⁴⁶. On les trouve sur la carte géologique au sein de la grande famille géomorphologique des « calcaires grossiers » du Lutétien inférieur et moyen dont les premiers bancs exploitables font leur apparition 5 km à l'ouest de Reims²⁴⁷. Ils affleurent sur les versants des vallées qui entaillent les plateaux tertiaires du Bassin parisien dont la Montagne de Reims est l'un des derniers reliefs avant la plaine crayeuse de Champagne.

6.6 La « Pierre à liards »

La Pierre à liards est un calcaire dont l'utilisation comme roche meulière paraît assez mineure en nombre d'individus. Cependant, son transport atteint une dimension extra-régionale à l'époque gauloise puisqu'on la retrouve fréquemment chez les Atrébates où elle est souvent confondue avec le « Grès de Pève » de Mons-en-Pévèle (Nord). La confusion est d'autant plus compréhensible que les deux roches sont quasi identiques à l'œil nu ; leur distinction réside dans la présence de foraminifères d'espèces différentes au sein de la famille des nummulitidés, chaque espèce caractérisant par ailleurs un étage géologique propre.

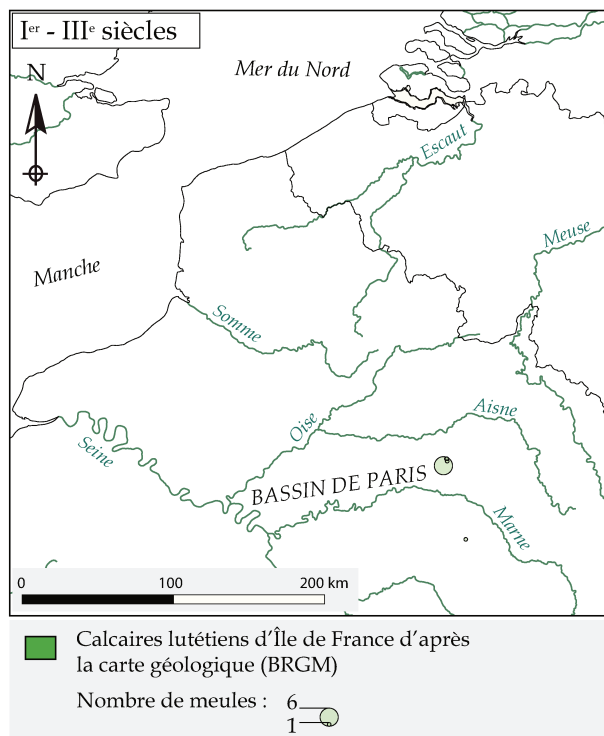


Figure 30 Carte de répartition des meules romaines en calcaire à *Ditrupa strangulata*.

PIERRE A LIARDS

Âge géol. : Lutétien inférieur (Éocène)

Formation : sédimentaire

Texture : hétérogène (B)

Approvisionnement : Périmètre extrarégional (0-150 km)

Production :



La Tène finale - Augustéen

245 PICAVET *et al.* 2011, p. 177

246 GÉLY 2009, p. 12

247 LAURAIN *et al.* 1976, p. 10-12

Figure 31 La lumachelle à *nummulites laevigatus* dite « Pierre à liards ». Meule gauloise de Lauwin-Planque (Nord). Photo macro taille réelle.

Figure 32 La lumachelle à *nummulites laevigatus* dite « Pierre à liards ». Meule gauloise de Lauwin-Planque (Nord). Photo macro gross. x 1,5

6.6.1 Pétrographie

La Pierre à liards est un calcaire blanc à beige essentiellement constitué d'un foraminifère²⁴⁸ particulier, *Nummulites laevigatus*, qui prend la forme de petites soucoupes blanches centimétriques qui rappellent la monnaie de l'Ancien Régime : le liard (fig. 31 et 32). À cet égard, il s'agit d'une lumachelle, amoncellement de restes fossiles, ici liés par une matrice carbonatée contenant parfois des milioles éparses et des grains de quartz.

On confond souvent cette roche avec le Grès de Pève, célèbre dans le Nord aux alentours de Mons-en-Pévèle. Celui-ci est plus gréseux que la Pierre à liard, et est surtout constitué d'un agrégat de *Nummulites planulatus elegans*, elles aussi blanches et centimétriques.

6.6.2 Stratigraphie

6.6.2.1 Les nummulites du Lutétien inférieur

La présence des *Nummulites laevigatus* est caractéristique du Lutétien inférieur au sein duquel la Pierre à liards surmonte directement les calcaires gréseux à glauconie et nummulites²⁴⁹. La multiplication des nummulites témoigne de la submersion du bassin et du passage à une mer franche, où le milieu devient moins sableux et plus carbonaté. L'apparition de *Ditrupa strangulata* marque le passage au Lutétien moyen et aux faciès nettement calcaires. On retrouve donc les nummulites le long de l'ensemble du paléo-rivage du Lutétien inférieur, étendu d'est en ouest à travers les plateaux de l'Île-de-France géologique du Laonnois au Vexin en passant par Paris²⁵⁰. Toutefois, la version lumachellique et consolidée de la formation est limitée à une zone s'étendant du Laonnois au bord de l'anticlinal du Pays de Bray, soit une petite moitié nord-est de cet espace, entaillée par la vallée de l'Aisne et la moyenne vallée de l'Oise. La « montagne couronnée » de Laon comme les édifices qui forment cette couronne monumentale, sont d'ailleurs principalement constitués de cette accumulation de *Nummulites laevigatus* que l'on retrouve aussi sur les hauteurs de Compiègne, de Noyon (Oise) et de Soissons (Aisne), et qui disparaît progressivement aux environs de Fismes (Marne).

248 Les foraminifères sont des organismes unicellulaires dont l'enveloppe se calcifie et se prête très bien à la fossilisation en milieu favorable.

249 BLONDEAU dans MÉGNIEN 1980, p. 418 ; ROBERT, LANDRÉAT 2005, p. 105-106

250 GÉLY 2009, p. 10

6.6.2.2 Les nummulites de l'Yprésien

La butte de Mons-en-Pévèle (Nord) est elle aussi coiffée de nummulites agglomérées mais d'une autre espèce, les *Nummulites planulatus elegans*, caractéristiques de l'Yprésien supérieur, précédant celui du Lutétien dans la stratigraphie géologique. L'Yprésien est surtout connu dans le bassin flamand pour les argiles de son assise inférieure qui recouvrent quasi intégralement le substrat crayeux du Crétacé. Le niveau supérieur sableux contenant les nummulites est largement érodé et seulement conservé grâce à sa grésification locale (Grès de Pève) au sommet de la butte témoin de Mons qui trône au cœur du bassin éocène d'Orchies²⁵¹.

6.6.3 Distribution

La Pierre à liards employée pour la taille de meules est bien celle du nord du Bassin de Paris, dont les bancs, atteignant 1 à 2 m d'épaisseur (localement 3 m dans le Noyonnais), sont plus favorables à une exploitation raisonnée que ceux de Mons-en-Pévèle, plus irréguliers et dont la ressource est assez limitée. On la trouve dès La Tène moyenne sous forme de meules rotatives dans la Somme chez les Ambiens, et étonnamment très peu à proximité directe de ses affleurements (fig. 33). Son transport atteint également de manière assez importante le territoire des Atrébates au nord, franchissant la chaîne de collines de l'Artois. Il convient même de signaler qu'un morceau de Pierre à liards constitue l'un des fragments de meule rotative les plus précoces du nord de la Gaule à Capelle-Fermont (Pas-de-Calais), accompagné de productions plus locales (tuf calcaire à limnées holocène)²⁵².

Ensuite la roche semble être assez vite abandonnée puisque les artefacts se raréfient avant la conquête romaine pour être remplacés par les calcaires à cérithes et à glauconie issus de la même province géologique lutétienne.

Quant au Grès de Pève, il semble n'avoir d'usage, au moins à partir de l'époque romaine²⁵³, que comme matériau de construction dans le Pévèle où la plupart des églises en sont bâties sur des fondations en grès « landénien ». Son usage pré-romain n'est pas évident, aucun outil macro-lithique n'étant répertorié dans ce matériau²⁵⁴.

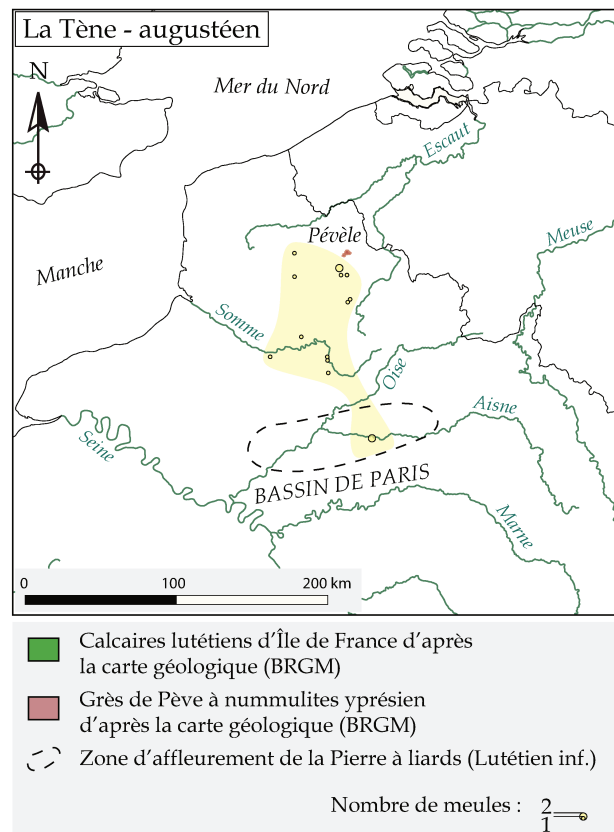


Figure 33 Carte de répartition des meules gauloises et augustéennes en calcaire à nummulites dit « Pierre à liards »

251 DESOIGNIES, SANGNIER 1968, p. 3

252 P. Picavet dans MASSE 2015

253 Des blocs « transportés » servent notamment d'éléments de remblai et de fondation sur la villa romaine de Dourges (Pas-de-Calais ; étude P. Picavet dans GEORGES, rapport en cours) et sur le site mérovingien de Villeneuve d'Ascq (Nord) « rue de la Liberté » (étude P. Picavet dans DUVIVIER, rapport en cours)

254 Communication personnelle C. Monchablon.

6.7 Le calcaire à glauconie et nummulites

Le calcaire à glauconie et nummulites est l'un des matériaux meuliers majeurs à l'époque romaine en Picardie, et montre déjà une certaine récurrence à partir de La Tène finale ainsi qu'une diffusion qui peut être parfois lointaine. De rares indices évoquent encore une confection de meules après l'époque romaine, mais cette évidence relève plus d'un usage semi-opportuniste du matériau au niveau local que d'une réelle industrie liée à un marché organisé.

6.7.1 Pétrographie

6.7.1.1 Description

Cette roche sédimentaire contient, dans une matrice carbonatée blanche à beige, de nombreux éléments détritiques grossiers et émoussés de quartz et de silex souvent verdis, des grains de glauconie grossière verdâtre²⁵⁵, ainsi qu'un type caractéristique de foraminifère, les *Nummulites laevigatus*, centimétriques, blanches et éparses (fig. 34 et 38). On relève parfois de très rares débris de bivalves (fig. 35), de gastéropodes (fig. 36) et empreintes fossiles de *Balanophyllia trochiformis* (anciennement *Eupsammia trochiformis*), un corail caractéristique des dépôts marins du Lutétien inférieur (fig. 37).

6.7.1.2 Variantes

Suite à l'identification d'un atelier de taille de meules à Vauxrezis près de Soissons (Aisne), B. Robert et J.-L. Landréat ont proposé une classification de quatre différents faciès solidifiés de ce matériau visibles à l'affleurement dans les vallées de l'Aisne et de l'Oise.

Un premier faciès très gréseux, caractéristique du secteur de Vauxrezis, montre une granulométrie hétérogène (1,5 à 4 mm), une répartition assez irrégulière des éléments grossiers et quelques défauts de cimentation localisés. Les nummulites sont rares et la glauconie bien présente²⁵⁶.

Un second faciès, caractéristique des environs de Beurieux en amont de l'Aisne, est mieux cimenté et plus homogène, avec des éléments moins grossiers (1,5 à 2 mm), des grains de glauconie moins nombreux et plus clairs, et des nummulites plus nombreuses²⁵⁷.

Deux autres faciès sont décrits mais sont très rares et non reconnus dans les séries de meules gallo-romaines picardes²⁵⁸. Le type 3, connu dans les environs de Nanterre (Hauts-de-Seine) présente des minéraux peu nombreux et très grossiers, fortement liés dans la matrice, ainsi que beaucoup

CALCAIRE À GLAUCONIE ET NUMMULITES

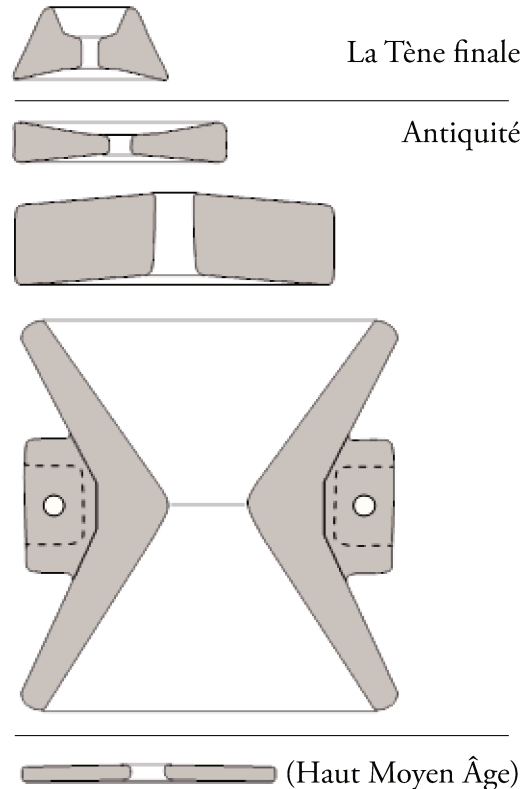
Âge géol. : Lutétien inférieur (Éocène)

Formation : sédimentaire

Texture : hétérogène (B)

Approvisionnement : Périmètre extra-régional (0-200 km)

Production :



²⁵⁵ La glauconie est un minéral argileux formé en milieu marin.

²⁵⁶ ROBERT, LANDRÉAT 2005, p. 106-107

²⁵⁷ ROBERT, LANDRÉAT 2005, p. 107-108

²⁵⁸ ROBERT, LANDRÉAT 2005, p. 112-114

Figure 34 Calcaire à glauconie et nummulites. Meule romaine de Saint-Christ-Briost (Somme). Photo macro taille réelle.

Figure 35 Calcaire à glauconie et nummulites avec empreinte de bivalve fossile. Meule gauloise de Longueil-Sainte-Marie (Oise). Photo macro gross. x 1,5.

Figure 36 Calcaire à glauconie et nummulites avec empreinte de gastéropode fossile. Meule romaine de Eu (Seine-Maritime). Photo macro taille réelle.

Figure 37 Calcaire à glauconie et nummulites avec empreintes de *Balanophyllia trochiformis*. Meule gauloise de Longueil-Sainte-Marie (Oise). Photo macro gross. x 1,5.

d'empreintes de *Balanophyllia*. Le type 4, plus fin, contient quelques restes de *Ditrupa strangulata* qui montrent la proximité du Lutétien moyen.

Ces différents matériaux montrent l'hétérogénéité des faciès solidifiés, plus ou moins cimentés et plus ou moins concentrés en éléments grossiers. Cette variété ne correspond pas à une différence de niveau géologique mais plutôt à une variation latérale de faciès.

Un facteur anthropique, le passage au feu, modifie aussi la matrice et les grains de la roche en leur donnant une teinte rose et une structure pulvérulente.

6.7.2 Stratigraphie

Les calcaires gréseux à glauconie et rares nummulites sont caractéristiques de la transgression marine du Lutétien inférieur (Éocène moyen) et apparaissent au sein de la formation dite de la « Glauconie grossière »²⁵⁹. En succession verticale, la glauconie se raréfie vers le haut et les dépôts se chargent en nummulites avec l'augmentation progressive du niveau de la mer lutétienne. La Glauconie grossière laisse alors la place à la « Pierre à liards », essentiellement constituée de nummulites jointives

259 POMEROL 1984, p. 16-17

dont la raréfaction puis la disparition au profit de *Ditrupa strangulata* caractérisent ensuite la mise en place des milieux calcaires du Lutétien moyen.

L'extension géographique des calcaires lutétiens est extrêmement large puisqu'on les retrouve de manière plus ou moins consolidée à flanc de vallée sur l'ensemble des plateaux tertiaires de l'Île-de-France géologique. La formation de la « Glauconie grossière » est parfois plus précisément localisée sur la carte géologique au sein du Lutétien mais ses affleurements sont dispersés dans le centre du Bassin parisien. La distinction des différents faciès pourrait permettre de cerner à l'avenir des secteurs de provenance plus restreints.

6.7.3 Exploitation et diffusion

Suite à la découverte fortuite d'une sépulture

dans une carrière moderne de « pierre à grains de sel » ou « poudingue quartzeux » à la fin du XIX^e siècle, un atelier d'extraction et de taille de meules a été reconnu dans ces niveaux à l'extrémité sud-ouest de la « Butte du Gué » dominant le village de Vauxrezis, 6 km au nord-ouest de Soissons, sur la rive droite du Ru du Moulin de Vaurezis²⁶⁰. Cet atelier a été de nouveau prospecté en 1995 par C. Pommepuy et B. Robert²⁶¹. D'après l'observation morphologique des ébauches de meules repérées, il semble surtout avoir été exploité à l'époque romaine puisqu'autant O. Vauvillé que B. Robert mentionnent la présence d'ébauches de meules de 50 cm de diamètre, format caractéristique des ratés de taille antiques²⁶².

D'après la carte de diffusion des meules, ce site pourrait déjà être l'épicentre de la diffusion des meules retrouvées dès La Tène finale dans la vallée de l'Aisne et la moyenne vallée de l'Oise (fig. 39). Cependant, comme le rappellent B. Robert et J.-L. Landréat, les faciès observés sur les meules gauloises sont variés et on ne peut exclure l'existence de plusieurs ateliers le long du paléo-rivage du Lutétien inférieur, et notamment autour des vallées de l'Aisne et de l'Oise. À titre d'illustration, le matériau 1 se retrouve plutôt sur le territoire des Suessions à cette époque, alors que le matériau 2 serait plutôt utilisé chez les Rèmes à l'est de la vallée de l'Aisne²⁶³. Le matériau 3 est retrouvé de manière très éparse d'un bout à l'autre de la zone d'affleurement des calcaires lutétiens indurés, et le quatrième faciès n'est présent qu'à Acy-Romance (Ardennes).

À l'époque romaine, la diffusion de ces meules devient extra-régionale, atteignant partiellement la Seine-Maritime à l'ouest et investissant plus largement la Champagne à l'est, mais la variété des faciès se restreint à deux types de matériaux. Ce constat implique soit l'activité d'un centre carrier majeur où les deux faciès seraient présents en succession verticale ou latérale, soit celle de plusieurs ateliers dispersés. Dans le premier cas, le mode d'exploitation s'approcherait de celui des grandes carrières de Fosses/Bellefontaine (Val-d'Oise) ou d'Hirson/Macquenoise (Aisne/Hainaut) qui sont seules exploitées sur le gisement géologique ; dans le second cas, on l'apparenterait à celui des

Figure 38 Calcaire détritique contenant des *Nummulites laevigatus* centimétriques (Num), des grains de glauconie infra-millimétriques (Gl) et de rares grains de quartz (Qz) millimétriques à pluri-millimétriques. Prélèvement sur affleurement de Terny-Sorny (Aisne). Lame mince observée au microscope optique en lumière polarisée non analysée gross. x 20 (Fronteau G., étude PCR Groupe Meule)

260 VAUVILLÉ 1898a et b ; VAUVILLÉ 1899

261 ROBERT, LANDRÉAT 2005

262 JACCOTTEY 2014, p. 21

263 ROBERT, LANDRÉAT, p. 107

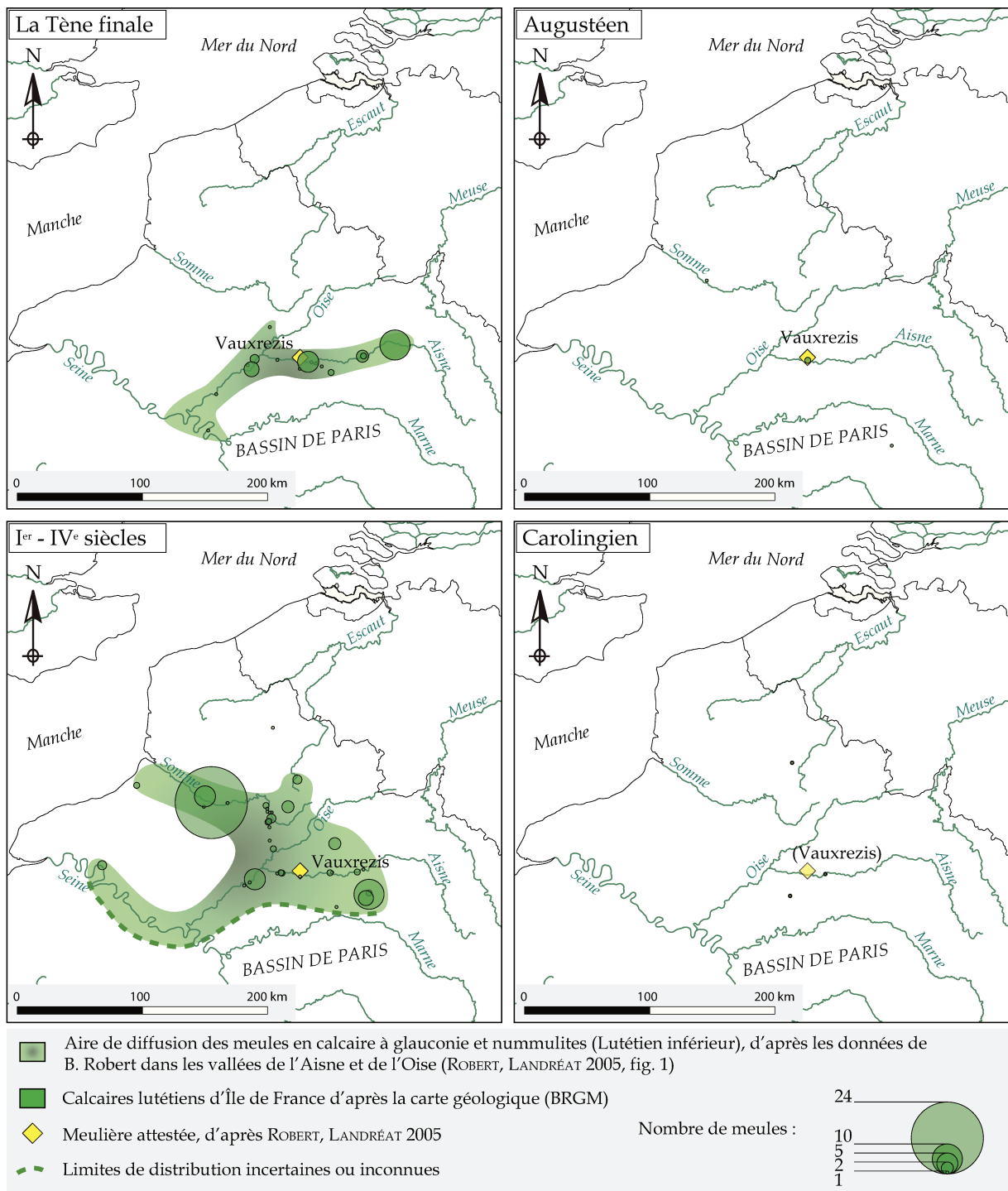


Figure 39 Carte de répartition des meules en calcaire à glauconie et nummulites (glauconie grossière) de La Tène finale au haut Moyen Âge.

poudingues de Seine-Maritime dont l'exigüité des affleurements implique une multiplication des exploitations.

Au haut Moyen-âge, on ne retrouve le matériau que très sporadiquement. La meta de Bourlon (Pas-de-Calais) est bien datée de la période carolingienne, ce qui atteste encore un transport assez lointain de ces productions concurrentement à la meulière d'Île-de-France. Il se pourrait cependant que cet exemplaire isolé soit un réemploi de meule romaine puisque les rares pièces possiblement alto-médiévales connues dans ce matériau sont des meules de type « hydraulique » conservées à Soissons mais dépourvues d'origine et de contexte archéologique. D'une part leur attribution chronologique

pourrait être romaine et donc les écarter de la question, d'autre part leur origine géologique peut être très locale et ne témoigne pas d'une réelle diffusion du matériau au haut Moyen Âge. Une dernière meule, atteignant 1 m de diamètre et datée du haut Moyen Âge est signalée à Vasseny (Aisne) par B. Robert et J.-L. Landréat²⁶⁴ ; ici aussi l'acquisition du matériau est probablement locale, puisque le village de Vasseny est situé directement en contrebas des affleurements du Lutétien inférieur.

GRÈS ET CONGLOMÉRATS DU PALÉOCÈNE ET DE L'ÉOCÈNE INFÉRIEUR

Plusieurs roches meulières placées stratigraphiquement entre le Paléocène et l'Éocène inférieur (Cénozoïque) ont été exploitées à différents endroits et à différentes époques. Ce sont des grès et conglomérats à ciment quartzitique formés par cristallisation d'un liant siliceux à l'intérieur de sables quartzeux contenant parfois des galets ou des fragments de roches. Ces grésifications sont souvent lenticulaires au sein de niveaux de sable bien développés, comme les formations des Sables et Grès de Fosses et de Belleu (Yprésien supérieur). Mais dans les secteurs les plus érodés où les niveaux sus-jacents ont disparu, ces sables et grès font souvent figure de buttes et bancs résiduels. C'est le cas des buttes tertiaires qui émergent des plaines du nord de la France et de Belgique, et des lentilles de poudingue de Seine-Maritime : les sables déposés à la fin du Thanétien (Paléocène) ont été cimentés au début de l'Yprésien (Éocène).

Ces formations sédimentaires qui couvrent partiellement les bassins flamand et parisien (séparés au Cénozoïque par le soulèvement de l'Artois) se retrouvent sous la même forme dans le Bassin de Londres, simplement isolé des précédents par l'effondrement du « Pas-de-Calais » au Quaternaire. Autant les *sarsen stones* (grès quartzitiques) que les *puddingstones* (poudingues) sont donc identifiés dans les séries de meules rotatives en Angleterre comme en France et en Belgique. Il s'agira de les distinguer par la pétrographie, la typologie et la distribution.

6.8 Le Grès de Fosses-Belleu

Le Grès de Fosses-Belleu est une roche qui peut facilement être confondue à l'œil nu avec les grès dits « landéniens ». Sa formation, bien que plus tardive, en est très similaire mais ses éléments constitutifs en font un faciès caractéristique qui le distingue des autres grès quartzitiques tertiaires. Depuis le colloque de Reims (2014), les productions de meules en Grès de Fosses-Belleu sont bien caractérisées au cours du temps et leur

GRÈS DE FOSSES-BELLEU

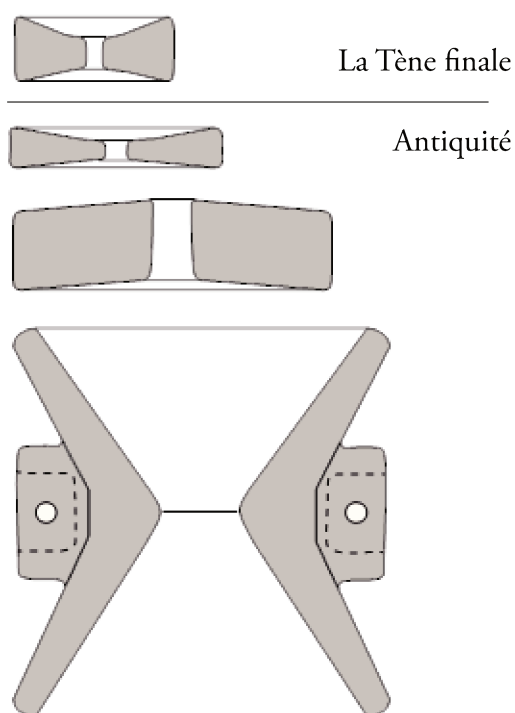
Âge géol. : Yprésien (Éocène)

Formation : sédimentaire

Texture : granulaire à forte cohésion (A2)

Diffusion : Périmètre extrarégional (200 km)

Production :



264 ROBERT, LANDRÉAT, p. 106

Figure 40 Le Grès de Fosses-Belleu. Meule romaine de Beauvais (Oise). Photo macro gross. x 2 cm

Figure 41 Grès quartzitique à grains infra-millimétriques de quartz (Qz), de silex (Si) et de feldspath potassique (FK). Meule romaine. Lamme mince observée au microscope optique en lumière polarisée non analysée (Fronteau G., étude PCR Groupe Meule)

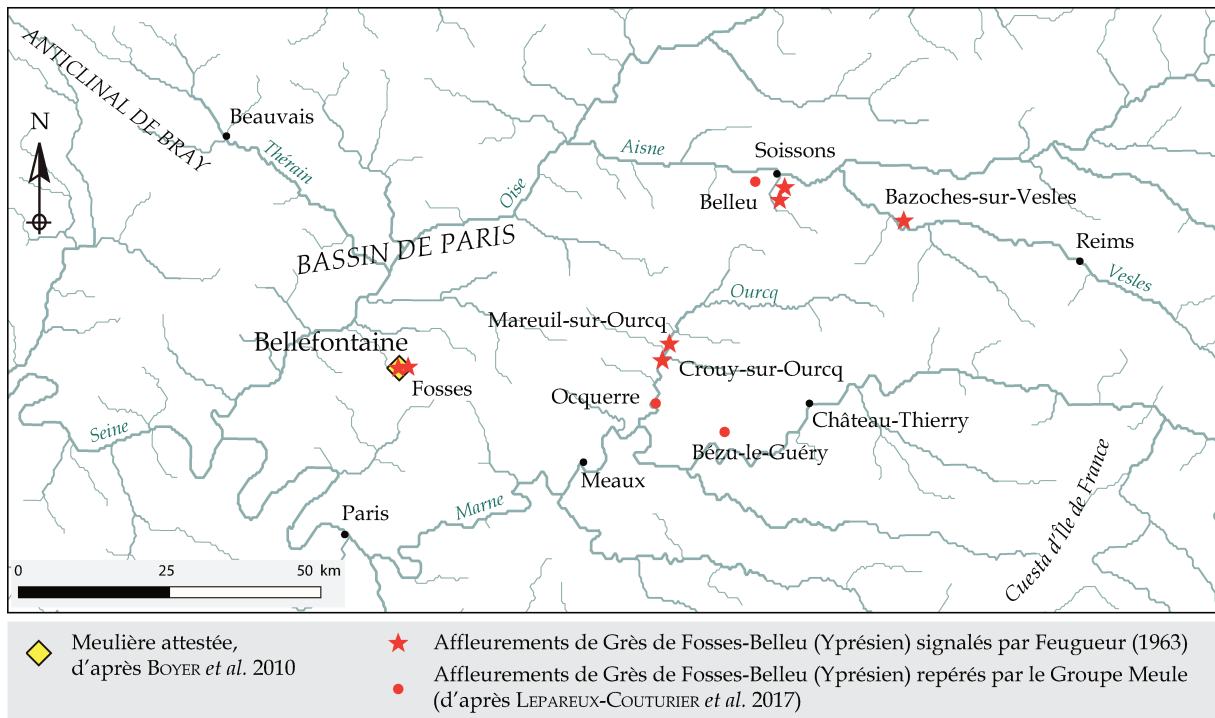


Figure 42 Carte des grésifications de la formation des sables de Cuise (Yprésien sup.) : les Grès de Fosses-Belleu

distribution peut être appréhendée du Néolithique ancien à la fin de l'Antiquité²⁶⁵. Elles sont notamment identifiées autour de l'Île-de-France où sont connues des carrières d'extraction. On les trouve d'abord localement à la période gauloise, puis entre le nord de la région Centre, la Somme, la Seine-Maritime et l'ouest de la Champagne à l'époque romaine (fig. 44). Une gamme très complète d'outils de mouture est proposée par ces ateliers : des meules manuelles cylindriques plates, des meules à entraînement central, mais aussi, plus inattendues, des meules de type « Pompéi ».

265 LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017a

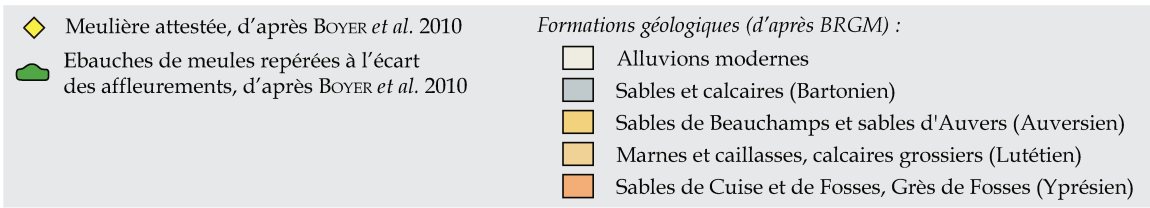
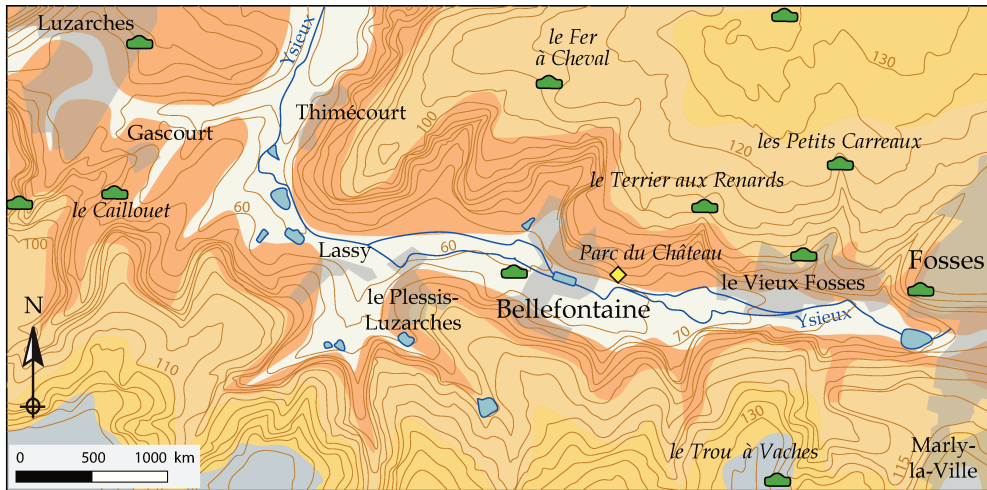


Figure 43 Carte du secteur des meulières de Fosses/Bellefontaine (Val-d'Oise)

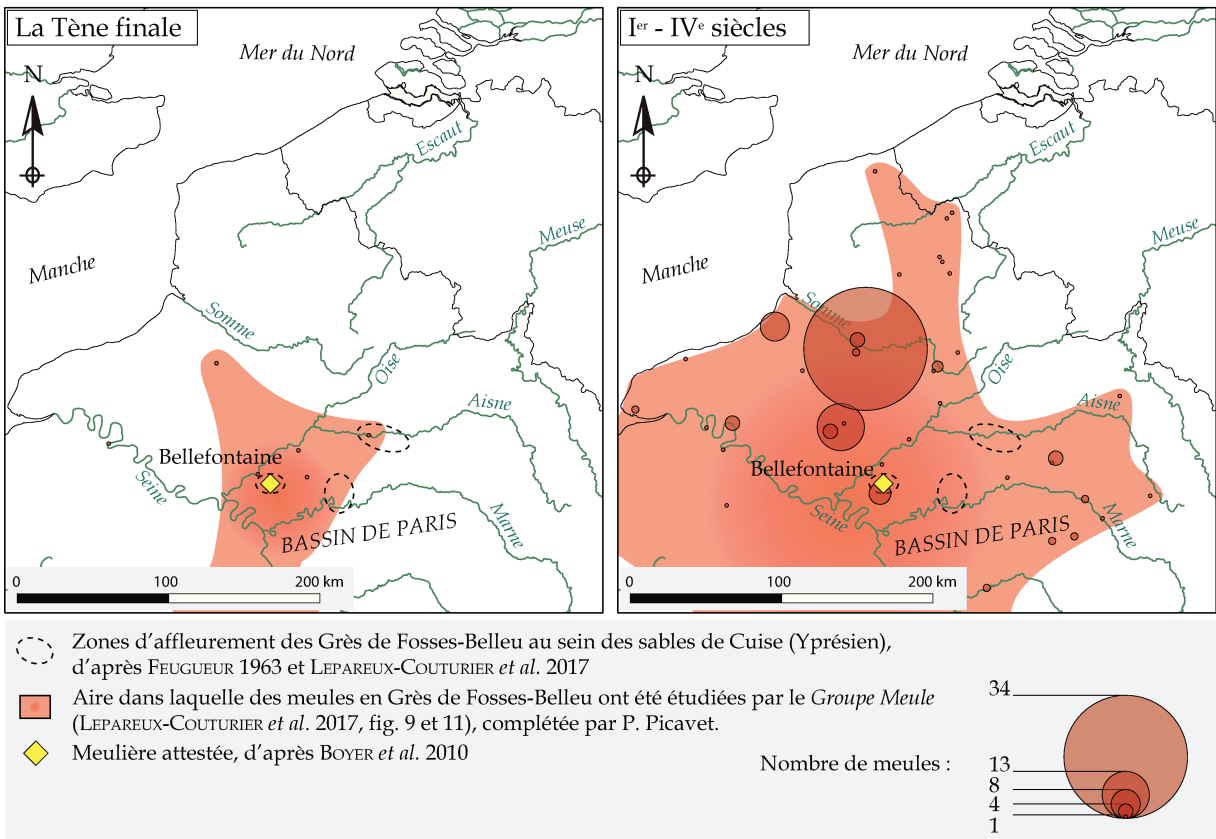


Figure 44 Carte de répartition des meules en Grès de Fosses-Belleu de La Tène finale à la fin de l'Antiquité.

6.8.1 Pétrographie

Le Grès dit de Fosses-Belleu est massif, gris parfois beige et moyennement grossier. Il est à classer parmi les grès quartzitiques (grains jointifs à cimentation siliceuse) et contient d'assez nombreux cristaux de feldspath blancs et grains de silex noirs infra-millimétriques qui en font un faciès très caractéristique, facilement identifiable à l'œil nu (fig. 40 et 41).

6.8.2 Stratigraphie et gisements connus

Ce matériau est présent sous forme de grésifications localisées au sein des formations des Sables de Fosses et des Sables de Belleu déposés au cours de l'Yprésien supérieur (Éocène inférieur). Il affleure sur plusieurs versants de plateaux du nord du Bassin de Paris suivant un paléo-rivage cuisien nord-est – sud-ouest. Il est généralement connu sous l'appellation « Grès de Belleu » dans le secteur de Soissons (Aisne) où une lentille a été exploitée jusqu'à épuisement aux époques moderne et contemporaine pour le pavage des routes du Soissonnais²⁶⁶. Les meules va-et-vient protohistoriques identifiées par C. Pommeupuy dans la vallée de l'Aisne proviennent vraisemblablement de ces affleurements de Belleu²⁶⁷.

D'autres lentilles gréseuses ont été identifiées par L. Feugueur puis par C. Pomerol lors de l'établissement de la carte géologique, notamment entre Vauxcastille et Vierzy, à Bazoches-sur-Vesles et à Bézu-le-Guéry (Aisne) (fig. 42)²⁶⁸.

Une autre grésification équivalente a été identifiée dans la vallée de l'Ysieux, affluent de l'Oise, dans le secteur de Fosses, Bellefontaine et Luzarches (Val-d'Oise) et la carrière moderne de Fosses en fournit la coupe de référence²⁶⁹. Dans cette zone, les prospections systématiques de la section des *Jeunesses Préhistoriques et Géologiques de France* de Villiers-le-Bel ont mis en évidence une exploitation meulière datée de l'Antiquité dans le parc de la maison de retraite de Bellefontaine (Château de Bellefontaine)²⁷⁰. D'énormes quantités de déchets d'extraction du matériau, blocs, ébauches et éclats de taille, y sont accumulés sur 6 ha. Plusieurs ateliers de taille sont aussi dispersés en retrait des carrières sur les versants de la vallée et sur le plateau (fig. 43). En témoigne la découverte en prospection de nombreuses ébauches de meules rotatives associées à du mobilier antique à Bellefontaine aux lieux-dits « le Fer à Cheval », « le Grand Clos », « Sous le Bois Lionnet », « la Garenne », « la Miséraille » et « le Terrier aux Renards » ; à Fosses, au « Buisson de la Miséraille », aux « Petits carreaux » et au « Cimetière Saint-Étienne » ; et sur le territoire de Luzarches, à « la Pièce de la Carrière », aux « Petits Carreaux », et à « la Biche »²⁷¹.

6.9 Les grès quartzitiques dits « landéniens »

Une série de meules rotatives relevées sur les occupations de La Tène finale, parfois étendues au début de l'époque romaine chez les Ménapiens, les Nerviens et les Atrébates, est constituée de grès quartzitique fin parfois glauconieux. Quelques meules alto-médiévales sont aussi localement taillées dans ce matériau dans les zones où il est disponible.

De nombreux affleurements de cette roche tertiaire existent dans les bassins parisien et flamand, mais seuls trois foyers meuliers principaux sont cernés sur l'ensemble du territoire, et aucun atelier de taille de meule n'est reconnu.

266 POMEROL *et al.* 1984, p. 14-16

267 POMMEPUY 1999, p. 119-121

268 FEUGUEUR 1963, pl. 4 ; POMEROL *et al.* 1984, p. 15

269 MÉGNIEN, BERGER 2006, p. 9

270 BOYER *et al.* 2010

271 BOYER *et al.* 2010, p. 12

Le premier foyer se situe dans le Hainaut chez les Nerviens, le deuxième sur le littoral flamand chez les Ménapiens, et le troisième en Haute-Normandie avec un faciès de grès singulier.

Les autres séries sédimentaires qui peuvent prêter à confusion à l'œil nu, celles du Bassin parisien notamment (Grès de Fontainebleau du Stampien dans l'Oligocène, Grès de Beauchamps du Bartonien ou Grès de Montpothier dans l'Éocène), mais aussi les nombreux grès et quartzites belges, ne semblent pas, ou très ponctuellement, avoir servi à la fabrication de meules rotatives entre la fin de l'époque gauloise et le début du Moyen Âge.

6.9.1 Pétrographie

6.9.1.1 Faciès Flandre-Hainaut

Deux ensembles de meules cantonnés à La Tène finale et au début de l'époque romaine sont constitués de grès très semblables. Bien que ces deux grès semblent provenir de deux foyers géographiques distincts, l'un situé en Hainaut, l'autre vers le littoral flamand, ils présentent la même composition minéralogique et le même aspect macroscopique et microscopique (fig. 45 à 50)

GRÈS QUARTZITIQUES

Âge géol. : Thanétien/Yprésien
(Paléocène/Éocène)

Formation : sédimentaire

Texture : granulaire à forte cohésion (A2)

Diffusion : Périmètre régional (5-100 km)

Production :



La Tène finale



Haut Moyen Âge

Figure 45 Catillus gaulois en grès quartzitique fin de Carvin (Pas-de-Calais). Les surfaces corticales de la roche sont encore visibles sur le flanc, simplement adoucies par piquage.

Figure 46 Grès quartzitique fin gris non glauconieux. **Figure 47** Grès quartzitique fin gris à glauconie (grains verdâtres). Meule romaine de Pitgam (Nord) . Photo gross. x 2
Meule gauloise de Carvin (Pas-de-Calais). Photo taille réelle.

Figure 48 Grès quartzitique constitué de grains de quartz anguleux engrenés (Qz) avec cimentation peu développée et contenant de rares grains infra-millimétriques de glauconie (Gl). Meule gauloise de Lesquin (Nord). lame mince observée au microscope optique en lumière polarisée non analysée, gross. x 100 (Fronteau G., étude PCR Groupe Meule)
Figure 49 Grès quartzitique constitué de grains de quartz anguleux engrenés (Qz) avec cimentation peu développée et contenant de rares grains infra-millimétriques de glauconie (Gl). Meule gauloise de Lesquin (Nord). lame mince observée au microscope optique en lumière polarisée analysée, gross. x 100 (Fronteau G., étude PCR Groupe Meule)

Figure 50 Grès quartzitique constitué de grains de quartz anguleux engrenés (Qz) avec cimentation peu développée et contenant de rares grains infra-millimétriques de glauconie (Gl). Meule romaine précoce de Steene (Nord). lame mince observée au microscope optique en lumière polarisée non analysée, gross. x 100 (Fronteau G., étude PCR G. Meule)
Figure 51 Grès quartzitique constitué de grains de quartz anguleux engrenés (Qz) avec cimentation peu développée et contenant de rares grains infra-millimétriques de glauconie (Gl). Meule romaine précoce de Steene (Nord). lame mince observée au microscope optique en lumière polarisée analysée, gross. x 100 (Fronteau G., étude PCR G. Meule)

Ce sont des grès fins gris à structure quartzitique, essentiellement constitués de grains de quartz infra-millimétriques (0,1 à 0,3 mm) plus ou moins roulés et engrenés les uns dans les autres. Le qualificatif « quartzitique » est dû au caractère jointif des grains de quartz, liés par un ciment siliceux peu développé mais très cohérent et dépourvu de porosité. La texture peut passer à l'état saccharoïde jusqu'à pulvérulent quand la cimentation est moins forte ou altérée. Ces faciès renferment de rares (parfois absents) grains infra-millimétriques noirs à reflets verts de glauconie (rouge orangé quand la glauconie est oxydée) ainsi qu'une très faible quantité de minéraux lourds (zircon, tourmaline, rutile, etc.)²⁷². Certains blocs présentent une patine de surface parfois oxydée rousse, associée à une altération physique due à l'érosion qui leur confère un aspect mamelonné. Ces surfaces corticales restent parfois visibles sur le flanc des meules, dont le façonnage est peu abouti par simple adoucissement des arêtes d'enlèvement (fig. 51).

Des analyses pétrographiques plus poussées (par cathodoluminescence par exemple) donneraient des résultats précis sur l'origine des différents faciès, mais ces méthodes nouvelles sont pour le moment réservées à des applications de pointe en géologie²⁷³. Cependant, avec le développement croissant de l'interdisciplinarité au profit à la fois de l'archéologie et de la géologie, ces méthodes deviennent accessibles aux archéologues et l'on constate déjà les prémices de leur application à l'étude du mobilier archéologique en pierre²⁷⁴. Des tests sont réalisés sur des matériaux bien précis, quartzites, silex, roches volcaniques, et annoncent l'établissement de grands référentiels pour la détermination de l'origine des roches. Il pourrait être possible, à l'avenir, de déterminer l'origine des meules en grès quartzitique, et de trancher entre l'exploitation d'un seul gisement et l'activité de plusieurs ateliers disséminés sur plusieurs affleurements.

Figure 52 Grès de faciès normand. Meule gauloise de Heudebouville (Eure). Photo macro taille réelle.

Figure 53 Grès quartzitique à nombreuses empreintes de bivalves fossiles. Meule gauloise d'Arques-la-Bataille (Seine-Maritime). Photo macro taille réelle.

Figure 54 Grès quartzitique à empreintes de bivalves et de tubes fossiles. Meule romaine de grand format d'Eu (Seine-Maritime). Photo macro taille réelle.

272 LEPLAT, VIVIER 1969, p. 76

273 BAELE *et al.* 2016

274 VELDEMAN *et al.* 2012

6.9.1.2 Faciès Haute-Normandie

Un troisième foyer de diffusion de meules en grès quartzitique est identifié en Haute-Normandie, autour de la vallée de la Seine et sur le littoral, mais avec des faciès assez variables qui suggèrent probablement des origines géologiques différentes. Les faciès principaux diffèrent des précédents par leur granulométrie plus grossière, par l'absence de glauconie et par la présence de fragments moyennement grossiers et émoussés de quartz et de silex noir (fig. 52). Certaines meules présentent un agglutinement d'empreintes de bivalves fossiles (fig. 53).

Une meule de grand format gallo-romaine découverte sur le site du « Bois l'Abbé » à Eu (Seine-Maritime) présente un faciès différent de celui observé sur les petites meules manuelles de La Tène finale et du début de l'époque romaine dans la basse vallée de la Seine. Si ces dernières montraient une roche de granulométrie moyenne et pourvue d'une quantité importante d'éléments grossiers, celle-ci est fine et homogène, et présente de nombreuses empreintes de coquilles fossiles (fig. 54).

6.9.2 Stratigraphie

6.9.2.1 Les grès « landéniens »

Le manque d'éléments directeurs (fossiles) dans les grès dits « landéniens » du nord de la France et de Belgique rend à première vue difficile leur placement au sein d'un étage géologique précis, et encore plus la localisation de leur gîte primaire. Leur abondance et la fréquence de leur usage a pourtant favorisé leur caractérisation au sein des niveaux tertiaires du grand bassin anglo-parisien pris au sens géologique. Sur le continent, entre le Pays de Bray et le Brabant flamand, ils sont systématiquement associés à des sables de même âge dont ils ne sont qu'une exception localement cimentée (fig. 55).

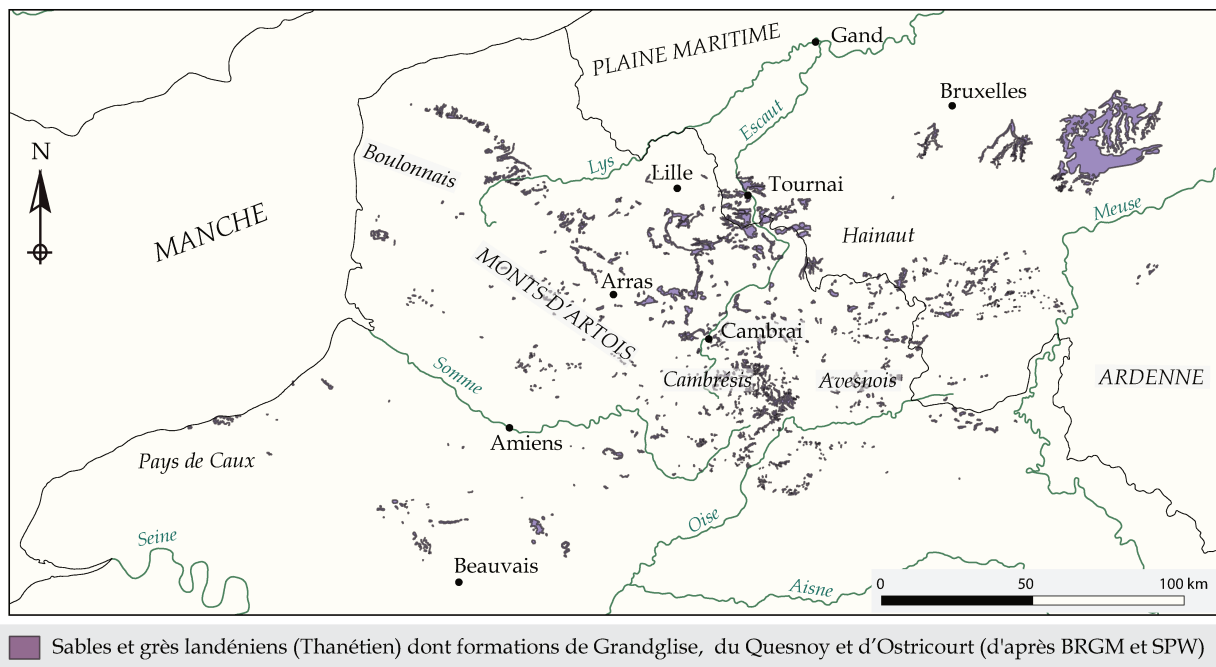


Figure 55 Carte des affleurements de sables et grès dits «landéniens» (Thanétien sup. /Yprésien inf.) dans le bassin flamand et le nord-ouest du Bassin de Paris.

On les désigne parfois comme des silcrètes, ou croûtes siliceuses, au même titre que les poudingues utilisés pour la taille de meules en Normandie et en Angleterre (voir § 6.10).

Les sables et grès « landéniens » sont caractéristiques des faciès du Paléocène et de l'Éocène inférieur, déterminés par la succession de plusieurs petits cycles sédimentaires qui ont conduit à la formation des dépôts sableux marins et continentaux. En lames minces, les grès sont essentiellement constitués de grains de quartz de granulométrie très homogène (fig. 47 et 48) ; seuls les grains de glauconie et les rares minéraux lourds s'en distinguent et fournissent des indices supplémentaires pour leur identification.

Dans le cas où la glauconie est présente, les sables prennent une teinte verdâtre et sont le fruit d'un dépôt en milieu marin correspondant au Thanétien inférieur et moyen (ancien Landénien marin)²⁷⁵. Si la glauconie est absente, le dépôt sédimentaire est fluvio-continentale ou lagunaire et correspond généralement au Thanétien supérieur/Yprésien inférieur (ancien Landénien continental)²⁷⁶. Mais dans certains cas, la glauconie des sables marins est totalement altérée et il n'est pas possible de faire une franche distinction stratigraphique. Les empreintes de végétaux que l'on observe dans les grès confirment la nature continentale de certains milieux de mise en place (fig. 56). La cimentation de ces matériaux intervient ensuite à l'Yprésien lors d'une phase régressive qui associe une mise à nu du sédiment et une circulation d'eaux souterraines provoquant une modification chimique de ses constituants et une migration de la silice qu'ils contiennent²⁷⁷.

Tous ces matériaux sont désignés par des appellations différentes selon la région où ils affleurent et le lieu où se trouve la coupe de référence. Dans le bassin de Londres ils sont rassemblés sous l'appellation générique de *sarsen*, mais ils n'y ont livré que très peu de meules rotatives²⁷⁸. En Belgique, ils correspondent au Groupe de Landen²⁷⁹, équivalent des sables et grès « landéniens » dits d'Ostricourt en France.

Au sein de ces unités, les séries verdâtres (glauconieuses) sont attribuées à l'assise des Sables de Bracheux dans le nord de la France et dans le centre du Bassin de Paris, et à la formation de Hannut dans le Hainaut belge et en Hesbaye, comprenant notamment les grès du membre de Grandglise²⁸⁰. Les séries blanches (non glauconieuses) sont nommées « Sables et Grès du Quesnoy » en France²⁸¹ et sont équivalentes à la formation de Tienen côté belge²⁸².

Dans le nord du Bassin de Paris et sur les hauteurs ardennaises et artésiennes, ces formations sablo-gréseuses sont intercalées entre le substrat paléozoïque (primaire) ou mésozoïque (secondaire) et les limons quaternaires, dont elles émergent localement sous forme de buttes témoins ayant résisté à l'érosion. Dans la plaine flamande, elles sont coiffées d'une épaisse couche d'argiles tertiaires (sur-

Figure 56 Empreinte de feuille fossile sur bloc de grès quartzitique fin gris non glauconieux. Allaines (Somme). Photo macro taille réelle.

275 Niveaux « e2b-a » de la carte géologique : CELET 1968, p. 4 ; LAGA *et al.* 2001, p. 139

276 Niveaux « e2c » de la carte géologique : CELET 1968, p. 3-4 ; LAGA *et al.* 2001, p. 139

277 DUPUIS *et al.* 2014, p. 69

278 GREEN 2016a, p. 350

279 LAGA *et al.* 2001, p. 139

280 HENNEBERT, DOREMUS 1997, p. 27

281 DELATTRE 1960, p. 2-3

282 LAGA *et al.* 2001, p. 139

tout yprésiennes mais aussi postérieures) et ne sont dégagées que par l'érosion fluviale des affluents de l'Escaut.

Les grès sont assez rares à l'affleurement au regard de l'étendue des sables « landéniens ». En Belgique, ils sont particulièrement bien développés dans leur version glauconieuse dans les secteurs de Grandglise et de Blaton, mais aussi signalés vers Merbes-le-Château et Bouffloulx (Hainaut)²⁸³. Les grès non glauconieux sont à rechercher à l'est du Brabant flamand et au sud-est du Brabant wallon. En France, les secteurs de Béthune/Ruitz (Pas-de-Calais)²⁸⁴, du Valenciennois²⁸⁵ et du Cambrésis²⁸⁶ (Nord) sont connus pour leurs épaisses grésifications, mais il en existe de multiples d'importance moindre, réparties dans tout le nord du Bassin parisien. Toutefois, ces gisements ont été largement exploités tout au long de l'Histoire et la détection de meulières anciennes y semble illusoire au regard de la systématisation du pavage des rues et des routes aux époques médiévale et moderne. Dans toutes les zones sableuses, on retrouve aussi des grès en abondance sous forme de blocs erratiques érodés et remaniés à la base des limons par la dynamique périglaciaire quaternaire, puis en surface par érosion différentielle des terrains (grès ladères, grès mamelonnés, etc.). Ce matériau est donc au plus fort de la disponibilité, mais sa répartition irrégulière ne permet ni de localiser précisément un centre de production meulière, ni de constater une exploitation intensive antérieure à l'époque moderne, bien que de petites activités d'extraction antiques et médiévales aient été repérées dans l'Artois et dans le Cambrésis²⁸⁷. De même, les formations gréseuses et sableuses ne sont pas différenciées sur la carte géologique, ce qui empêche par conséquent de sélectionner des gisements à prospecter.

6.9.2.2 Le grès quartzitique des monts des Flandres

Les monts des Flandres, situés dans la région dite du Houtland, entre le littoral sableux flamand et le Hainaut, forment une chaîne de buttes témoins tertiaires qui émerge au milieu d'une épaisse plaine argilo-limoneuse²⁸⁸. Ils exposent une succession de séries sédimentaires de sables, argiles, calcaires, grès et conglomérats plus ou moins consolidés datant de l'Yprésien au Pliocène.

Les grès ferrugineux du Pliocène présents au sommet des monts n'ont livré qu'un seul fragment de meule sur le site de Bierne (Nord). En revanche, il est fort probable que les meules en grès quartzitique découvertes sur la plaine littorale flamande (sites de Bierne, Steene,

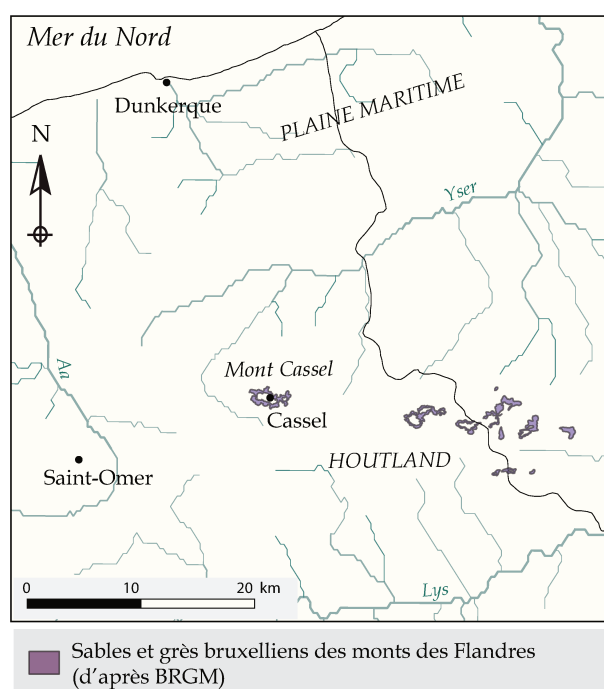


Figure 57 Carte des affleurements de sables et grès bruxelliens des monts des Flandres.

283 GULINCK, HACQUAERT 1954, p. 457

284 DELATTRE 1960

285 DESOIGNIES 1966

286 CELET 1968

287 Dans l'Artois à Ruitz et Béthune (Pas-de-Calais) : DELEPIERRE 2009 et NOTTE 2012, p. 23-30 ; dans le Cambrésis à Marquion (Pas-de-Calais) : PRILAUX 2011

288 LERICHE 1921

Pitgam dans le Nord) proviennent des niveaux bruxelliens (équivalent du Lutétien inférieur, Éocène) visible dans les flancs du Mont Cassel ou du Mont des Récollets qui surplombent ces sites (fig. 57). Le faciès panisélien sus-jacent aux argiles yprésiennes présente en effet des grésifications de sables glauconieux qui ont été exploitées à l'époque moderne. Cette origine n'a pu être confirmée en raison d'une trop grande similitude à l'échelle macro- et microscopique des faciès flamands et hainuyers, mais est très probable au regard de la distribution des meules rotatives en grès quartzitique, dans le Hainaut d'une part, et sur la plaine flamande d'autre part.

6.9.2.3 Le grès du Pays de Caux ?

En Normandie, un grès commence à être observé au sein du matériel de mouture régional au moment de la transition entre l'Âge du Fer et l'époque romaine, et ponctuellement au Haut-Empire. Le faciès relativement fin de la meule du « Bois l'Abbé » à Eu (Seine-Maritime) peut être rapproché de celui, plus grossier et contenant des grains de quartz et de silex émoussés pluri-millimétriques, des meules manuelles d'époque romaine précoce enregistrées à Heudebouville (Eure)²⁸⁹ et Orival (Seine-Maritime)²⁹⁰.

Ces matériaux pourraient être apparentés aux grès thanétiens/yprésiens du Pays de Caux observés dans le secteur de Varengeville-sur-Mer (Seine-Maritime) et qui coiffent très localement le substrat crayeux au sein de sables blancs non glauconieux incorporant des fragments de silex²⁹¹. Ils forment de grandes tables qui ont pu être exploitées à petite échelle dans une fenêtre chronologique assez restreinte.

Il faut aussi regarder du côté des grès portlandiens (Jurassique supérieur) de l'anticlinal du Pays de Bray qui affleurent au sud-est de Neufchâtel-en-Bray²⁹². Toutefois, la rareté de l'observation de ces meules en Seine-Maritime pourrait aussi traduire l'éloignement de leur centre de production. Elles ne sont pas non plus connues au nord ni à l'est, ce qui élimine le Jurassique boulonnais ; il faudrait alors rechercher la pierre vers l'ouest, aux marges du socle armoricain.

Tout reste donc à faire au sujet de ces roches meulières mineures exploitées à une époque où certains ateliers et/ou leurs réseaux de distribution semblent faire défaut.

6.9.3 Choix et exploitation

Les bancs « landéniens » consolidés sont exploités en carrières jusqu'au XX^e siècle. À Marquion/Sauchy-Lestrées (Pas-de-Calais)²⁹³, à Ruitz (Pas-de-Calais) « les Meurets »²⁹⁴ et sur la Grand-Place de Béthune (Pas-de-Calais)²⁹⁵, des fronts et fosses d'exploitation de ces plaquages gréseux ont pu être fouillés et ont livré des déchets de taille, révélant la recherche raisonnée et l'équarrissage de ces matériaux pour un usage précis. Les fosses sont datées du Néolithique à l'époque romaine à Marquion, et sont postérieures à l'Antiquité à Ruitz. À Béthune, c'est une épaisse dalle montrant des traces d'extraction directe qui a été mise au jour et datée du Moyen Âge. Toutefois, la plupart du temps, les bancs gréseux ont été entièrement exploités et les carrières anciennes oblitérés par l'extraction postérieure de matériaux de construction et de pavés²⁹⁶.

Les blocs erratiques ont aussi fait l'objet d'une acquisition partout où ils apparaissaient et à toutes les époques. La disponibilité de blocs préformés dans le milieu naturel implique en effet un faible

289 Fouille D. Lukas : LUKAS 2013

290 Fouille C. Basset : BASSET 2017

291 DUPUIS, STEURBAUT 1987, p. 235 ; DUPUIS *et al.* 2014, p. 68

292 KUNTZ *et al.* 1979, p. 4

293 PRILAU 2011

294 DELEPIERRE 2009

295 NOTTE 2012, p. 16-18 et 23-30

296 DUSAR *et al.* 2009

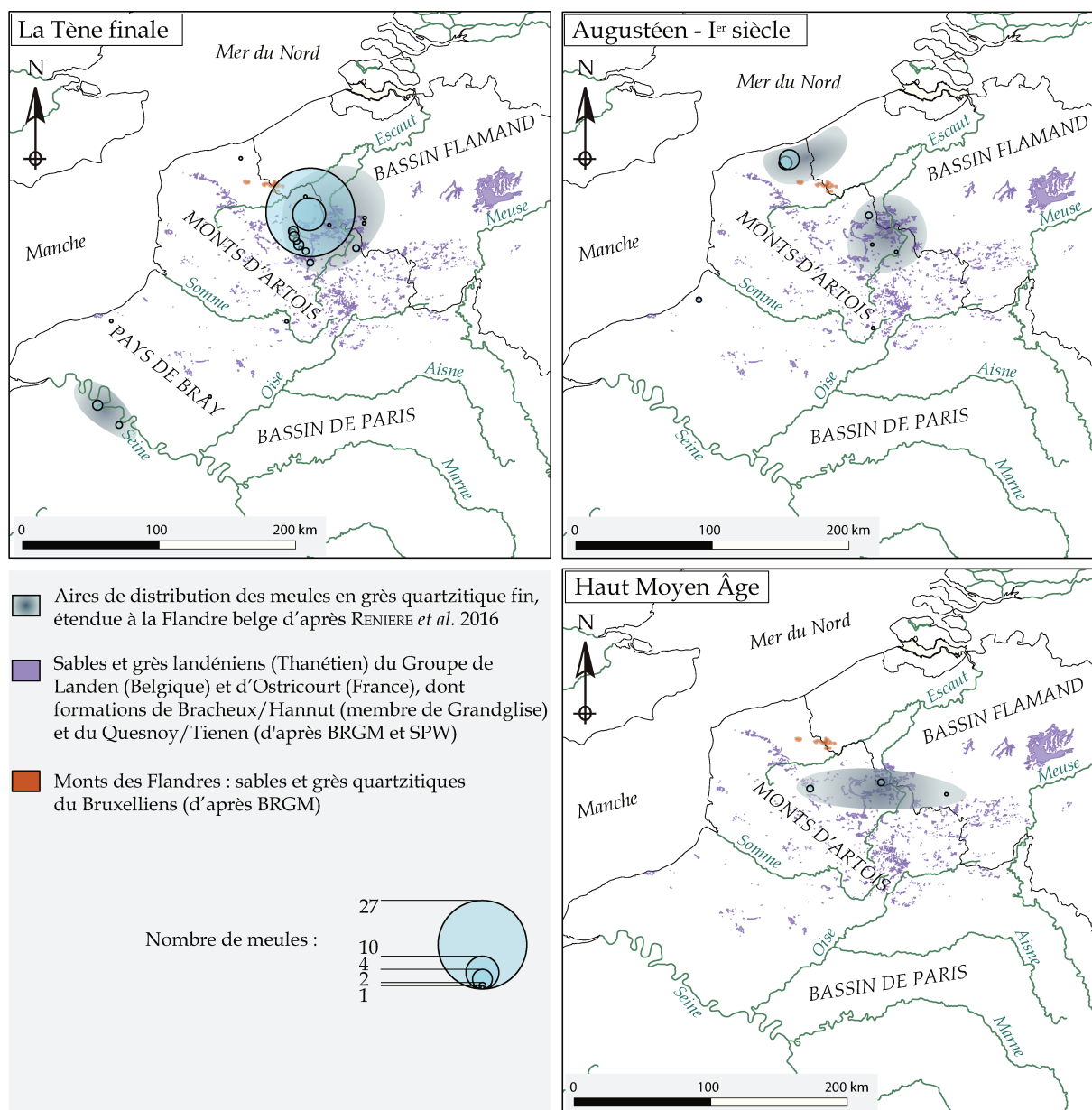


Figure 58 Carte de répartition des meules en grès quartzitique tertiaire de La Tène finale au haut Moyen Âge.

degré de mise en forme pour le macro-outillage non meulier²⁹⁷. L'ouvrabilité n'est donc pas un critère de choix pour ce mobilier alors qu'elle est primordiale pour la taille et l'assemblage de machines complexes que sont les moulins rotatifs.

Sur le plan technique et quel que soit le mode d'acquisition, le caractère granulaire à forte cohésion des grès quartzitiques (type A2)²⁹⁸ leur confère une bonne durabilité, mais réduit leur efficacité puisque les surfaces ont tendance à se polir rapidement à l'usage. Les contraintes liées à l'utilisation de tels matériaux sont donc assez faibles à condition de procéder régulièrement à un ravivage des surfaces actives, ce qui explique leur usage massif pour le macro-outillage durant la Protohistoire²⁹⁹. Ramassés de manière opportuniste sous forme de blocs erratiques, ces grès demeurent en usage aux époques historiques pour le reste du mobilier lithique qui reste à l'écart de l'innovation technique par manque de besoin : pierres à aiguiser, enclumettes, percuteurs, polissoirs, etc. Les plus grosses

297 PICAVET 2014a, p. 18, 33, 44-48, 80-83

298 FRONTEAU, BOYER 2011, p. 115, 119

299 HAMON 2006 ; HAMON, GOEMAERE 2007, p. 110

pièces ont aussi servi à l'érection de mégalithes qui nous sont parvenus ou on été transformés en autant de petites carrières à l'époque moderne pour la fabrication de matériaux de construction et de pavés³⁰⁰.

Cependant, bien que la ressource soit au plus fort de la disponibilité, l'irrégularité de sa répartition naturelle détermine l'ampleur de son exploitation et justifie son abandon pour la taille de meules rotatives entre le début de l'époque romaine et la période carolingienne, quand de larges gisements sont préférés et exploités en profondeur pour approvisionner de vastes secteurs commerciaux.

6.10 Les poudingues à galets de silex

Les poudingues à galets de silex font partie des roches meulières majeures distribuées dans le nord de la Gaule, connaissant à la fois une exploitation longue et une diffusion lointaine. La grande variété des formations conglomératiques impose de bien caractériser les séries sédimentaires qui nous intéressent ici. Géologiquement, la formation des poudingues tertiaires est contemporaine des grès quartzitiques du bassin flamand et du Pays de Caux, mais ces formations doivent être considérées séparément car elles constituent des roches meulières distinctes, exploitées à différentes époques et pour des types de meules différents.

À la fois les formations géologiques, les meules taillées en poudingue et les carrières d'extraction du matériau sont décrites dès le XVIII^e et surtout au XIX^e siècle³⁰¹. Ces textes orientent avantageusement nos recherches en fournissant des indices de sites à vérifier en prospection. Plusieurs ateliers d'extraction sont ainsi répartis sur des affleurements dispersés en Seine-Maritime, mais d'autres sont connus en Grande-Bretagne et ailleurs en Normandie. Il ne faut pas confondre non plus ces poudingues à galets de silex avec les nombreux poudingues, souvent plus anciens (dévonien), que recèle le massif ardennais.

6.10.1 Pétrographie

6.10.1.1 Le poudingue du Pays de Caux

Le poudingue identifié dans les séries archéologiques est un conglomérat de galets de silex dits

POUDINGUE À GALETS DE SILEX

Âge géol. : Thanétien/Yprésien
(Paléocène/Éocène)

Formation : sédimentaire

Texture : granulaire à forte cohésion (A2)

Approvisionnement : Périmètre extrarégional
(> 100 km)

Production :

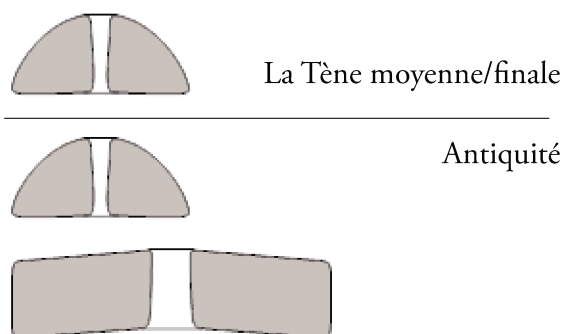


Figure 59 Poudingue à galets de silex avellanaires gris, ocre et rouges. Meule de Heudebouville (Eure). Photo éch. 1/2.

300 DRESEN, DUSAR 2011

301 Description géologique des terrains : GUETTARD 1753a, b et c, PASSY 1832 ; inventaire des trouvailles et description des sites d'extraction par commune : COCHET 1866 ; COCHET 1871.

Figure 60 Poudingue à galets de silex avellanaires gris clair à cortex blanchâtre. Meule de Heudebouville (Eure). Photo éch. 1/2.
Figure 61 Poudingue à galets de silex avellanaires zonés gris. Meule de Montivillers (Seine-Maritime). Photo éch. 1/2.

Figure 62 Poudingue à galets de silex avellanaires zonés gris et ocre à cortex blanchâtre Meule de Caudebec-les-Elbeuf (Seine-Maritime). Photo taille réelle.
Figure 63 Empreintes de *Tympanotonos funatus* dans la matrice siliceuse grise. Meule romaine de Lillebonne (Seine-Maritime). Photo macro taille réelle.

avellanaires³⁰², ou en dragées centimétriques pouvant mesurer jusqu'à 5 cm, très exceptionnellement décimétriques, inclus dans une matrice siliceuse gris beige constituée de grains de quartz anguleux infra-millimétriques (0,3-0,5 mm) que l'on assimile aux *sarsens* anglais, des formations siliceuses de même nature mais dépourvues de galets³⁰³. Les galets de silex sont complètement roulés et légèrement aplatis. Ils sont zonés à patine externe noire, grise ou ocre, parfois orangés, et prennent une teinte gris clair à sombre, beige, ocre, ou rouge orangé à l'intérieur (fig. 59 à 61). En surface des affleurements ou suite à un passage au feu, ils s'opacifient et prennent une patine blanchâtre (fig. 62). Les fossiles emprisonnés dans la matrice gréseuse sont majoritairement des empreintes de mollusques (*Cyrena cuneiformis* et *Tympanotonos funatus* - fig. 63). Quelques débris végétaux sont aussi observés et confirment la proximité du littoral tertiaire au moment du dépôt sédimentaire³⁰⁴. Ce conglomérat constitue la grande majorité des meules répertoriées en Normandie et une partie de celles du nord de la France.

302 Avellanaire = de la taille d'une noisette : LITTRÉ, *Dictionnaire de la langue française*, 1873-74, p. 261

303 GREEN 2016a, p. 350

304 STAIGRE 2016, p. 131 et 133

Figure 64 Brèche d'Avrilly (Eure) : fragments de silex parfois émoussés dans matrice siliceuse grise. Ébauche de meule sur atelier augustéen. Photo éch. 1/2.

Figure 65 Brèche d'Avrilly (Eure) : fragments de silex parfois émoussés dans matrice siliceuse grise. Ébauche de meule sur atelier augustéen. Photo éch. 1/2.

6.10.1.2 La brèche d'Avrilly

Il apparaît que les altérites à silex de l'ouest du Bassin parisien, dont un atelier de production meulière a été fouillé au « Clos des Forges » à Avrilly (Eure), ne peuvent être confondues avec le poudingue du Pays de Caux. Leur aspect macroscopique en diffère nettement par la présence de silex anguleux qui témoignent d'un transport et d'un remaniement beaucoup plus faibles des éléments grossiers (fig. 64 et 65). Sur le plan terminologique, les silex anguleux font de cette roche une brèche et non un poudingue dont les éléments sont roulés. Par ailleurs, cette roche n'est pas reconnue dans les corpus de meules rotatives au nord de la Seine.

6.10.1.3 Le Hertfordshire Puddingstone

Le Hertfordshire Puddingstone, décrit et identifié depuis la fin du XIX^e siècle en Angleterre³⁰⁵, est assez semblable au poudingue du Pays de Caux. Il est constitué de galets avellanaires (0,5 à 12 cm) de silex bien roulés de teinte externe surtout brune, gris clair à sombre, et rarement rougis ; la couleur interne est majoritairement ocre, parfois brune³⁰⁶. Les galets de quartz et de quartzite y sont très rares³⁰⁷. La matrice siliceuse est constituée d'un grès quartzitique fin gris clair comparé aux *sarsens*. Une confusion avec le poudingue normand peut être suspectée mais la couleur ocre des galets de silex du Hertfordshire Puddingstone, par ailleurs remarquée dans le Poudingue de Coye-la-Forêt (Oise) non exploité pour la taille de meules, semble être un trait caractéristique de la formation et n'est pas ou très peu observée en Seine-Maritime. On ne peut donc conclure à une importation de meules sur le continent depuis l'Angleterre, et si une meule en Hertfordshire Puddingstone était identifiée formellement, elle ne serait pas caractéristique d'un courant commercial.

6.10.1.4 Le Worms Heath Puddingstone

Un autre poudingue a été exploité dans le sud-est de l'Angleterre pour la taille de meules rotatives. Celui-ci est composé de galets de silex roulés blancs à jaunes parfois brisés et emprisonnés dans une matrice siliceuse ferrugineuse rouge qui lui est caractéristique³⁰⁸.

305 HOPKINSON 1884

306 TUBB 2016, p. 321, 322, 325

307 HUGGETT 2016b p. 298

308 WHITAKER, DAVIES 1920, p. 25 ; DAVIES 1929, p. 384 ; GREEN 2016a, p. 352 ; GREEN 2016b, p. 168-169

Ce faciès, diffusé au sud du bassin de la Tamise au cours de la première moitié du I^{er} siècle, n'est pas non plus reconnu dans les corpus de meules du nord de la France. Les possibilités de confusion dans le nord de la France semblent donc écartées.

6.10.2 Stratigraphie et gisements connus

6.10.2.1 Stratigraphie

Les poudingues comme les brèches sont des conglomérats grossiers souvent consolidés et classés au sein de la grande famille des roches résiduelles à silex, ou altérites à silex, formées par l'agglomération de roches plus anciennes désagrégées³⁰⁹. Cette grésification liant les éléments grossiers avec un ciment siliceux intervient dans des conditions hydrogéologiques particulières³¹⁰. Ce sont à ce titre des silcrètes³¹¹, ou côutes siliceuses. Ces formations résiduelles comblent les poches karstiques et les thalwegs des terrains créacés du pourtour du Bassin de Paris de manière ponctuelle ou plus étendue depuis la Picardie au nord jusqu'en Pays Chartrain (Eure-et-Loir), et au sud entre le Loing et l'Yonne dans la Gâtinais³¹². On les retrouve sous la même forme dans le bassin de Londres où elles font l'objet d'un intérêt renouvelé ces dernières années. Une mise à jour des données concernant les *Puddingstones and related Silcrettes of the Anglo-Paris Basin* a en effet été proposée conjointement par la *Geologists' Association*, la *Geological Society of London*, et la *Society of Antiquaries* à Londres en 2014. Le Hertfordshire Puddingstone y est scruté à la loupe, comparé aux poudingues normands³¹³, et son usage ancien pour la taille de meules est analysé³¹⁴.

Ces études, comme celle des altérites à silex en France, montrent qu'au sein de ces formations conglomératiques, les silex sont la plupart du temps autochtones, issus de l'altération par décarbonatation de la craie sous-jacente ; la matrice argileuse, limoneuse ou sableuse parfois consolidée est en revanche souvent allochtone, transportée depuis des formations plus ou moins lointaines par l'action fluviale, littorale ou périglaciaire³¹⁵. Ces « résidus à silex » du bassin anglo-parisien correspondent en général à la fossilisation d'anciens cordons littoraux et se sont mis en place à des époques très variables depuis la fin du Paléocène jusqu'au Quaternaire.

La brèche exploitée à Avrilly (Eure), exclue de notre analyse car absente des corpus au nord de la Seine, semble correspondre à une formation récente localement grésifiée (Stampien probable, remanié au Quaternaire), ou encore à une brèche pré-stampienne mentionnée autour de Damville mais non caractérisée³¹⁶.

Le poudingue du Pays de Caux proprement dit, constitué de galets roulés et comportant

Figure 66 Variations dans la concentration des silex. Bloc de Saint-Ouen-du-Breuil (Seine-Maritime). Photo éch. 1/2.

309 Sur la carte géologique : RS = résidus à silex ; RG = résidus à galets.

310 ULLYOTT, NASH 2016

311 Silcrète = terme formé à partir de « silice » et « concrétion » : d'après FOUCAULT, RAOULT 2005 p.321

312 THIRY, HOFSTETTER 2006

313 HUGGET 2016a et b ; TUBB 2016 ; ULLYOTT, NASH 2016

314 GREEN 2016a ; GREEN *et al.* 2016

315 LAIGNEL 1997 ; QUESNEL 1997

316 KUNTZ *et al.* 1977 ; GUILLIER *et al.* 2005

Figure 67 (à gauche) Blocs de Poudingue de module métrique déposés au pied du calvaire de la Poterie à Bourthourolde-Infreville (Eure), au bord de la forêt de La Londe - Rouvray.

Figure 68 (à droite) La Pierre Tournante : mégalithe en Poudingue dans le Bois de Malmain.

une faune et une flore laguno-littorales, est en revanche de formation plus ancienne, probablement thanétienne ou yprésienne (Paléocène supérieur/Éocène inférieur). La matrice est constituée de grès quartzitique à l'image des roches sédimentaires dites « landéniennes » qui surmontent les terrains secondaires du grand bassin anglo-parisien. Dans les poudingues, certaines passées gréseuses sont d'ailleurs dépourvues de galets et présentent la même structure finement granulaire (fig. 66).

La formation et les raisons de la disposition actuelle de ces séries sédimentaires demeurent mal perçues côté français mais ont pu être précisées par J.-C. Staigre³¹⁷ suite à une campagne de prospection thématique organisée en forêt de La Londe-Rouvray par C. Basset³¹⁸ en juin 2015 : après leur dépôt et leur usure mécanique le long de cordons littoraux au Thanétien, les sables et les galets de silex issus de l'altération de la craie ont par endroits été cimentés au cours de l'Yprésien. Ces dépôts auraient ensuite subi une érosion, plus sensible dans les secteurs non grésifiés. Ces zones forment alors des dépressions qui se comblent de sédiments alors que les parties grésifiées finissent par ne plus former que des buttes témoins. L'ensemble est recouvert par les alluvions du « fleuve paléo-Seine » au Pliocène (sables de Lozère), puis partiellement découvert sur les flancs des vallées entaillées au Pléistocène³¹⁹.

Les gisements en place sont extrêmement rares et inconnus côté français puisque les terrains observés, très accidentés, sont le fruit d'une exploitation humaine peut-être totale. Toutefois, les bancs peuvent être relativement épais, comme en témoignent les blocs parfois pluri-métriques amoncelés au pied du calvaire de la Poterie à Bourthourolde-Infreville (Eure), à la sortie de la forêt de La Londe-Rouvray (fig. 67), et celui qui constitue le mégalithe dit « la Pierre Tournante » dans le Bois de Malmain (Bosguet, Eure – fig. 68)³²⁰.

317 Géologue, Centre Normand d'Étude du Karst.

318 Doctorante, Université Paris X – Nanterre.

319 STAIGRE 2016, p. 135.

320 Au sujet de ces mégalithes : GUILLUY 1989, p. 138-141.

La recherche est particulièrement dynamique côté anglais sur les silcrètes paléogènes (poudingues et grès quartzitiques) du bassin de Londres, dont la formation semble être identique à ceux des bassins parisien et flamand si l'on considère la contemporanéité de leurs paléo-rivages et deltas fluviaux tertiaires. Si les galets diffèrent par leur aspect et leur couleur, témoignant d'un apport d'origine différente, la faune renfermée dans la matrice gréseuse est comparable et date leur dépôt sédimentaire. Au « Bois des Hogues » (Saint-Léonard, Seine-Maritime), C. Green décrit ainsi une faune équivalente à celle observée dans le faciès « Abbey Wood » du banc « Blackheath Beds » (Formation de Harwich) précisément datée de l'Yprésien inférieur³²¹.

6.10.2.2 Affleurements de poudingue en Seine-Maritime

En Normandie, ces formations tertiaires très spécifiques et différenciées des brèches plus récentes apparaissent en plusieurs endroits autour du bassin de la Seine (fig. 69) et ont la plupart du temps été exploitées pour la taille de meules depuis la Protohistoire jusqu'à l'époque romaine, laissant de vastes excavations souvent appelées « Hogues ».

Trois sites localisés dans le département de la Seine-Maritime présentent ainsi des stigmates d'exploitation ancienne et sont mentionnés dans la Carte archéologique de la Gaule³²² :

- Les gisements du « Bois des Hogues » à Saint-Léonard et du « fond de Vaucottes » à Vattetot-sur-Mer sont localisés en haut d'un vallon descendant vers le mer à l'ouest d'Yport. Le Poudingue de Vaucottes y affleure parmi les altérites à silex RS de façon non différenciée sur la carte géologique³²³.

- Les gisements de « la Houssaie », du « Bois de l'Abbaye » et du « Bois de l'Hospice » à Saint-Saëns, au sud-ouest de la forêt d'Eawy, livrent un faciès de poudingue attribué au Thanétien

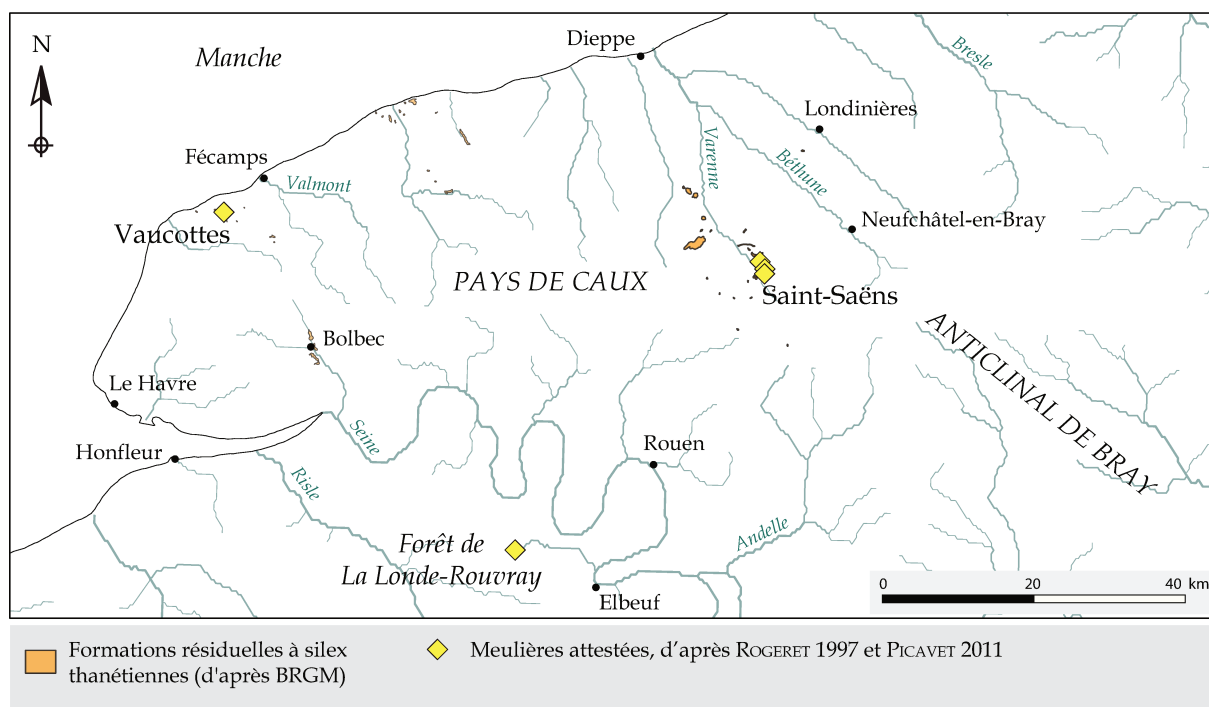


Figure 69 Meulière sur les affleurements de formations résiduelles à silex thanétiens/yprésiens en Seine-Maritime.

321 GREEN 2016a, p. 351.

322 ROGERET 1997

323 BOLTENHAGEN *et al.* 1967, p. 3 ; ROGERET 1997, p. 552

supérieur/Yprésien inférieur sur la carte géologique (niveau e3-4)³²⁴. Des fosses d'extraction accompagnées de talus de débris de poudingue y entaillent profondément les bords de plateaux.

- Le gisement de l'ouest de la forêt domaniale de La Londe-Rouvray est situé sur la rive gauche de la Seine mais en bordure du département de l'Eure. Des fosses d'extraction de poudingue tertiaire et leurs talus de déchets y ont été relevés en haut d'un vallon descendant vers le chemin forestier du *Pré Bourdonne*. Ces roches sont mentionnées dans la notice de la carte géologique parmi les résidus à silex RS indifférenciés³²⁵, mais ne sont pas positionnées sur la carte. Elles sont en réalité recouvertes de biefs à silex plus récents. Les prospections de juin 2015 ont permis de mieux caractériser la formation et son exploitation ancienne³²⁶.

D'autres lentilles conglomératiques sont signalées en Seine-Maritime sur la carte géologique³²⁷, mais les faciès sont très variables d'un site à l'autre et aucune trace de leur exploitation pour la taille de meules n'y a jusqu'à présent été décelée. Afin d'illustrer cette grande variété de faciès, citons l'exemple du lieu-dit « les Carrières » situé entre Veulettes-sur-Mer et Malleville-les-Grès où le « conglomérat tertiaire » relevé sur la carte géologique est en réalité une brèche grossière qui n'a de comparable avec le poudingue meulier que la matrice gréseuse (fig. 70). Les passées les plus « pures » du gisement ont été employées pour la construction du village de Malleville.

Figure 70 Conglomérat de rognons de silex observé dans d'anciennes carrières entre Veulettes-sur-Mer et Malleville-les-Grès (Seine-Maritime).

6.10.3 Carrières explorées

Côté anglais, deux carrières romaines sont identifiées dans le *Hertfordshire Puddingstone* au nord de Londres, à Colliers End et Great Gaddesden (Hertfordshire). Une autre est connue à Worms Heath (Surrey) dans les poudingues ferrugineux. Une succession de fosses y livre de nombreux déchets d'extraction vraisemblablement liés à la taille de meules³²⁸.

Côté français, les trois gisements cités plus haut ont pu être explorés pour vérifier les informations publiées depuis le XIX^e siècle. Tous n'ont pas pu faire l'objet du même traitement selon les moyens disponibles au moment de l'opération. Ainsi, l'ouest de la forêt de La Londe-Rouvray a été parcouru à deux reprises en 2015 à l'occasion de prospections thématiques portant sur les occupations artisanales antiques dans cette partie de la forêt³²⁹. L'affleurement, non représenté sur la carte géologique, a été retrouvé fortuitement et relevé au GPS. Les sites de Vaucottes et de Saint-Saëns ont été parcourus en août 2013 pour un simple repérage et une identification des matériaux exploités, mais n'ont pas fait l'objet de relevé.

324 KUNTZ *et al.* 1974, p. 11-12 ; GIOT *et al.* 1974, p. 14-15

325 SANGNIER 1968, p. 3-4

326 BASSET *et al.* (rapport en cours)

327 Feuilles de Fécamp, Bolbec et Doudeville (Seine-Maritime)

328 LOVELL, TUBB 2006 ; GREEN *et al.* 2016

329 BASSET *et al.* (rapport en cours)

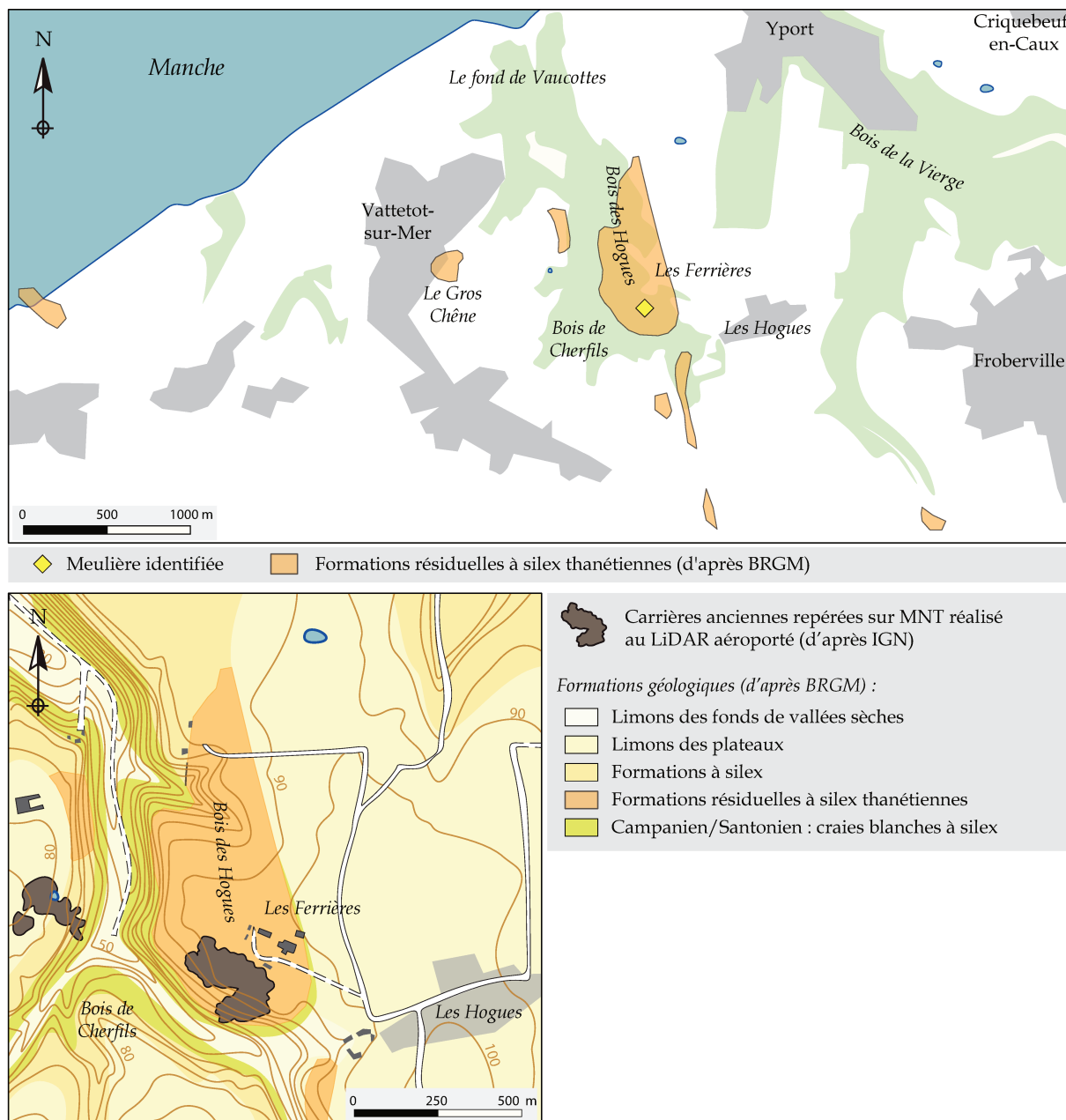


Figure 71 Carrières d'extraction de poudingue du « Bois des Hogues » à Vaucottes.

6.10.3.1 Saint-Léonard : le site de Vaucottes

Dans la Commune de Saint-Léonard (Seine-Maritime), dans le « Bois des Hogues », au lieu-dit « les Ferrières », une série d'excavations profondes de 5 à 10 m entourées de levées de débris d'extraction marquent le terrain. Selon M. Rémy-Watté, qui a réalisé un inventaire des meules et meulières connues en Seine-Maritime dans les années 1980³³⁰, ces excavations auraient constitué un « *centre d'extraction et de fabrication [de meules] quasi industriel* ». Ce site, localisé sur terrain privé clos, est difficilement accessible mais ses reliefs apparaissent sur le Modèle Numérique de Terrain RGE ALTI® fourni par l'IGN grâce à une acquisition réalisée au LiDAR aéroporté qui traverse le couvert forestier pour déceler les indices archéologiques (fig. 71).

Une autre exploitation est mentionnée dans la commune voisine, à Vattetot-sur-Mer, entre l'église de Vattetot et « le Fond de Vaucottes »³³¹, mais n'a pas été vérifiée.

330 RÉMY-WATTÉ 1983, p. 19 et 42.

331 ROGERET 1997, p. 552.

6.10.3.2 Saint-Saëns et la forêt d'Eawy

À Saint-Saëns, C. Pinsard mentionne au XIX^e siècle, dans le « Bois de l'Abbaye », « *des fosses et buttes très élevées où le poudingue abonde* », et y remarque des ébauches de meules³³². Ces fosses et meules ébauchées en poudingue étaient déjà mentionnées en 1862 par la *Commission départementale des Antiquités de la Seine Inférieure*³³³, et en 1895 par la *Société des Antiquaires de Normandie*, dont les membres indiquent avoir prospecté les lieux-dits du « Lihut » (nord de Saint-Saëns), du « Bois de l'Abbaye » (sud-est), « *ainsi que les plateaux du Quesnay [sud-ouest de Saint-Saëns] et de Montcombre* »³³⁴. Les mêmes fosses ont été observées en 2013 mais aucune ébauche n'a pu être clairement identifiée parmi les blocs qui présentaient un module favorable, allant dans le sens d'une mise en forme des meules dans des ateliers situés à l'écart du site d'extraction du matériau.

La dernière localité mentionnée correspond probablement au Maucomble actuel, sur le plateau surplombant Saint-Saëns à l'est, mais aucun affleurement de poudingue n'est visible à cet endroit sur la carte géologique. Il faut probablement conclure à la présence à cet endroit de l'un de ces ateliers de taille périphériques aux carrières et où les meules sont achevées avant leur commercialisation. Ce site serait alors à rapprocher de la ferme du « Pucheuil »³³⁵, et de celle de la « Plaine de la Bucaille » à Cottévrard³³⁶, sur le plateau au sud-ouest de Saint-Saëns, qui ont toutes deux livré des ébauches de meules dans des structures datées de La Tène finale et du Haut-Empire. La situation de ces trois établissements ruraux périphériques aux carrières, en dehors des affleurements, n'est pas sans rappeler celle de la ferme augustéenne du « Clos des Forges » à Avrilly (Eure), qui a dévoilé une activité spécialisée dans la production de meules manuelles à partir d'une brèche extraite à proximité³³⁷.

Tout un pan de l'économie locale semble donc surgir de cet ensemble de constats. Comme cela a pu être mis en évidence à Saint-Quentin-la-Poterie (Gard), dans le sud de la Gaule³³⁸, ou encore

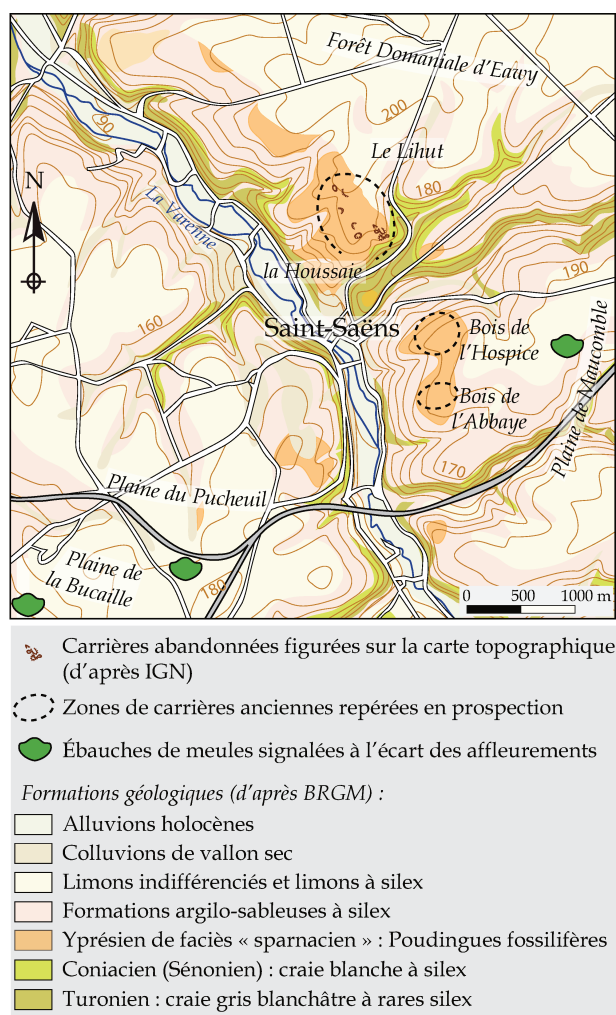


Figure 72 Carrières d'extraction de poudingue de Saint-Saëns et localisation des ébauches de meules sur les établissements périphériques.

332 PINSARD, Ms 1341E, p. 222 ; RÉMY-WATTÉ 1983, p. 42.

333 COCHET 1867, p. 202.

334 COUTIL 1896, p. 8.

335 Fouille A29 : ROUGIER 1994 ; diagnostic ZAC du Pucheuil : BRETON 2016 ; fouille ZAC du Pucheuil : D. Breton, rapport en cours.

336 BLANCQUAERT 1995

337 GUILLIER *et al.* 2005

338 LONGEPIERRE 2012

aux alentours de Mayen en Germanie³³⁹, plusieurs établissements ruraux graviteraient autour des carrières et en transformeraient la production avant de la distribuer. À Saint-Quentin-la-Poterie, cette organisation semble aller de pair avec un système de concessions dans les carrières, système que l'on pourrait imaginer correspondre aux différents sites d'extraction répartis autour de Saint-Saëns.

6.10.3.3 Extrémité ouest de la forêt de La Londe-Rouvray

Constatant la présence de meules en poudingue sur l'oppidum d'Orival (Seine-Maritime) d'une part, et la mention d'affleurements de poudingue dans la forêt de La Londe-Rouvray d'autre part³⁴⁰, une visite des parcelles 378, 384 et 385 de la forêt domaniale a été engagée en mars et juin 2015 au lieu-dit « le Mesnil ».

L'objectif était double :

- Tenter de comprendre la position géologique des poudingues tertiaires entre les niveaux secondaires et quaternaires indiqués par la carte géologique, avec le concours des géologues J. Tabouelle (Fabrique des Savoirs d'Elbeuf) et J.-C. Staigre (Société d'Études des Sciences Naturelles d'Elbeuf et Centre Normand d'Étude du Karst).

- Appréhender d'un point de vue archéologique (C. Basset, Université Paris X ; P. Picavet, Université Lille 3) l'organisation de l'exploitation des poudingues et si possible faire le lien avec la production de meules rotatives à La Tène finale et/ou à l'époque romaine.

Il a pour cela été décidé de relever les excavations au GPS, de manière à dresser un plan du site et le localiser sur la carte géologique. L'arpentage a permis par la même occasion de mener des observations dans le fond des excavations, dans leurs parois et à leurs abords. Enfin, une observation des coupes stratigraphiques offertes par les chemins d'exploitation forestière (coupe 1), les chablis (coupe 2) et les ornières de tracteur (coupe 3) nous a aidés à comprendre la disposition des couches géologiques et archéologiques.

6.10.3.3.1 Environnement géologique

La carte géologique n'indique à cet endroit aucune formation tertiaire entre les craies du Santonien/Campanien (Crétacé supérieur : niveaux C5-6 de la carte géologique³⁴¹) et les formations superficielles quaternaires à silex anguleux (biefs à silex, niveaux Rs de la carte géologique). De rares niveaux de « sables, grès et poudingues éocènes » (Tertiaire : niveaux e de la carte géologique) sont signalés sur certains versants et buttes à différents endroits de la forêt, mais aucune extraction de poudingue n'y est visible.

Par ailleurs, les argiles pliocènes de « la Terre à Pots » (niveaux P1-2 de la carte géologique) ont été anciennement exploitées à l'ouest de la forêt, dans le versant sud du vallon du chemin forestier du *Pré Bourdonne*. Les étangs de « la Terre à Pots » en sont les principaux vestiges paysagers (fig. 73).

6.10.3.3.2 La carrière de poudingue

- Les séries d'excavations

Une coupe forestière récente sur la parcelle 385 a attiré l'attention des agents de l'ONF sur de profondes excavations qui entaillent le versant est d'un petit vallon sec descendant en pente douce vers

339 WENZEL 2012 ; WENZEL, ZERL 2014

340 RÉMY-WATTÉ 1983, p. 40 ; ROGERET 1997, p. 397.

341 SANGNIER 1968

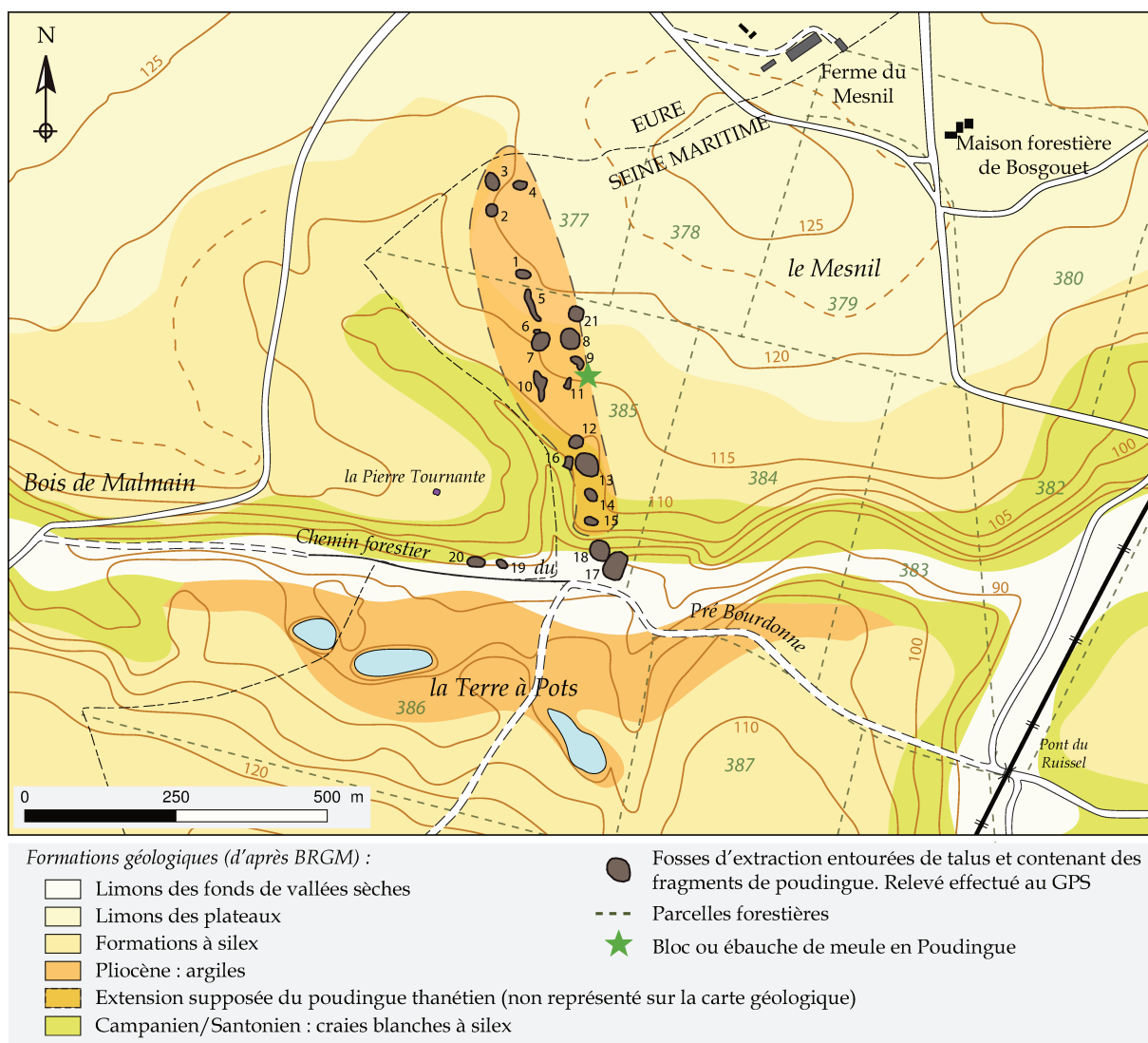


Figure 73 Plan des excavations relevées au GPS et replacées sur la carte géologique et topographique de l'ouest de la forêt de La Londe-Rouvray, d'après BRGM et IGN.

le plus grand vallon où serpente le chemin forestier du *Pré Bourdonne* (fig. 73).

Les excavations, de forme conique et d'un diamètre approximatif de 5 à 10 m, sont profondes d'autant. Elles sont entourées de talus de déchets d'extraction de 1 à 2 m de haut colonisés par la végétation (fig. 75).

Au nord, le chemin forestier est-ouest marquant la séparation entre les parcelles 377 et 385 subissait auparavant un détournement imposé par la présence de l'un de ces cratères (visible sur la carte IGN). Ce détournement est maintenant évité par le percement du talus qui entoure le cratère, et qui nous offre en même temps une longue coupe stratigraphique dans ce talus (fig. 74). Celui-ci est constitué à cet endroit (dans les 2 m supérieurs) d'un mélange de « sables de Lozère » grossiers et rouges, de galets de silex libres centimétriques à pluri-centimétriques, et de fragments et d'éclats de poudingue. Il semble être le fruit du dégagement des niveaux géologiques supérieurs pour la mise à nu de la formation de poudingue. Les fragments et éclats de débitage qu'il renferme attestent la recherche et la mise en œuvre du matériau.

Vingt-et-un cratères répartis en deux ensembles perpendiculaires ont été relevés et s'échelonnent entre les courbes de niveaux 120 et 90 m. Chaque fosse livre des blocs et fragments de poudingue, ainsi que les mêmes galets de silex mélangés à du sable rouge et non liés dans une matrice.

Figure 74 Talus de déchets d'extraction coupé par un chemin d'exploitation forestière à l'ouest de la forêt de La Londe - Rouvray. Photo J.-C. Staigre ©.

La première série de dix-sept cratères (1 à 16 et 21) s'étend depuis le cœur de la parcelle 377 jusqu'au sud de la parcelle 385 en suivant une orientation nord-nord-ouest / sud-sud-est. Les cratères se succèdent depuis le haut du versant du plateau du Mesnil jusqu'à son flanc, en descendant à l'oblique le versant est du petit vallon sec qui rejoint en pente douce le plus grand vallon du *Pré Bourdonne*. Au sein de cette succession, les cratères semblent rassemblés en groupes de trois à neuf, ce qui pourrait révéler l'irrégularité de la formation géologique recherchée. Un ensemble de petites excavations, non relevées, et qui entament à l'est la formation de surface (biefs à silex) le long de cette première série, pourraient correspondre à de petits sondages destinés à vérifier la présence de poudingue dans le sous-sol. Leur petit format (2 à 3 m de diamètre, 1 m de profondeur maxi.) ainsi que l'absence de débris de poudingue à cet endroit confirmeraient cette interruption de la formation.

La dernière fosse de cette série (n°15) entame le bord du plateau au niveau de la cote 105 m avant qu'il ne plonge dans le vallon du *Pré Bourdonne* au sud. Elle n'a livré que des rognons de silex anguleux et ne semble entamer que la formation à silex quaternaire qui constitue la couche de recouvrement du plateau crétacé. Les quelques petites fosses observées en contrebas, à flanc de versant (non relevées), semblent également avoir servi à l'extraction de silex car elles n'en livrent que des rognons anguleux.

La seconde série d'excavations, dont quatre cratères seulement contenaient du poudingue et ont été relevés (17 à 20), est perpendiculaire à la précédente, et suit un axe est-ouest en fond de vallon, le long du chemin forestier du *Pré Bourdonne*. Le sommet des talus atteint la cote des 100 m ; le fond des cratères passe en dessous des 90 m. Six autres excavations et tranchées se poursuivent vers l'ouest sur terrain privé (Bois de Malmain) et n'ont pas été relevées lors de ces campagnes ; elles ne livrent que des traces d'extraction de silex.

La présence de ces reliefs en bas de versant s'explique difficilement du fait de leur position en contrebas des premiers gisements, le long de la courbe de niveau des 90 m. Malgré leur apparente profondeur (altitude 84 m pour l'excav. 18), il n'est pas certain que les cinq accidents les plus orientaux, qui fournissent encore des blocs et éclats de poudingue, soient réellement excavés. Ils peuvent n'être formés que par l'accumulation de talus de débris d'extraction ménageant des espaces creux

Figure 75 Excavation 8. Photo C. Basset ©.

Figure 76 (haut gauche) Blocs, éclats et galets mêlés dans un chablis.

Figure 77 (bas gauche) Éclats de Poudingue décimétriques dans la coupe du chemin forestier.

Figure 78 (droite) Bloc pluri-décimétrique découvert en fond de cratère.

au centre. Aucune coupe n'est toutefois accessible dans ce secteur pour nous aider à comprendre le phénomène. Des blocs et éclats de poudingue sont encore observés à cet endroit, montrant des traces anthropiques d'équarrissage.

Cette seconde série d'accidents de terrain ne fait que confirmer et trahir notre mécompréhension de la succession géologique environnant le vallon du *Pré Bourdonne* au nord de la *Terre à Pots*.

- Examen d'un échantillon de blocs et éclats de poudingue

À l'intérieur et autour des excavations du haut de versant, des chablis offrent un aperçu de la composition du sol et des talus. De nombreux débris d'extraction et/ou de taille de dimensions diverses sont observés, mêlés au sédiment et à de nombreux galets roulés non liés dans une matrice. Leur taille est variable, de quelques centimètres à plusieurs décimètres (fig. 76 à 78).

Exemples de dimensions des éclats :

<i>Longueur (cm)</i>	<i>largeur (cm)</i>	<i>épaisseur (cm)</i>
5,5	3,5	2
2,5	2	0,7

La massivité de la roche et sa composition en grande partie constituée de galets de silex, semblent provoquer au débitage les mêmes stigmates que sur rognons de silex. La morphologie des éclats

rappelle donc celle des éclats de taille du silex, présentant talon, bulbe, nervures de détachement d'éclats, et ondulations sur les galets.

Le fond des trous est jonché de fragments, éclats et blocs de poudingue qui paraissent parfois chauffés et en grande partie recouverts par la végétation.

Exemples de dimensions des blocs et gros éclats :

<i>Longueur (cm)</i>	<i>largeur (cm)</i>	<i>épaisseur (cm)</i>
31	29	8
46	33	13

6.10.3.3.3 La « Pierre tournante »

Un mégalithe dit la « Pierre Tournante », correspondant à un bloc massif de poudingue (fig. 68), repose à plat en haut de versant, de l'autre côté du vallon sec qui rejoint au sud le vallon principal du *Pré Bourdonne*, à l'extrémité est du Bois de Malmain (commune de Bosgouet, Eure). Géologiquement, il pourrait se situer sur un niveau de poudingue comparable à celui qui a été décrit précédemment sur le versant opposé. Aucun affleurement ni exploitation n'est toutefois visible de ce côté-ci. Le bloc, de forme grossièrement parallélépipédique, atteint 1,90 m sur son côté N-S, 1,83 sur le côté E-O, pour 0,46 m d'épaisseur visible.

Son contexte archéologique n'a pas fait l'objet de recherche récente, mais ce mégalithe présente l'intérêt de fournir un bloc de module important qui approche, plus que les résidus d'extraction, de la forme que peut prendre le poudingue à l'affleurement.

6.10.3.3.4 Résultats des prospections

Les observations réalisées sur les parcelles 377 et 385 de la forêt domaniale de La Londe-Rouvray ont permis d'avancer dans la compréhension du paysage, profondément bouleversé à cet endroit par l'exploitation du poudingue. Les traces d'extraction sont rassemblées en deux grands ensembles, l'un regroupant les cratères qui s'échelonnent en pente douce sur le flanc est d'un vallon sec rejoignant au sud le vallon du *Pré Bourdonne*, l'autre constitué d'une succession d'accidents de terrain plus hétérogènes et perpendiculaire au premier ensemble, au fond du vallon du *Pré Bourdonne*.

La première série rassemble les excavations au sens propre qui traversent la formation de surface à silex anguleux pour atteindre la formation de poudingue sous-jacente. Ces excavations sont entourées de talus de déchets d'extraction constitués de rognons de silex anguleux issus de la couche de surface, de blocs et éclats de poudingue, et de galets de silex roulés non liés par une matrice, le tout pêle-mêle dans une grande quantité de sables grossiers mélangés à une argile rouge. Ces talus semblent résulter d'une part du dégagement de la couche de surface à silex, d'autre part de l'extraction du poudingue proprement dite.

Plusieurs blocs aux dimensions imposantes (40-50 cm) sont observés. L'un d'eux, relevé au sud de l'excavation 9, présente d'ailleurs certaines caractéristiques des ébauches de meules décrites sur l'atelier de taille de meules en brèche d'Avrilly (Eure), comme la délimitation d'un mamelon en partie supérieure. Toutefois, aucune trace d'outil n'est clairement identifiée ici et il est possible que cette forme soit fortuite. Comme à Vaucottes et à Saint-Saëns, aucune ébauche de meule n'est donc réellement attestée.

La seconde série d'accidents de terrain entame les limons quaternaires des fonds de vallées sèches qui recouvrent la craie blanche à silex du Secondaire. Ces anomalies sont alignées d'est en ouest en bas du versant nord du vallon du *Pré Bourdonne*. Elles rassemblent, à l'est une succession de talus qui semblent délimiter de nouveaux « cratères » (n° 17 et 18), mais il n'est pas certain que ces cratères soient excavés ; ils peuvent n'être formés que par l'amoncellement de débris et de sédiments en

talus circulaires. Le fond de ces « cratères » est jonché de fragments et d'éclats de poudingue. Plus à l'ouest, dans le Bois de Malmain, au moins deux de ces accidents recèlent encore des fragments de poudingue et ont été relevés (n° 19 et 20). On observe ensuite vers l'ouest une succession de fosses et de tranchées ouvertes à l'extrémité sud, et qui livrent une quantité importante de rognons de silex anguleux. L'origine géologique de ces rognons de silex est difficile à comprendre, entre la craie à silex du secondaire et les biefs à silex anguleux quaternaires sus-jacents, mais ce type de tranchées est observé sous la même configuration dans le *Bois de l'Abbaye* à Saint-Saëns (Seine-Maritime). Là aussi sont associées une extraction de silex en tranchées et une exploitation du poudingue en fosses.

6.10.4 Synthèse : datation et distinction des faciès par leur distribution

Le poudingue normand est utilisé dès la Protohistoire près de ses gîtes primaires pour la fabrication de meules va-et-vient³⁴². C'est à La Tène moyenne/finale avec l'apparition du moulin rotatif, et encore à l'époque romaine, qu'il s'impose massivement en Haute-Normandie et qu'il connaît une diffusion lointaine, atteignant plusieurs sites de Picardie et du Nord-Pas-de-Calais au nord-est, et une bonne partie de la Basse-Normandie au sud-ouest³⁴³.

Il est également présent de l'autre côté de la Manche, dans le sud et le sud-est de l'Angleterre³⁴⁴, mais l'on peut se demander si les variétés de poudingues anglais et normands ne peuvent être confondus. D'après C. Green, la teinte ocre des galets du Hertfordshire Puddingstone empêche la confusion avec le poudingue normand dont les galets sont gris à gris sombre, très rarement ocre ou rouges. La typologie des meules différenciera aussi les productions des deux gisements, puisque les meules normandes sont percées d'un trou d'emmanchement traversant voire dépourvues de perforation latérale, alors que les meules anglaises sont dotées d'aménagements horizontaux aveugles non perforants. D'autre part, si les premières sont prédominantes en Normandie et ont traversé la Manche de l'Âge du Fer à l'époque romaine, les secondes ne sont distribuées qu'au nord du bassin de la Tamise dans la première moitié du I^{er} siècle de notre ère et ne se retrouvent pas côté français³⁴⁵.

De même la teneur en fer de la matrice rouge du Worms Heath Puddingstone écarte la possibilité de confusion avec le poudingue normand, non ferrugineux. Ce poudingue rouge est également distribué au cours de la première moitié du I^{er} siècle dans un rayon d'une centaine de kilomètres sur le versant sud du bassin de la Tamise³⁴⁶ et n'a pas non plus été reconnu dans le nord de la France ni en Belgique.

Enfin, la brèche d'Avrilly connaît probablement une diffusion plus restreinte encore. L'atelier augustéen d'Avrilly (Eure) est en effet de faible étendue et ses productions n'ont pas été identifiées au nord de la Seine. Il répondait probablement à une demande locale intervenue au cours d'une période limitée pendant laquelle d'autres ateliers ou les infrastructures de distribution qui les desservent étaient peut-être défaillants³⁴⁷. Cette brèche s'apparenterait à ce titre aux roches mineures que l'on observe ponctuellement à l'époque augustéenne à différents endroits de notre zone d'investigation. La roche qui nous intéresse ici correspond donc au conglomérat de Seine-Maritime à galets de silex zonés et matrice quartzitique grise dont plusieurs carrières d'extraction sont connues. Cette roche prendra l'appellation générique de « poudingue normand » au cours du développement.

342 Meule de Harfleur (76) « les Coteaux du Calvaire » (fouille J. Boisson) ; molette de Saint-Ouen-du-Breuil (76) « Les Terres du Bois du Pendu » (fouille V. Gonzales)

343 CHAUSSAT 2009, p.87

344 GREEN 2016a, p. 350

345 GREEN 2016a, p. 352 ; PICAVET (à paraître)

346 GREEN 2016b, p. 169

347 GUILLIER *et al.* 2005

Figure 79 Mur du village de Saint-Saëns aux abords des carrières de poudingue. Quelques blocs de poudingue sont dispersés dans une maçonnerie de silex.

Pour finir, il convient d'estimer la datation de la production et de la distribution des meules en poudingue. En établissant leur carte de répartition, il est possible de placer la phase principale de leur fabrication entre La Tène moyenne/finale et le Haut-Empire, avec quelques exemplaires encore répertoriés jusqu'à la fin de l'époque romaine³⁴⁸. Quelques meules va-et-vient antérieures et meules rotatives postérieures (médiévales/modernes) sont connues, mais le caractère ponctuel et presque anecdotique de leur fabrication ne suffit pas à expliquer l'ampleur des traces d'extraction observées dans la forêt de La Londe-Rouvray, à Vaucottes et sur les hauteurs de Saint-Saëns.

De même l'emploi du poudingue comme matériau de construction est extrêmement limité et n'a pu occasionner de si profondes excavations. Il ne fait qu'accompagner occasionnellement les rognons de silex dans les murs qui jouxtent immédiatement les secteurs de carrières (observation près du lieu-dit *la Houssaie* à Saint-Saëns – fig. 79).

Dans l'attente de preuves indiscutables, comme l'identification stricte d'ébauches de meules, l'association des carrières parcourues et de l'importante diffusion des meules rotatives en poudingue à la fin de l'Âge du Fer et à l'époque romaine demeure hypothétique, mais reste l'hypothèse la plus crédible. La découverte d'ébauches de meules sur des sites ruraux périphériques à ces carrières suggère en effet le transport de blocs bruts des sites d'extraction vers ces établissements spécialisés où les meules sont taillées avant d'être commercialisées.

348 Les meules du « hameau » tardo-romain de Saint-Ouen-du-Breuil (Seine-Maritime) « les Terres du Bois du Pendu » sont datées du IV^e siècle : meules n° 1814 à 1822

CRÉTACÉ ET JURASSIQUE : CALCAIRES ET LUMACHELLES

Dans notre région d'étude, les roches du Jurassique et du Crétacé n'ont été exploitées pour la taille de meules qu'à très petite échelle et seulement dans le Boulonnais, sur l'anticlinal du Pays de Bray et dans l'estuaire de la Seine où elles affleurent (fig. 80). Les lieux de découverte des meules taillées dans ces matériaux sont également très localisés, à Boulogne-sur-Mer, sur la côte septentrionale du Boulonnais (Tardinghen/Wissant), sporadiquement dans le Calaisis (Calais/Marck-en-Calaisis) et au bord du Dunkerquois (Steene). Deux exemplaires seulement, découverts en Seine-Maritime, se rapportent au Crétacé inférieur normand (Harfleur et Callengeville).

Ces roches sont donc des matériaux meuliers mineurs dont l'exploitation est semi-opportuniste, *a priori* à partir de blocs erratiques.

Dans le but de les identifier, les gigantesques coupes de références que forment les falaises des caps Gris Nez et Blanc Nez entre Wimereux et Wissant (Pas-de-Calais) ont été parcourues en 2014³⁴⁹. Plusieurs grès et calcaires y détiennent un potentiel mécanique qui pourrait justifier leur emploi pour la taille de meules. Citons les plus favorables, le Grès de la Crèche (Tithonien) et le Grès de Châtillon (Kimméridgien), qui se détachent en boules et plaques mamelonnées décimétriques à pluri-métriques du sommet de la falaise au sud du cap Gris Nez au grès de l'érosion marine. Ces

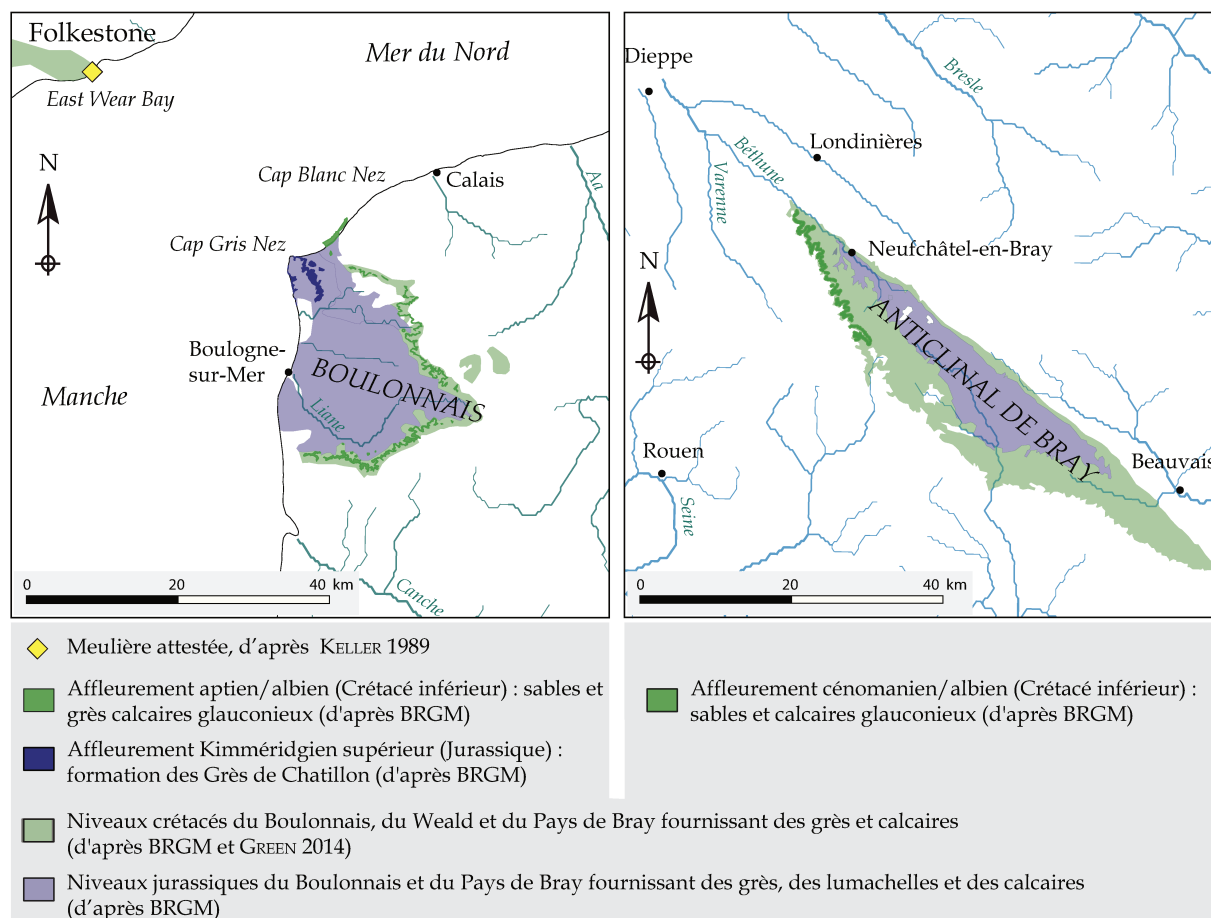


Figure 80 Carte des affleurements du Crétacé inférieur et du Jurassique du Boulonnais et de l'anticlinal du Pays de Bray. En couleurs opaques les niveaux probablement exploités pour la taille de meules.

349 Un grand merci à G. Guidi-Rontani pour sa participation active à cette journée d'observation.

matériaux gréseux parfois bioclastiques à ciment calcaire sont le fruit d'un processus de cimentation au sein des sables jurassiques, et se détachent sous forme de blocs directement exploitables³⁵⁰. Leur disponibilité, leur quantité à l'affleurement et leur durabilité en auraient fait de bons matériaux meuliers, en dépit d'une ouvrabilité peut-être limitée (roches dures). Malgré ces dispositions avantageuses, ces roches n'ont pas été employées pour la confection de meules rotatives. À l'œil nu, le doute pourrait s'installer concernant les meules en grès quartzitique glauconieux du Dunkerquois (Steene, Bierne, Pitgam - Nord), mais à l'échelle microscopique ces dernières ne présentent pas le ciment calcaire des Grès de la Crèche et de Châtillon³⁵¹. Elles se rapprochent plutôt des grès tertiaires des monts des Flandres.

Deux groupes de roches détritiques ont en revanche été repérés autour des Deux Caps (Pas-de-Calais). En l'absence d'analyses pétrographiques plus poussées et donc à défaut d'une origine précise, ces groupes se rapportent aux formations les plus probablement exploitées au regard de la zone de dispersion des meules. Ce sont les calcaires gréseux à glauconie de l'Albien inférieur (Crétacé inférieur) du cap Blanc Nez, également présents dans l'estuaire de la Seine et au bord de l'anticlinal du Pays-de-Bray, et les lumachelles du Kimméridgien (Jurassique supérieur) du cap Gris Nez.

6.11 Les grès calcaires et calcaires gréseux à glauconie

Des roches carbonatées glauconieuses sont observées très ponctuellement et font figure de matériaux meuliers d'usage plus ou moins opportuniste. Quatre exemplaires sont connus, tous localisés à proximité d'affleurements rocheux correspondants (fig. 81). Leur datation est mal établie mais renvoie à des périodes de transition pendant lesquelles le marché n'est probablement pas approvisionné massivement ni de manière continue par les grandes productions meulières. Trois meules seraient ainsi attribuées typologiquement à la fin de La Tène finale ou au début de l'époque romaine (à Calais et Tardinghen dans le Pas-de-Calais, et à Callengeville en Seine-Maritime), une se rapprocherait du début du Moyen Âge (à Harfleur).

Confusion pourrait être faite avec les *Lower Greensands* du Crétacé inférieur exploités dans le sud-est de l'Angleterre à la fin de l'Âge du Fer et à l'époque romaine, mais les faciès lithologiques semblent différents et la forme des meules peu régulière. Néanmoins, même si ces éléments attestent une importation de produits d'Outre-Manche, celle-ci serait très mineure.

6.11.1 Pétrographie

6.11.1.1 Le faciès Calaisis

Les deux premières meules sont taillées dans un grès compact à matrice calcaire blanche, composé de grains roulés millimétriques de quartz beige à vert, et d'une grande quantité de grains millimétriques de glauconie verdâtre (fig. 82 à 85). Il comprend de rares graviers roulés de quartz ou de quartzite translucides et des perforations tubulaires fossiles (bioturbations).

CALCAIRE À GLAUCONIE

Âge géol. : Albien (Crétacé inférieur)

Formation : sédimentaire

Texture : lisse (E) à hétérogène (B)

Diffusion : Périmètre attendant à local (0-25 km)

Production :



La Tène finale – I^{er} s.



Haut Moyen Âge

350 PIERRE 2005, p. 300 ; MANSY *et al.* 2007, p. 69

351 BONTE *et al.* 1986, p. 10-11 ; MANSY *et al.* 2007, p. 69

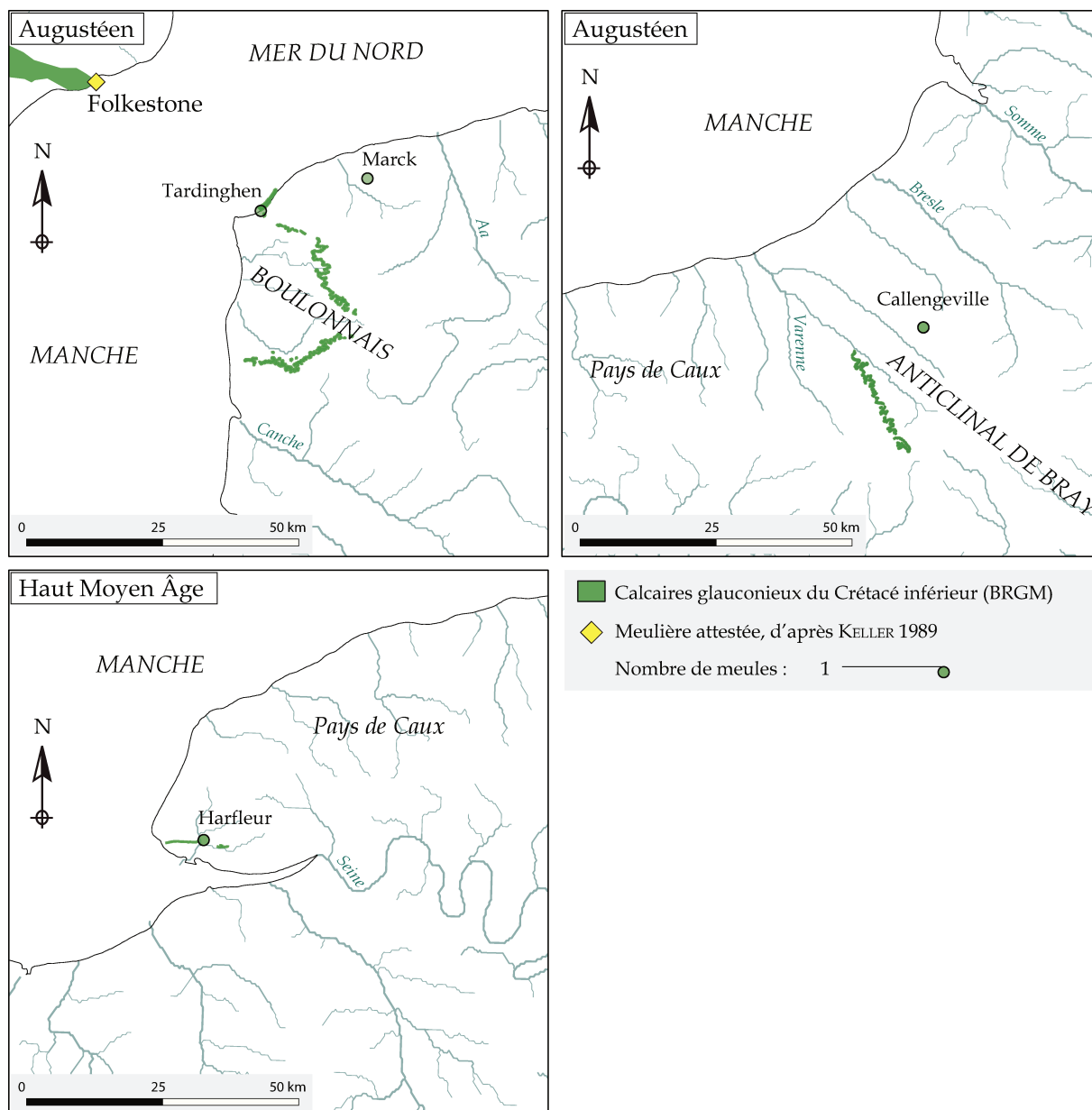


Figure 81 Carte de répartition des meules en calcaire à glauconie du Crétacé inférieur de la fin de l'époque gauloise au haut Moyen Âge dans le Pas-de-Calais et en Haute-Normandie

6.11.1.2 Les faciès de Seine-Maritime

La meule d'Harfleur est taillée dans un matériau dont la phase principale est plus calcaire que gréseuse. Il s'agit donc plus d'un calcaire gréseux que d'un grès calcaire. Sa couleur est blanche et il contient de nombreux grains millimétriques de glauconie verte ainsi que de rares fragments de silex noirs pluri-millimétriques (fig. 86 et 87). On y observe de rares coquilles de bivalves et des tubes d'annélides fossiles.

La meule de Callengeville montre un matériau plus gréseux, beige, d'aspect noduleux et à ciment calcaire. Sont répartis de nombreux grains infra-millimétriques de glauconie verdâtre et de rares coquilles fossiles.

6.11.1.3 Le faciès Folkestone

La roche extraite à Folkestone est un grès calcaire grossier gris contenant des grains de quartz roulés

Figure 82 Grès calcaire à nombreux grains infra-millimétriques de glauconie verdâtre. Meule de Marck-en-Calais (Pas-de-Calais). Photo macro taille réelle.

Figure 83 Grès calcaire à nombreux grains infra-millimétriques de glauconie verdâtre. Meule de Marck-en-Calais (Pas-de-Calais). Photo macro gross. x 2.

Figure 84 Grains de quartz (Qz) et de glauconie (Gl) roulés et liés dans une matrice calcaire. Meule de Marck-en-Calais (Pas-de-Calais). lame mince observée au microscope optique en lumière polarisée non analysée, gross. x 40 (Fronteau G., étude PCR Groupe Meule).

Figure 85 Grains de quartz (Qz) et de glauconie (Gl) roulés et liés dans une matrice calcaire. Meule de Marck-en-Calais (Pas-de-Calais). lame mince observée au microscope optique en lumière polarisée analysée, gross. x 40 (Fronteau G., étude PCR Groupe Meule).

Figure 86 Calcaire gréseux à nombreux grains de glauconie infra-millimétriques et rares bivalves fossiles. Meule alto-médiévale de Harfleur (Seine-Maritime). Photo macro taille réelle.

Figure 87 Calcaire gréseux à nombreux grains de glauconie infra-millimétriques et rares empreintes de bivalves fossiles. Meule alto-médiévale de Harfleur (Seine-Maritime). Photo macro taille réelle.

Figure 88 Grès calcaire à nombreux grains de glauconie millimétriques. Meule issue de l'atelier de taille de meules julio-claudien de Folkestone (Kent). Photo macro gross. x 2.

Figure 89 Grès calcaire à nombreux grains de glauconie millimétriques et rares bivalves fossiles. Meule issue de l'atelier de taille de meules julio-claudien de Folkestone (Kent). Photo macro gross. x 2.

Figure 90 Grains de quartz (Qz) et de glauconie (Gl) roulés et liés dans une matrice calcaire. Prélèvement sur affleurement de Folkestone (Kent) « East Wear Bay ». Lamme mince observée au microscope optique en lumière polarisée non analysée, gross. x 40 (Fronteau G., étude PCR Groupe Meule).

Figure 91 Grains de quartz (Qz) et de glauconie (Gl) roulés et liés dans une matrice calcaire. Prélèvement sur affleurement de Folkestone (Kent) « East Wear Bay ». Lamme mince observée au microscope optique en lumière polarisée analysée. Photo micro gross. x 40 (Fronteau G., étude PCR Groupe Meule).

infra- à pluri-millimétriques et une grande quantité de grains millimétriques de glauconie noire à verdâtre (fig. 88 à 91). Quelques éléments grossiers sont parfois présents, ainsi que des empreintes d'oursins, de mollusques et de vers fossiles³⁵². La matrice calcaire est parfois si peu abondante que le grès adopte une texture presque compacte.

6.11.2 Stratigraphie

6.11.2.1 Boulonnais - Calaisis

Ces calcaires et grès calcaires glauconieux apparaissent dans le Crétacé inférieur qui affleure sur une auréole marquant le bord de la boutonnière du Boulonnais côté français, et celle du Weald en Angleterre. On les retrouve sur les flancs de l'anticlinal du Pays de Bray et entaillés dans les vallons du Pays de Caux ainsi que dans l'estuaire de la Seine. Ces roches sont caractéristiques de l'Albien inférieur

352 GREEN 2014, p. 170

Figure 92

Blocs jonchant l'estran devant le hameau de Strouanne, entre le Cap-Blanc-Nez et Wissant (Pas-de-Calais).

dont les sables calcaires sont parfois consolidés. Ainsi, au plus près de Calais et de Tardinghen, les sables glauconieux de Wissant, exploités en carrières au XX^e siècle, apparaissent sous forme de blocs pluri-décimétriques voire même de lentilles pluri-métriques sur l'estran en face du hameau de Strouanne (fig. 92)³⁵³. On retrouve cette formation jusqu'au sud de Boulogne³⁵⁴, mais les passées gréseuses ne sont pas différenciées des « sables verts » sur la carte géologique.

6.11.2.2 Seine-Maritime

En Haute-Normandie, ces niveaux réapparaissent sous la même forme. Les « sables verts » de l'Albien inférieur sont particulièrement présents dans le versant sud de l'anticlinal du Pays de Bray, parfois à l'état gréseux³⁵⁵ ; la meule de Calengeville peut s'y rapporter, mais l'on trouve aussi des grès glauconieux dans les

niveaux jurassiques du même massif. Dans un cas comme dans l'autre, l'acquisition du matériau est locale.

On retrouve les sables glauconieux de manière très localisée sur les coteaux de l'estuaire de la Seine autour d'Harfleur, mais ici les faciès ne sont pas différenciés sur la carte géologique entre Albien (Vraconien) et Cénomaniens inférieur (marnes et gaizes, argiles et glauconites, poudingues et grès)³⁵⁶. Il est cependant fort probable que la meule alto-médiévale des « Coteaux du Calvaire » en soit issue.

6.11.2.3 Grande-Bretagne

Dans le sud-est de la Grande-Bretagne, des grésifications des *Greensands* du Crétacé inférieur (*Folkestone beds*) ont été exploitées pour la taille de meules depuis le Néolithique. Citons le site littoral de taille de meules d'« East Wear Bay » à Folkestone, et plus à l'intérieur des terres ceux de Lodsworth (Sussex) et des Pen Pits (Wiltshire).

À Folkestone, la production de meules rotatives est attestée à La Tène finale jusqu'à la conquête romaine de la Bretagne au milieu du I^{er} siècle de notre ère. À ce moment, le site évolue en villa littorale et abandonne l'activité meulière au profit d'une production agricole peut-être destinée à l'armée romaine³⁵⁷. À Lodsworth, l'industrie meulière est active du Néolithique au Bas-Empire³⁵⁸. La présence ponctuelle de ces meules dans le nord de la Gaule est tout à fait possible, mais il faut écarter toute réelle importation trans-Manche puisque deux individus seulement peuvent s'y rapporter au sein d'un corpus étudié de façon quasi-exhaustive dans le département du Pas-de-Calais,

353 AMEDRO, ROBASZYNSKI 1997, p. 17, 23

354 BRIQUET 1903

355 KUNTZ *et al.* 1978, p. 7-8

356 BOLTENHAGEN *et al.* 1967, p. 9

357 KELLER 1989 ; GREEN 2014, p. 159-162

358 SHAFFREY, ROE 2011; PEACOCK 1987

et deux en Seine-Maritime. Et encore ces exemplaires présentent-ils une texture moins gréseuse que le faciès-type de Folkestone qui comprend aussi des éléments de quartz plus grossiers. Les variations à la fois latérales et verticales sont toutefois très importantes dans ces formations détritiques et il faudrait avoir recours à des analyses plus poussées pour déterminer l'origine précise de ces roches. À notre échelle d'investigation, de telles analyses ne se justifient pas pour des productions aussi mineures.

Toujours est-il que dans un premier cas (importation depuis l'Angleterre), ces meules ne sont que des *unica* dépassant leur aire de dispersion (sud de l'Angleterre)³⁵⁹ ; dans un second cas plus probable ici (production locale dans le Pas-de-Calais), elles correspondraient à des productions mineures, peut-être à partir de blocs erratiques ou de plage (exploitation de blocs de surface : meulière de type Anderson MQ1)³⁶⁰. Elles viendraient alors localement combler un vide pendant des périodes où les systèmes de production et les réseaux de distribution sont défaillants : la transition laténo-romaine d'une part et un épisode du haut Moyen Âge d'autre part. Les consommateurs sont contraints de rechercher dans leur environnement proche des matériaux pouvant répondre à leurs besoins.

6.12 Les calcaires à lumachelles

Des lumachelles, accumulations de coquilles fossiles, sont observées très ponctuellement et font figure de matériaux meuliers d'usage semi-opportuniste. Plusieurs exemplaires ont été récoltés directement en contrebas d'un gisement identifié³⁶¹, d'autres sont enregistrés à distance assez réduite mais ne correspondent peut-être pas au même faciès. La datation de ces meules est mal établie mais correspond à des périodes de transition pendant lesquelles le marché n'est probablement pas approvisionné massivement ni de manière continue. Comme les meules en grès calcaire à glauconie, elles seraient attribuées typologiquement à la fin de La Tène finale ou au début de l'époque romaine.

LUMACHELLES À HUITRES

Âge géol. : Jurassique

Formation : sédimentaire

Texture : hétérogène (B)

Diffusion : Périmètre attendant à local (0-25 km)

Production :



La Tène finale – I^{er} s.

6.12.1 Pétrographie

Ces lumachelles sont des calcaires souvent gréseux, voire des grès calcaires, essentiellement constitués de coquilles fossiles (échinoïdes, bivalves : *ostrea*, *trigonia*) et de grains millimétriques à pluri-millimétriques de quartz et de silex roulés (fig. 93 à 98). Des faciès moins coquilliers et plus détritiques (une meule à Boulogne « rue Branly » et une à Steene « le Château ») peuvent suggérer l'exploitation presque anecdotique de gisements différents du banc de référence pour ces matériaux.

6.12.2 Stratigraphie

Dans le cas des meules découvertes sur la plage de Tardinghen/Wissant (Pas-de-Calais), ces lumachelles sont à rechercher au plus proche (fig. 99). Des amas coquilliers comparables sont compris dans les Argiles de Châtillon, âgées du Kimméridgien supérieur/Tithonien inférieur (Jurassique supérieur). Cette formation affleure du nord au sud du Boulonnais mais les niveaux lumachelliques sont particulièrement bien développés au nord d'Audresselles. Ils dominent notamment le point de

359 SHAFFREY, ROE 2011, p. 312, 315 ; GREEN 2014, p. 159-165 ; SHAFFREY 2015a, p. 57

360 ANDERSON, JACCOTEY 2017

361 Prospections d'H. Mariette sur la plage de Tardinghen/Wissant dans les années 1960-70.

Figure 93 Lumachelle à huitres et fragments de silex. Meule de Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais). Photo macro taille réelle (cliché Service archéo. Boulogne-sur-Mer ©).

Figure 94 Lumachelle à huitres. Meule de Tardinghen (Pas-de-Calais). Photo macro taille réelle.

Figure 95 Lumachelle à huitres. Meule de Tardinghen (Pas-de-Calais). Photo macro taille réelle.

Figure 96 Empreintes fossiles et galets de quartzite. Meule de Tardinghen (Pas-de-Calais). Photo macro taille réelle.

Figure 97 Agglomérat de fragments de coquilles, d'oolithes et de grains de quartz roulés (Qz) dans une matrice siliceuse. Meule de Boulogne (Pas-de-Calais). Lame mince observée au microscope optique en lumière polarisée analysée, gross. x 40 (Fronteau G., étude PCR Groupe Meule).

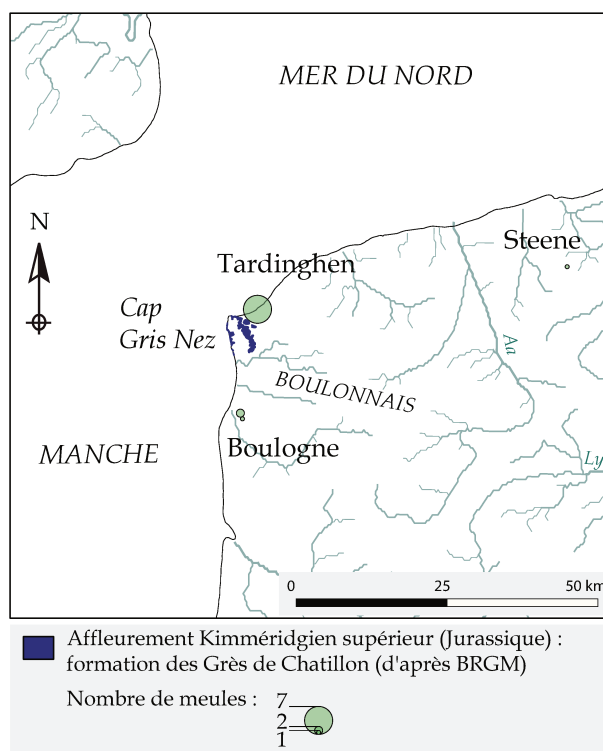
Figure 98 Agglomérat de fragments de coquilles, de gastéropode et de grains de quartz roulés (Qz) dans une matrice siliceuse. Meule de Boulogne (Pas-de-Calais). Lame mince observée au microscope optique en lumière polarisée non analysée, gross. x 40 (Fronteau G., étude PCR Groupe Meule).

Figure 99 Carte de répartition des meules en calcaires et lumachelles jurassiques à la pointe du Boulonnais.

rencontre entre la Manche et la Mer du Nord au nord de la falaise du cap Gris Nez³⁶². Sous l'action de la mer, des blocs s'en détachent et jonchent le haut de l'estran entre le trou du Nez et Wissant.

Le recul du littoral lié à l'érosion marine dans ce secteur rocheux est assez faible au regard de celle qui entame la baie de Wissant, quelques centaines de mètres au nord-est. Elle est de l'ordre de 0,07 m par an³⁶³, soit 14 m en 2000 ans, ce qui dévoilerait en théorie des traces d'exploitation ancienne à marée basse comme c'est le cas sur la plage de « East Wear Bay » à Folkestone (Kent). Ces traces n'étant pas identifiées ici, la pratique d'un ramassage de blocs de plage préformés peut être supposée pour la mise en forme de ces meules.

Les deux meules de Boulogne et de Steene dont la roche diffère de ce faciès sont peut-être originaires d'autres gisements localisés sur les niveaux jurassiques qui affleurent clairement sur le littoral mais forment aussi une grande partie de la boutonnière du Boulonnais à l'intérieur des terres. Leur faible représentation indique l'absence d'une réelle industrie meulière et leur présence ne témoigne que de la recherche d'outils de mouture au niveau local à une époque où les grands réseaux de distribution se rétractent avant de prendre une ampleur inédite suite à leur organisation romaine au cours du I^{er} siècle.



LE DÉVONIEN : GRÈS ET CONGLOMÉRATS

La majorité des grès et conglomérats meuliers relevés entre le nord de la France et le sud des Pays-Bas est issue de formations sédimentaires primaires qui affleurent en différents gîtes de l'Ardenne. Ces matériaux sont représentés dans les niveaux du Dévonien inférieur et du Dévonien moyen, constitués d'une large variété de conglomérats, de quartzites, de grès, de siltites et de schistes. Ces terrains varisques reposent en discordance sur les massifs calédoniens de Rocroi, de Stavelot-Venn, de Serpont et de Givonne, et sont aussi présents sur le versant nord du Synclinorium de Dinant (fig. 100) Les massifs calédoniens sont plissés et faillés ; ils ont subi une première orogénèse dite calédonienne (anté-dévonienne) suivie d'une seconde orogénèse (cycle varisque ou hercynien) à la fin du Carbonifère. Ils se retrouvent aujourd'hui à l'affleurement suite à l'érosion des terrains surincombants.

La plus récente des roches meulières dévoniennes correspond à la Formation de Burnot, datée de la transition entre l'Emsien et l'Eifélien (Dévonien inférieur/moyen) et qui affleure le long du Syncli-

³⁶² MANSY *et al.* 2007, p. 67

³⁶³ PIERRE 2005, p. 306

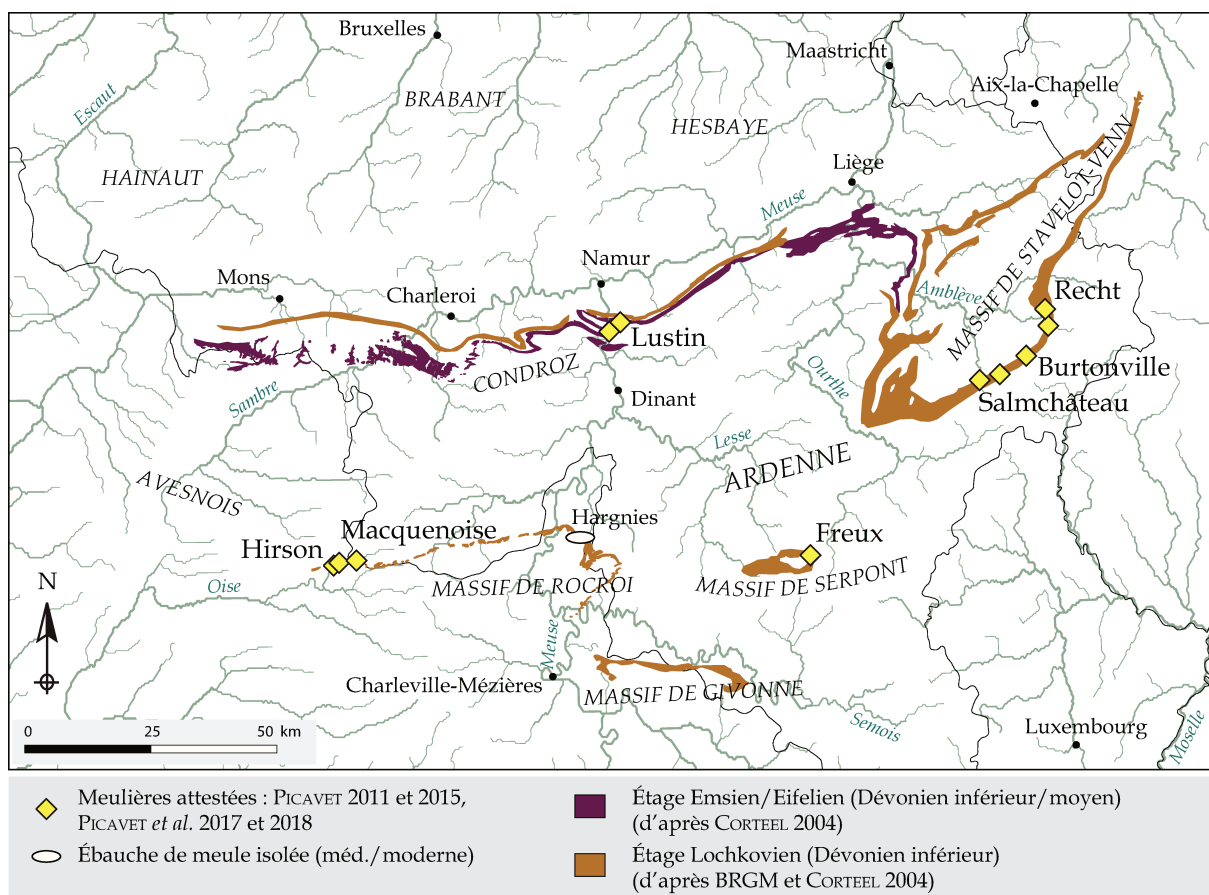


Figure 100 Carte des meulières connues sur les affleurements dévoniens du massif des Ardennes.

norium de Dinant. Elle a fourni des meules va-et-vient au cours de la Protohistoire et des meules rotatives entre La Tène finale et le Haut-Empire.

Autour des massifs calédoniens ont été sélectionnés les conglomérats de base du Lochkovien. À la bordure des massifs de Rocroi et de Serpont, ces grès et conglomérats appartiennent à la Formation de Fépin, équivalent des grès de Gdoumont sur le flanc sud du Massif de Stavelot-Venn³⁶⁴. Au sein de ces formations, des faciès particuliers ont été identifiés : « l'Arkose d'Haybes » autour du Massif de Rocroi et « l'Arkose de Waimès » autour de celui de Stavelot-Venn. Ces appellations-types largement employées devront être revues pour la distinction des roches meulières.

6.13 Le Poudingue de Burnot

Un conglomérat bien caractérisé d'âge Dévonien a été identifié comme roche meulière³⁶⁵. Son aspect reconnaissable a permis d'identifier précisément la Formation de Burnot en Belgique, mais sa zone d'affleurement est très étendue avec autant de sites d'extraction potentiels. Les meules qui en sont constituées sont principalement découvertes dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, sur la frange sud-est du Département du Nord et au sein d'une bande est-ouest qui traverse la Belgique jusqu'aux environs

POUDINGUE DE BURNOT

Âge géol. : Emsien/Eifelien (Dévonien inférieur/moyen)

Formation : sédimentaire

Texture : granulaire massive (A2)

Diffusion : périmètre régional (0-100 km)

Production :



La Tène finale



Haut-Empire

³⁶⁴ *Ibid.*

³⁶⁵ PICAUVET 2015, p. 114 ; HARTOCH *et al.* 2015, p. 72 ; RENIERE *et al.* 2016, p. 410-412

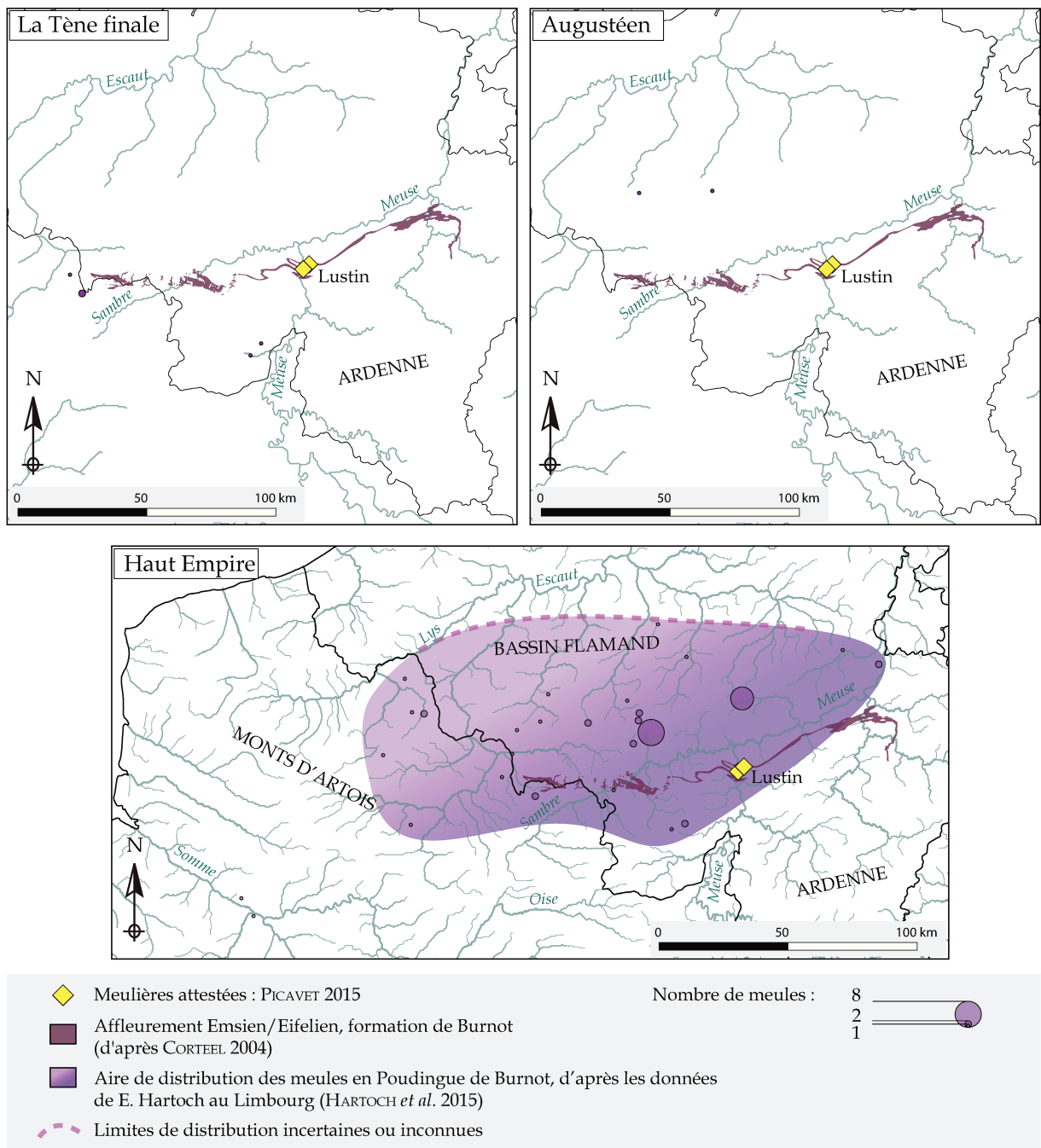


Figure 101 Carte de distribution des meules en Poudingue de Burnot de La Tène finale au Haut-Empire

de Tongres et qui comprend le sud de la Flandre et la moitié nord de la Wallonie jusqu'au versant septentrional de l'Ardenne (fig. 101). Ces meules sont ponctuellement repérées jusqu'à Amiens (Somme) à l'ouest et Heerlen (Limbourg Néerlandais) à l'est, mais il s'agit là d'une distance extrême (210 km des premiers affleurements à vol d'oiseau pour Amiens) qui n'est pas représentative de l'aire normale de diffusion du matériau (une centaine de kilomètres).

On constate leur présence entre La Tène finale et le Haut-Empire, puis l'exploitation meulière de la formation cesse jusqu'à l'époque moderne où quelques meules semblent en avoir été extraites. La roche peut de nos jours être observée dans le pavement des quais de la Sambre à Namur.

Figure 102 Conglomérat grossier lie-de-vin à quartz laitieux et galets d'argilite, de grès et de quartzite centimétriques. Meule de Taviers (Namur). Photo macro taille réelle.

Figure 103 Conglomérat grossier lie-de-vin à quartz laitieux et galets d'argilite, de grès et de quartzite centimétriques. Meule de Bouvines (Nord). Photo macro taille réelle.

Figure 104 Grès moyen lie-de-vin à poche d'argilite partiellement dissoute. Meule de Rochefort (Namur). Photo macro taille réelle.

Figure 105 Grès moyen lie-de-vin à litages de différentes granulométrie et concentration en oxyde de fer. Meule de Taviers (Namur). Photo macro taille réelle.

Figure 106 Conglomérat constitué de grains de quartz émoussés et lithoclastes engrenés. Meule romaine de Bouvines (Nord). Lame mince observée au microscope optique en lumière polarisée non analysée, gross. x 20 (Fronteau G., étude PCR Groupe Meule).

Figure 107 Conglomérat constitué de grains de quartz émoussés et lithoclastes engrenés. Meule romaine de Bouvines (Nord). Lame mince observée au microscope optique en lumière polarisée analysée, gross. x 20 (Fronteau G., étude PCR Groupe Meule).

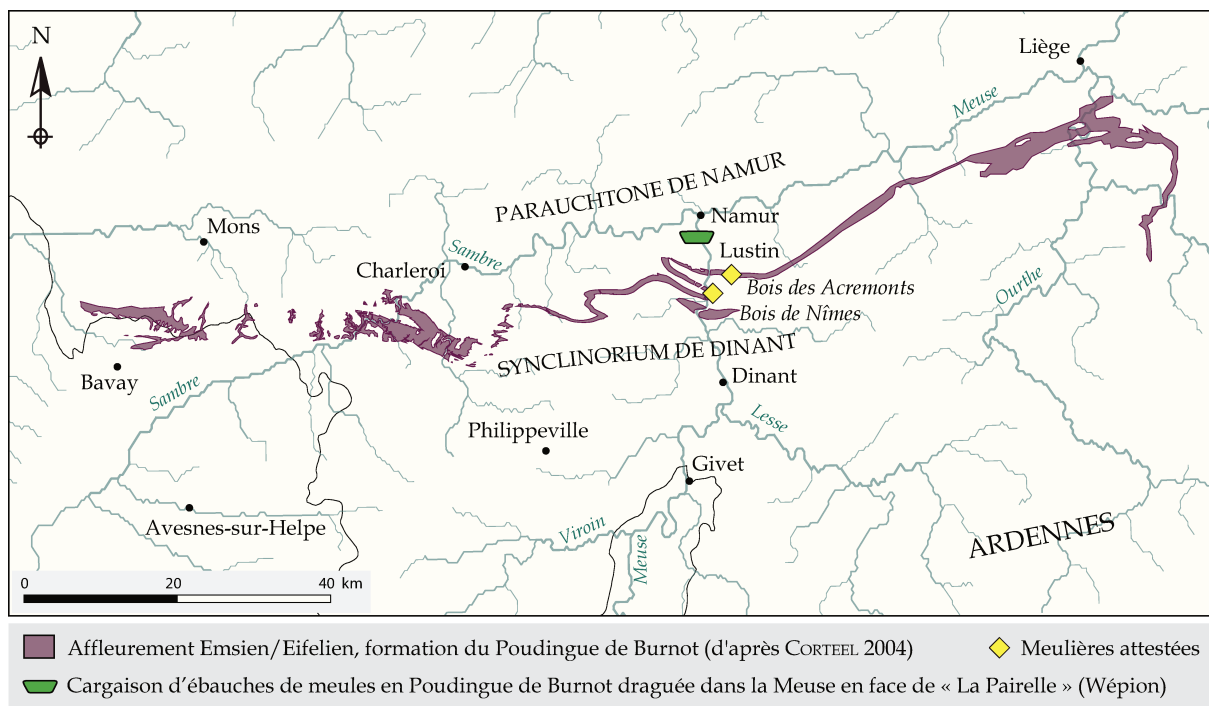


Figure 108 Carte des meulières connues sur les affleurements du Poudingue de Burnot (Emsien/Eifelien, Dévonien inférieur/moyen) et épave chargée d'ébauches de meules draguée dans la Meuse.

6.13.1 Pétrographie

Les roches sédimentaires rouges qui constituent les meules rotatives vont du conglomérat grossier comprenant des éléments détritiques arrondis (graviers) pluri-millimétriques à pluri-centimétriques (fig. 102 et 103) aux grès moyens à grossiers mieux triés (fig. 104 et 105). L'hématite présente dans la matrice terrigène confère à la roche une teinte rouge « lie-de-vin » caractéristique. Des variantes grises à blanc-rosé ou à taches vertes sont plus rares.

Les grains de quartz sont vitreux à laiteux et leur granulométrie est comprise entre 1 et 3 mm. À l'échelle microscopique, ils sont parfois enrobés d'un ciment syntactique de quartz, résultat d'un épisode de lithification de la roche qui en a lié les éléments. On observe des cristaux épars millimétriques à pluri-millimétriques de tourmaline verdâtre à noire. Les galets de tourmalinite noire sont caractéristiques de la formation³⁶⁶ et sont assortis de galets d'argilite gris-beige ou « lie-de-vin » (fig. 104), de galets de quartz et de quartzites de différentes couleurs, de rares roches volcaniques, de grès, et des clastes de shale sont aussi observés (fig. 106 et 107).

Les bancs sont lenticulaires et d'importantes variations de granulométrie sont observées verticalement et latéralement, passant du grès moyen au conglomérat grossier au sein d'un même gisement.

6.13.2 Stratigraphie

La formation de Burnot, qui comprend aussi des séries de siltites et de schistes rouges, est datée Emsien moyen/supérieur - Eifelien (Dévonien inférieur-moyen)³⁶⁷. La série conglomératique appelée Poudingue de Burnot était autrefois assignée à un étage appelé Burnotien sur les cartes géologiques belges au 1/40000 du début du XX^e siècle. Elle correspond à un dépôt sédimentaire en milieu littoral et deltaïque dont témoigne l'aspect roulé des galets de roches exogènes apportés par transport fluvial³⁶⁸.

³⁶⁶ La tourmalinite est une roche constituée d'au moins 15 à 20 % de tourmaline.

³⁶⁷ STAINIER 1994

³⁶⁸ CORTEEL *et al.* 2004, p. 41, 50

Son aire d'affleurement est très allongée d'ouest en est (fig. 108). Elle occupe la bordure septentrionale du Synclinorium de Dinant et celui de Verviers, depuis les contreforts occidentaux de l'Ardenne aux environs de Bavay (Nord, France) jusqu'au nord-ouest du Massif de Stavelot-Venn au sud de Liège (Prov. de Liège).

6.13.3 *Carrières connues*

Deux sites de meulières anciennes sont connus pour avoir livré des ébauches de meules rotatives et jouxtent les bords de Meuse au sud de Namur. Le premier est localisé dans le Bois des Acremots, à la limite entre les communes de Namur et de Lustin ; le second est signalé dans le Bois de Nismes à Lustin³⁶⁹. Ces sites, identifiés par les ébauches de meules qu'ils ont livrées, n'ont jamais été étudiés³⁷⁰. Les ébauches que nous avons pu y observer sont bien celles de petites meules manuelles de 30 à 45 cm de diamètre attribuées chronologiquement à La Tène finale et au début de l'époque romaine. Une vingtaine d'entre elles, conservées au musée archéologique de Namur, a d'ailleurs été draguée du fond de la Meuse au début du XX^e siècle non loin de Lustin, en face du lieu-dit « la Pairelle » (Wépion, Namur)³⁷¹.

Cette découverte ancienne est seulement documentée au sein des acquisitions du musée (achat en 1908). Elle témoigne néanmoins de leur transport fluvial au sortir des carrières, vraisemblablement en direction de Namur où elles devaient être achevées avant leur commercialisation.

Leur distribution est connue à La Tène finale et ne dépasse pas le Haut-Empire, période au cours de laquelle elles sont remplacées progressivement par les productions de Macquenoise à l'ouest et par celle de l'Eifel à l'est.

6.14 **Les grès conglomératiques du Lochkovien**

Les grès dits « arkoses » d'Haybes, de Macquenoise, de Waimes ou de Vielsalm-Salmchâteau ont livré des meules rotatives dispersées dans tout le nord-est de la France, en Belgique et au sud des Pays-Bas, tant sur les sites urbains que ruraux, occupés entre la Protohistoire et le haut Moyen Âge. Les niveaux éodévoniens dont ils sont issus affleurent d'un bout à l'autre de l'Ardenne, formant des auréoles autour des massifs calédoniens de Rocroi, de Stavelot-Venn, de Serpont et de Givonne ; on les retrouve au nord le long de la ride du Condroz, sur une ligne est-ouest longeant la Sambre et la moyenne Meuse et reliant la frontière franco-belge à la périphérie liégeoise.

Ces roches représentent le premier choix pour la confection du matériel de mouture dans cette vaste zone géographique située autour du massif ardennais. La reconnaissance des faciès est donc un enjeu majeur pour comprendre les modalités de l'exploitation meulière et pour restituer les circuits de distribution des produits finis. Le faciès de référence est celui de l'Arkose d'Haybes, présent à l'est du Massif de Rocroi autour de la vallée de la Meuse et décrit au XIX^e siècle par J. Gosselet³⁷². Il permet d'introduire les variantes identifiées sur les meules en contexte archéologique.

Soulignons que le terme « arkose » anciennement employé pour définir ces roches prête à confusion. Il existe en effet un autre type de pierre meulière très répandue dans le nord de la Gaule à l'époque romaine et qui correspond à de véritables arkoses à nombreux feldspaths (voir § 6.15), mais non originaires des niveaux lochkoviens décrits ici. Il faut donc différencier ces matériaux par l'emploi d'appellations-types sans ambiguïté, par exemple : Grès de Macquenoise et Arkose d'Haybes autour du Massif de Rocroi, Grès conglomératique de Salmchâteau autour du Massif de Stavelot-Venn.

369 PICAVET 2015, p. 116-117

370 Mes chaleureux remerciements aux archéologues amateurs B. Van Eerdenbrugh et D. Daoust pour avoir porté ces sites à ma connaissance et m'y avoir guidé.

371 COURTOY 1920

372 GOSSELET 1883

6.14.1 Pétrographie

6.14.1.1 Le faciès Haybes/Hargnies/Willerzie : l'Arkose d'Haybes

Le faciès typique du secteur d'Haybes/Hargnies (Ardennes)/Willerzie (Belgique) est un grès grossier à litages marqués d'un fort tri granulométrique (fig. 109), parfois avec un aspect tricolore blanc/verdâtre/lie-de-vin. Le matériau va du grès grossier au grès conglomératique et contient fréquemment des galets de quartzite, de lydite et de phyllite gris, noirs et verdâtres, et des galets centimétriques à pluri-centimétriques de quartz blanc. Des fragments de cristaux de tourmaline, millimétriques à centimétriques et verdâtres

GRÈS CONGLOMÉRATIQUES DU LOCHKOVIEU

Âge géol. : Lochkovien (Dévonien inférieur)

Formation : sédimentaire

Texture : granulaire à forte cohésion (A2)

Diffusion : périmètre extra-régional (200 km)

Production :

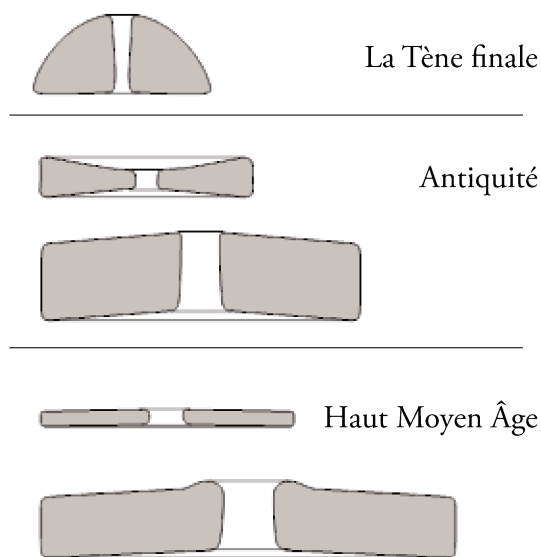


Figure 109 Le grès dit «Arkose d'Haybes». Prélèvement sur affleurement d'Haybes (Ardennes). Photo macro taille réelle (Fronteau G., étude PCR Groupe Meule).

Figure 110 Le grès dit «Arkose d'Haybes» : grains de quartz anguleux (Qz) et paillettes de mica blanc (muscovite : Mu) dans une matrice siliceuse finement micacée. Prélèvement sur affleurement d'Haybes (Ardennes). lame mince observée au microscope optique en lumière polarisée non analysée, gross. x 40 (Fronteau G., étude PCR Groupe Meule).

Figure 111 Le grès dit «Arkose d'Haybes» : grains de quartz anguleux (Qz) et paillettes de mica blanc (muscovite : Mu) dans une matrice siliceuse finement micacée. Prélèvement sur affleurement d'Haybes (Ardennes). lame mince observée au microscope optique en lumière polarisée analysée, gross. x 40 (Fronteau G., étude PCR Groupe Meule).

(noirs à l'œil nu), sont caractéristiques de la formation mais plutôt rares dans ce faciès. Le ciment renferme des micro-micas et des micas blancs (fig. 110 et 111). La présence de gros cristaux de feldspaths, parfois totalement altérés, parfois encore identifiables comme dans la coupe de référence du Moulin de Fétrogne au nord de Fépin (Ardennes)³⁷³, permet parfois de classer cette roche parmi les grès arkosiques voire ponctuellement dans les arkoses si la teneur en feldspaths est suffisante³⁷⁴. Toutefois cette attribution ne peut être due à la composition de la matrice autrefois considérée, avant les travaux de J. Michot³⁷⁵, comme le fruit de l'altération des feldspaths par kaolinisation. En réalité, la matrice est composée d'un mélange blanc à verdâtre de paillettes de mica et de chlorite riche en fer (en petite quantité).

Le terme « arkose », employé par erreur puis par habitude depuis le XIX^e siècle est donc absolument inapproprié pour définir ces roches.

6.14.1.2 Le faciès Hirson/Macquenoise : le Grès de Macquenoise

Le grès dit « arkose » de Macquenoise est un faciès particulier de la formation lithostratigraphique de l'Arkose d'Haybes. Comme le faciès présent à Haybes, en l'absence de feldspaths, cette roche ne peut être appelée arkose et correspond en réalité à un grès grossier conglomératique. Le terme est parfois conservé par commodité car il correspond à une formation géologique de référence, mais l'appellation de Grès de Macquenoise est retenue pour caractériser le matériau meulier particulier présent dans le secteur d'Hirson (Aisne)/Macquenoise (Hainaut).

Le grès du faciès « Macquenoise » est plus homogène que le faciès caractéristique du secteur d'Haybes/Hargnies/Willerzie. Sa teinte est blanche à gris-clair, sans coloration verdâtre ou lie-de-vin, et il contient de plus nombreux macro-cristaux de tourmaline noire à vert sombre (fig. 112 à 117). Son ciment renferme également des micro-micas, des micas blancs et des débris centimétriques de roches (schistes, quartzites et quartz grossiers - fig. 113). De plus, alors que les faciès de la Pointe de Givet ont souvent une légère porosité intergranulaire, ceux de Macquenoise sont plutôt massifs, avec des grains fermement cimentés et une matrice peu développée.

Les éléments détritiques sont mal classés et ont des contours irréguliers peu usés, indice d'un faible transport avant sédimentation. La roche est fréquemment composée de lits de granulométrie légèrement différente, mais généralement sans perte de cohésion ou différence de cimentation, ce qui en fait un matériau mécaniquement assez homogène. Elle peut en revanche contenir des veines de quartz qui peuvent introduire des hétérogénéités et donc des problèmes lors de la taille ou pour la durabilité de l'objet façonné.

6.14.1.3 Les faciès de Haute Ardenne

En Haute Ardenne, les grès conglomératiques dits « Arkose de Waimes »³⁷⁶ présentent une teinte gris clair et souvent une schistosité due à un métamorphisme plus important au sud qu'au nord du massif (fig. 118). Ils renferment des lithoclastes phylladeux et très rarement des galets de tourmalinite millimétriques à pluri-centimétriques alors que la tourmaline cristalline, caractéristique du faciès de Macquenoise, est ici quasi-absente (fig. 120). Des fragments de quartzite peuvent par endroits atteindre plusieurs centimètres jusqu'au décimètre, et donnent alors à la roche un aspect comparable à celui du Poudingue de Fépin (fig. 119). Ici aussi les feldspaths sont absents et l'appellation d'« arkose » est erronée. Il faut préférer le terme de Grès conglomératique de Salmchâteau.

373 GOUDALIER *et al.* 1992

374 Une arkose correspond par définition à un grès comprenant plus de 25% de feldspaths.

375 MICHOT 1963

376 L'appellation « Arkose de Waimes » ou « pierre de Waimes » est un terme de carrier, la roche étant surtout exploitée autour de Waimes (Prov. de Liège) à l'époque moderne et encore actuellement.

Figure 112 Grès grossier à conglomératique gris beige à rares cristaux millimétriques de tourmaline noire. Meule romaine de Marcq-en-Barœul (Nord). Photo macro, gross. x 2.

Figure 113 Grès grossier à conglomératique gris à rares grains millimétriques de tourmaline noire, veine de micas et lithoclastes de tourmalinite et quartzite. Meule romaine de Pitgam (Nord). Photo macro taille réelle.

Figure 114 Grès grossier à conglomératique gris blanc à rares cristaux millimétriques de tourmaline noire et cimentation légèrement ferrugineuse. Meule romaine de Lambres-lez-Douai (Nord). Photo macro gross. x 2.

Figure 115 Cristal pluri-millimétrique de tourmaline noire. Meule romaine de Lesquin (Nord). Photo macro gross. x 5.

Figure 116 Le Grès de Macquenoise : grains de quartz sub-anguleux (Qz) et cristaux de tourmaline verdâtre (To) dans une matrice siliceuse finement micacée. Prélèvement sur affleurement d'Hirson/Macquenoise (Aisne). lame mince observée au microscope optique en lumière polarisée non analysée, gross. x 40 (Fronteau G., étude PCR meule).

Figure 117 Le Grès de Macquenoise : grains de quartz anguleux (Qz) et cristaux de tourmaline verdâtre (To) dans une matrice siliceuse finement micacée. Prélèvement sur affleurement d'Hirson/Macquenoise (Aisne). lame mince observée au microscope optique en lumière polarisée analysée, gross. x 40 (Fronteau G., étude PCR meule).

Figure 118 Fragment de grès grossier à conglomératique gris dépourvu de tourmaline issu des meulières de Burtonville (Prov. Luxembourg). Photo macro gross. x 2.

Figure 119 Conglomérat bréchiq ue observé dans les meulières du Goldgrube (Saint-Vith, Prov. de Liège). Photo macro éch. 1/2.

6.14.2 Stratigraphie

Sur les flancs du Massif de Rocroi, les niveaux du Lochkovien font partie de l'unité litho-stratigraphique de la Formation de Fépin qui apparaît de manière discontinue depuis le secteur d'Hirson (Aisne)/Macquenoise (Prov. de Hainaut) et des sources de l'Oise jusqu'au secteur d'Haybes (Ardennes)/Gedinne (Prov. de Namur) où elle est profondément entaillée par la vallée de la Meuse (fig. 121). La Formation de Fépin est composée de deux sous-unités : les conglomérats de Fépin (Poudingue de Fépin) surmontés par les grès grossiers de l'Arkose d'Haybes. Ces deux unités sont souvent observées ensemble, comme dans la carrière Lahonry (Couvin, Hainaut) qui fournit le stratotype de la formation³⁷⁷, ou dans celle du « Pas-Bayard » à Anor (Nord). Le Grès de Macquenoise est un faciès particulier et maintenant bien identifié au sein de l'unité de l'Arkose d'Haybes, propre aux affleurements du secteur d'Hirson/Macquenoise³⁷⁸.

Autour du massif calédonien de Stavelot-Venn en Haute Ardenne, les niveaux lochkoviens sont mis à nu dans le bassin du Glain et de l'Amblève, sous-affluents de la Meuse, depuis la Baraque de Fraiture et Dochamps jusqu'à Recht, Saint-Vith et Waimés, en passant par Salmchâteau, Vielsalm et Burtonville (Prov. de Liège et de Luxembourg – fig. 122). Ce secteur connaît une importante variabilité des faciès avec la même alternance en succession verticale de conglomérats bréchiq ues assimilables au Poudingue de Fépin et de grès grossiers connus ici sous l'appellation d'Arkose de Waimés. Les grès très siliceux de cette unité sont plus ou moins schistosés et plus ou moins chargés en micas, et sont souvent dépourvus de cristaux de tourmaline dont la répartition caractérise le

Figure 120 Le grès conglomératique de Salmchâteau : grains de quartz anguleux monocristallins (Qzm) et polycristallins (Qzp) dans une matrice siliceuse finement micacée. Prélèvement sur affleurement de Vielsalm (Prov. Luxembourg). Lamelle mince observée au microscope optique en lumière polarisée analysée, gross. x 40 (Fronteau G., étude PCR Groupe Meule).

377 MEILLIEZ 1984, MEILLIEZ, BLIECK 1994 ; MEILLIEZ 2006

378 PICAUVET *et al.* 2018

Figure 121 Meulière du secteur de Macquenoise sur les affleurements du Lochkovien (Dévonien inférieur) autour du Massif de Rocroi.

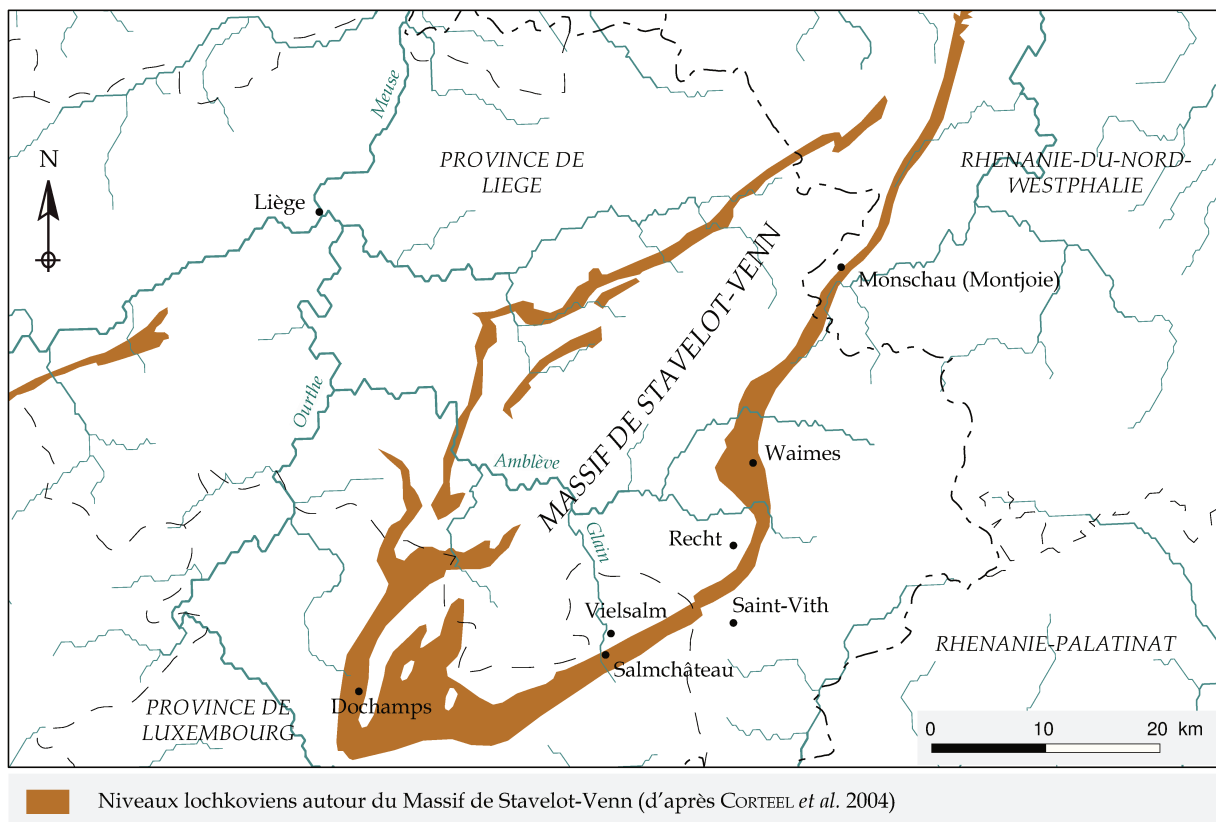


Figure 122 Affleurement du Lochkovien (Dévonien inférieur) autour du Massif de Stavelot-Venn.

faciès Macquenoise au bord nord du Massif de Rocroi.

Enfin, le petit massif cambrien de Serpont émerge au milieu de puissantes séries gréseuses et schisteuses du Dévonien inférieur qui ont été exploitées en carrières tout au long de l'Histoire. Le Lochkovien qui l'entoure fournit des conglomérats et des grès grossiers comparables à ceux d'Haybes et de Salmchâteau et qui ont livré des meules va-et-vient pendant la Protohistoire dans le secteur de Freux (Libramont-Chevigny, Prov. de Luxembourg)³⁷⁹. Ce secteur est extrêmement mal connu car très peu évoqué dans la littérature géologique et archéologique, mais aucune évidence de la confection de meules rotatives n'y est constatée pour le moment.

Enfin, un faciès conglomératique existe autour du Massif de Givonne à la frontière franco-belge mais aucune activité meulière n'y a jusqu'à présent été décelée. Il s'agit là cependant d'un secteur qui sera à étudier ultérieurement.

6.14.3 *Origine et répartition des meules*

Autour de ces trois massifs calédoniens ardennais (Rocroi, Stavelot-Venn et Serpont), trois grandes zones de meulières sont identifiées par les stigmates qu'elles ont laissés dans le paysage et par les ébauches de meules qu'elles exposent encore en surface. Ces gisements doivent être abordés conjointement pour discriminer les différents faciès pétrographiques offerts et déceler les variations qui peuvent exister dans la distribution des meules au cours du temps.

Pour la Protohistoire, ces trois secteurs ont révélé une production de meules va-et-vient mais l'étendue des affleurements implique potentiellement une multiplicité d'ateliers d'extraction encore non identifiés. Sur les sites de consommation, elles commencent à être répertoriées dans les Ardennes, la Marne, le nord de la Haute-Marne³⁸⁰, dans la vallée de l'Aisne³⁸¹, le Nord-Pas-de-Calais³⁸² et jusque dans l'Oise³⁸³ du Néolithique moyen II au deuxième Âge du Fer (fig. 123).

Une origine en bordure nord du Massif de Rocroi est très probable pour ces exemplaires, et le secteur d'Hirson/Macquenoise a livré des ébauches de meules va-et-vient qui peuvent être mises en relation avec ces découvertes. Celles-ci sont de deux types différents sur deux sites distincts, ce qui suggère une persistance de la recherche du même matériau à travers le temps³⁸⁴. De rares exemplaires reconnus aux Pays-Bas (à Sittard, Maastricht et Heerlen, Limbourg néerlandais) sous-entendent une provenance plus orientale, probablement depuis les abords du Massif de Stavelot-Venn qui ont livré des ratés de fabrication³⁸⁵, alors que quelques pièces découvertes au Grand-Duché de Luxembourg³⁸⁶ pourraient être issues des meulières repérées dans le Bois de la Hè à Freux³⁸⁷.

Pour La Tène moyenne/finale, la production meulière sur les niveaux dévoniens est très mal connue. Les premières meules rotatives qui font leur apparition à cette époque dans le nord de la Gaule sont rares et dispersées dans un cercle d'une centaine de kilomètres autour des gisements de Macquenoise (fig. 124). Une dizaine de fragments sont connus à Acy-Romance (Ardennes) « La Warde »³⁸⁸, en territoire des Rèmes ; ils constituent pour le moment la plus importante collection de meules rotatives taillées dans ce matériau à cette période mais se fondent au milieu d'une série totale de 219 fragments de meules (NMI 175). S'y ajoutent cinq fragments indéterminés découverts à Baren-

379 PICALET 2017

380 HAMON *et al.* 2017 ; JACCOTTEY *et al.* 2017a

381 POMMEPUY 1999

382 Études inédites P. Picavet

383 Premier recensement effectué avec C. Monchablon.

384 PICALET *et al.* 2017c

385 LEJEUNE 1979 ; d'OTREPPE 1994

386 Observation inédite de P. Picavet sur du mobilier issu du site de Schieren : BIVER, STEAD 2016.

387 PICALET 2017

388 Fouille B. Lambot 1989-1998.

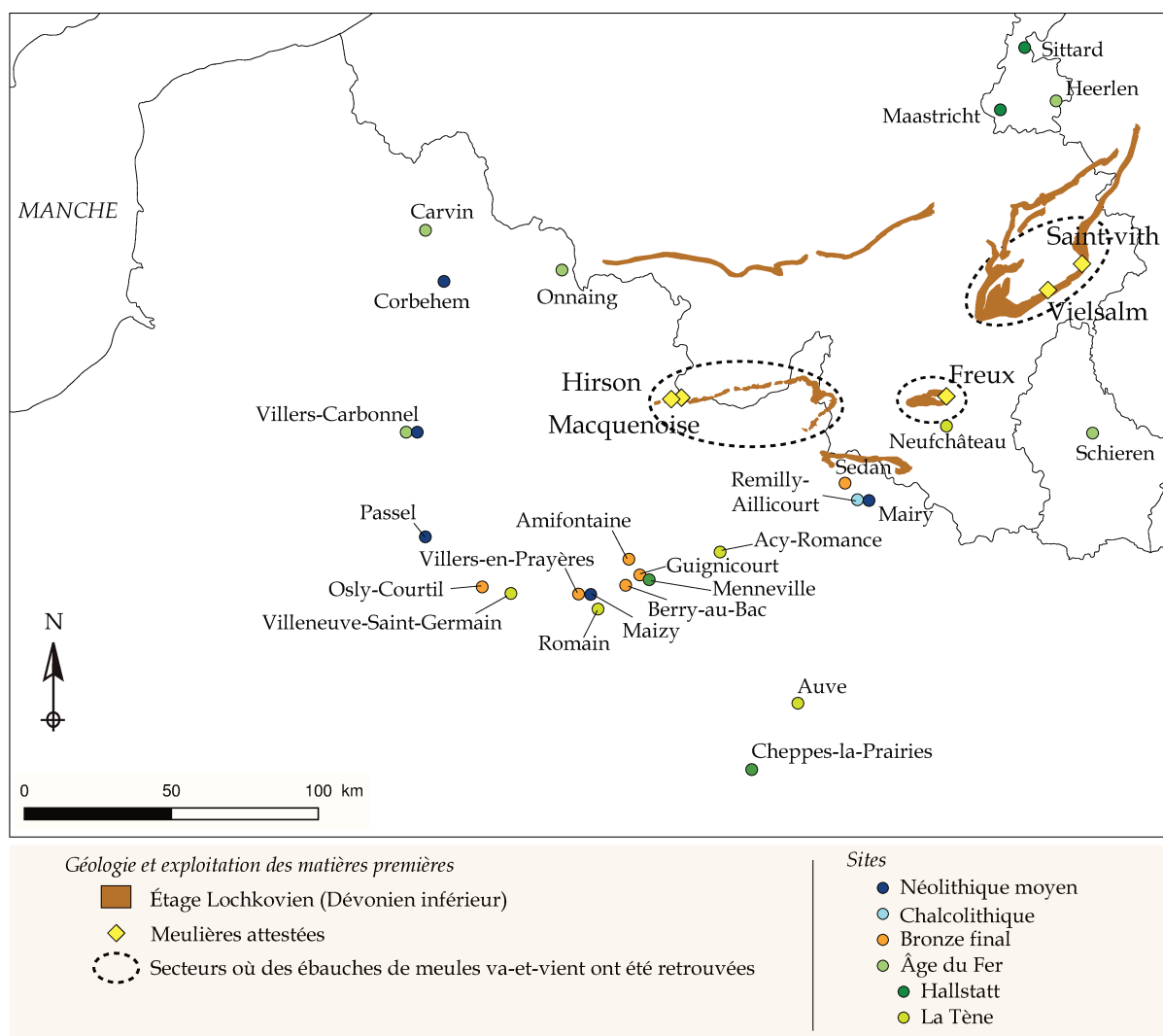


Figure 123 Carte de répartition des meules va-et-vient en grès grossier du Lochkovien du Néolithique à l'Âge du Fer. Inventaire réalisé avec la collaboration de C. Monchablon (Inrap).

ton-Bugny (Aisne) « ZAC du Griffon »³⁸⁹, un à Glisy (Somme)³⁹⁰, un fragment de meta à Marquion (Pas-de-Calais)³⁹¹ et un catillus entier sur l'oppidum d'Olloy-sur-Viroin (Prov. de Namur)³⁹². La découverte d'une ébauche de meule rotative gauloise sur le site du « Camp de Macquenoise », à la limite entre les communes d'Hirson et de Macquenoise, atteste leur fabrication à cet endroit mais n'exclut pas l'existence d'autres ateliers disséminés le long des affleurements lochkoviens.

Pour l'Antiquité, le corpus est particulièrement étoffé et l'aire de distribution des meules en Grès de Macquenoise peut être considérée comme très bien perçue en compilant nos travaux transfrontaliers, ceux de S. Reniere (doctorant Univ. Gand, Belgique), d'E. Hartoch (Gallo-Roman Museum, Tongres, Belgique), et ceux du *Groupe Meule*³⁹³. L'homogénéité des faciès de matériaux observés sur les produits finis pourrait traduire l'existence d'un seul district meulier dispersant ses productions dans le nord de la Gaule Belgique, depuis les collines de l'Artois chez les Atrébates jusqu'aux territoires des Ménapiens et des Tongres au nord-est, avec le territoire des Nerviens pour marché central (fig. 124c). Les carrières dites de Macquenoise sont ainsi considérées comme l'épicentre des

389 Fouille A. Audebert 2008.

390 Fouille S. Gaudefroy 2007

391 Fouille D. Gaillard 2011.

392 Fouille J.-L. Pleuger, E. Warmenbol 2011.

393 PICAVET *et al.* 2018

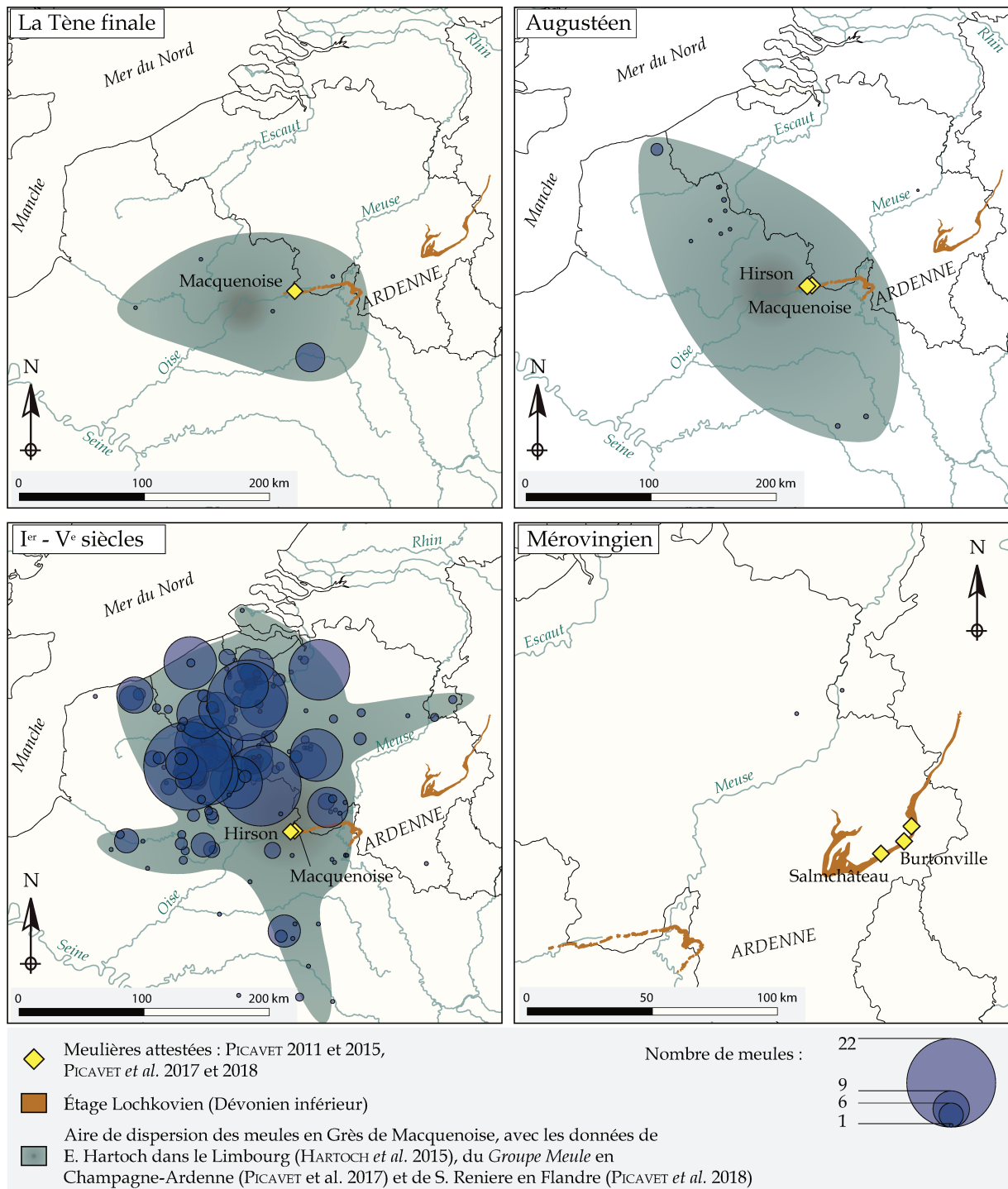


Figure 124 Carte de répartition des meules rotatives en grès grossier du Lochkoviens de La Tène finale au haut Moyen Âge.

productions antiques pour ce type de roche³⁹⁴.

La répartition des meules du haut Moyen Âge, qui commence à peine à être abordée (fig. 124d), montrerait un déplacement de la production de l'ouest vers l'est avec un abandon des carrières de Macquenoise au début du V^e siècle et une reprise de l'exploitation du secteur de Salmchâteau/Recht au moins dès l'époque mérovingienne.

Ce panorama établi à la fois par des visites de terrain et par l'étude systématique des instruments de mouture est toutefois loin d'être validé et demande la poursuite des investigations sur les terrains du Dévonien inférieur ardennais.

394 PICAUVET *et al.* 2017a et c ; PICAUVET *et al.* 2018

Figure 125 Ébauches de meules médiévales déposées au pied du Château de Salmchâteau (Prov. de Luxembourg).

Figure 126 Ébauche de meule de format alto-médiéval découverte en bas de talus dans les meulrières de «la Bossette» à Salmchâteau (Prov. de Luxembourg).

6.14.4 Les meulrières exploitant les niveaux lochkoviens, résultats des prospections

D'après les sources disponibles, tant historiques qu'archéologiques, le secteur d'Hirson/Macquenoise est le seul dont l'activité meulrière soit aujourd'hui attestée à l'époque romaine. Son exploitation antérieure est assurée en ce qui concerne les meules va-et-vient et rotatives gauloises³⁹⁵, mais d'autres gisements existent peut-être le long de l'affleurement. Le second secteur, en Haute Ardenne, n'est actuellement connu que pour ses ébauches de meules va-et-vient protohistoriques d'une part³⁹⁶, et de meules rotatives médiévales d'autre part³⁹⁷. Il connaît en revanche un vide historiographique entre ces deux périodes, bien que les meules médiévales que l'on y observe aient longtemps été attribuées à la période romaine³⁹⁸. Une extraction de meules gallo-romaines y demeurerait possible au vu de l'ampleur des gisements qui restent à explorer, mais non encore prouvée car potentiellement oblitérée par les exploitations postérieures. En outre, la dispersion des meules romaines taillées dans ce matériau, dont Macquenoise semble être l'origine, ne concorde pas avec la localisation des gisements de Haute Ardenne dont l'exploitation antique peut par conséquent être exclue.

Au haut Moyen Âge, période encore pauvre en sources littéraires et matérielles, on ne connaît aucune extraction de meules dans les carrières de Macquenoise, et ce sont les gisements des vallées du Glain et de l'Amblève (Haute Ardenne) qui livrent des ébauches de grandes meules de forme alto-médiévale à différents stades d'achèvement. Des exemplaires quasi-achevés ont été anciennement ramassés et sont visibles devant le château de Salmchâteau (fig. 125)³⁹⁹, et des blocs ébauchés d'environ 90 cm de diamètre sont rejetés en bas des talus de déchets d'extraction médiévaux (fig. 126).

395 CHAMBON 1954 ; PICAVET *et al.* 2017c

396 LEJEUNE 1979 ; d'OTREPPE 1994

397 GRAILET 2002

398 LEJEUNE 1976

399 NIZET 1983

6.14.4.1 Le district meulier de Macquenoise

6.14.4.1.1 *Historiographie*

Autour de Macquenoise, les anciennes carrières de meules marquent profondément le paysage et ont longtemps excité la curiosité des riverains et des érudits. Les témoignages du passé y sont décrits depuis le XVIII^e siècle⁴⁰⁰ et l'abondant mobilier antique qu'elles fournissent, ainsi que les ruines du château médiéval qui dominent les profondes excavations et les talus de débris rocheux ont longtemps attiré les « antiquaires ». Sous l'Ancien Régime, la mode est d'abord aux camps « romains » ou « sarrasins » et le « Camp de Macquenoise », situé près des sources de l'Oise, est vu tantôt comme le camp de *Labienuis*, général de César pendant la Guerre des Gaules, tantôt comme un retranchement destiné à arrêter les Germains au passage de l'Oise.

Au milieu du XIX^e siècle, É. et A. Piette réalisent les premières réelles observations descriptives du terrain⁴⁰¹. Ils parlent cependant encore de retranchements défendant une ancienne route traversant l'Oise à cet endroit et reliant Avesnes-sur-Helpe (Nord) et Charleville-Mézières (Ardennes).

Au milieu du XIX^e siècle, le Prince de Chimay est le premier à évoquer des carrières antiques en signalant la quantité importante de « petites meules à broyer » qui jonchent le terrain⁴⁰².

Une vraie dynamique de recherche est lancée peu après, avec la fondation en 1872 de la *Société archéologique de Vervins* côté français, dont les membres E. Mennesson et F. Rogine parcourent systématiquement les bois frontaliers de la Forêt de Saint-Michel (Aisne)⁴⁰³. À la même époque, côté belge, G. Jottrand, membre de la *Fédération historique et archéologique de Belgique* et de la *Société anthropologique de Bruxelles*, s'intéresse aux affleurements dévoniens de la Province du Luxembourg belge et de Prusse⁴⁰⁴. Il est amené à orienter son regard vers les gisements de Macquenoise suite à la lecture de *l'Ardenne* de J. Gosselet⁴⁰⁵ qui demeure un texte fondateur en géologie ardennaise.

Chacun offre des descriptions parfois très détaillées des accidents de terrain du « Camp de Macquenoise » d'une part, du secteur de Salmchâteau d'autre part. Les immenses meulières de Macquenoise sont désormais identifiées et des ébauches de meules y sont ramassées.

Il faut ensuite attendre les années 1950 pour voir R. Chambon compiler l'ensemble des archives qui traitent du secteur, et en proposer une interprétation, ainsi qu'une « aire de dispersion des meules romaines en arkose fabriquées en Belgique »⁴⁰⁶. Un autre travail de synthèse est réalisé en 1973 par A. Deflorenne qui place les meulières dans leur contexte archéologique régional⁴⁰⁷.

6.14.4.1.2 *Les sites*

En suivant l'affleurement géologique sur 4 km entre l'étang du Pas-Bayard (Hirson, Aisne), celui de Milourde (Anor, Nord) et le « Camp de Macquenoise » (Saint-Michel, Aisne / Macquenoise, Hainaut), est décrite au XIX^e siècle une succession de profondes excavations associées à des levées de débris rocheux⁴⁰⁸. Quelques ébauches de meules sont signalées au milieu de ces accidents de terrain. En réalité, la roche affleure de manière discontinue, et trois principaux sites de carrières anciennes sont signalés sur la carte géologique (BRGM - fig. 127). Ils sont principalement associés aux ver-

400 LELONG 1765 et 1783, cité par DESMASURES 1883 et CHAMBON 1954

401 PIETTE 1847 ; PIETTE 1862, p. 317-323

402 PRINCE DE CHIMAY 1864 ; ANONYME 1867

403 MENNESSON 1877 et 1880 ; ROGINE 1876 et 1880

404 JOTTRAND 1895

405 GOSSELET 1888

406 CHAMBON 1954

407 DEFLORENNE 1973

408 ROGINE 1880 et 1881

Figure 127 District meulier de Hirson (Aisne) / Macquenoise (Hainaut), situé à l'extrémité nord-ouest de l'affleurement lochkovien du pourtour du Massif de Rocroi.

sants des vallées de l'Oise et de Neuve Forge recoupant transversalement les couches de grès meuliers. Une campagne de prospection pédestre a été menée en février 2017 sur ces gisements afin d'en caractériser l'exploitation et d'en préciser la chronologie.⁴⁰⁹ L'analyse de Modèles Numériques de Terrain (MNT) dressés au LiDAR aéroporté a en outre permis de fournir une interprétation cartographique des anomalies de relief par ailleurs difficile à établir au sol en milieu forestier.

- Le « Camp de Macquenoise »

Le premier site exploré, sans doute le plus important en termes d'étendue, est celui du « Camp de Macquenoise », localisé directement à la sortie du village de Macquenoise (Hainaut), de part et d'autre de la route D 3050 menant à Hirson, en limite nord de la forêt domaniale de Saint-Michel (commune de Saint-Michel, Aisne - fig. 128). Son aire d'extension totale est évaluée à près de 6,7ha. Une succession de profonds cratères entourés de levées de débris d'extraction marquent profondément le paysage (fig. 129). À l'est, les premiers talus s'élèvent dans les pâtures côté belge mais chevauchent rapidement la frontière sous couvert forestier. Au cœur de cet ensemble trônent les ruines d'un château médiéval dont l'installation a vraisemblablement perturbé l'intégrité des carrières. À l'ouest, de l'autre côté de la route menant à Hirson, les accidents de terrain s'interrompent à l'exacte limite des communes d'Hirson et de Saint-Michel. Cette limite communale, actuellement matérialisée par le passage d'un chemin forestier borné par de gros blocs de Grès de Macquenoise, marque un décroché dû à la présence des carrières. Ce chemin semble correspondre à l'ancienne route de Macquenoise à Hirson qui apparaît sur la carte d'État-major de 1820-1866. Son tracé a été dévié à travers les carrières avant le milieu du XX^e siècle puisque la carte IGN de 1950 montre déjà le tracé rectifié qu'on lui connaît aujourd'hui. Notons encore que de nombreuses maisons du village de Macquenoise sont construites avec la pierre extraite des carrières et/ou à partir des moellons du démantèlement du château médiéval.

Plusieurs ébauches de meules ont été signalées sur ce site depuis le XIX^e siècle et ont souvent été

409 PICAVET *et al.* 2017c

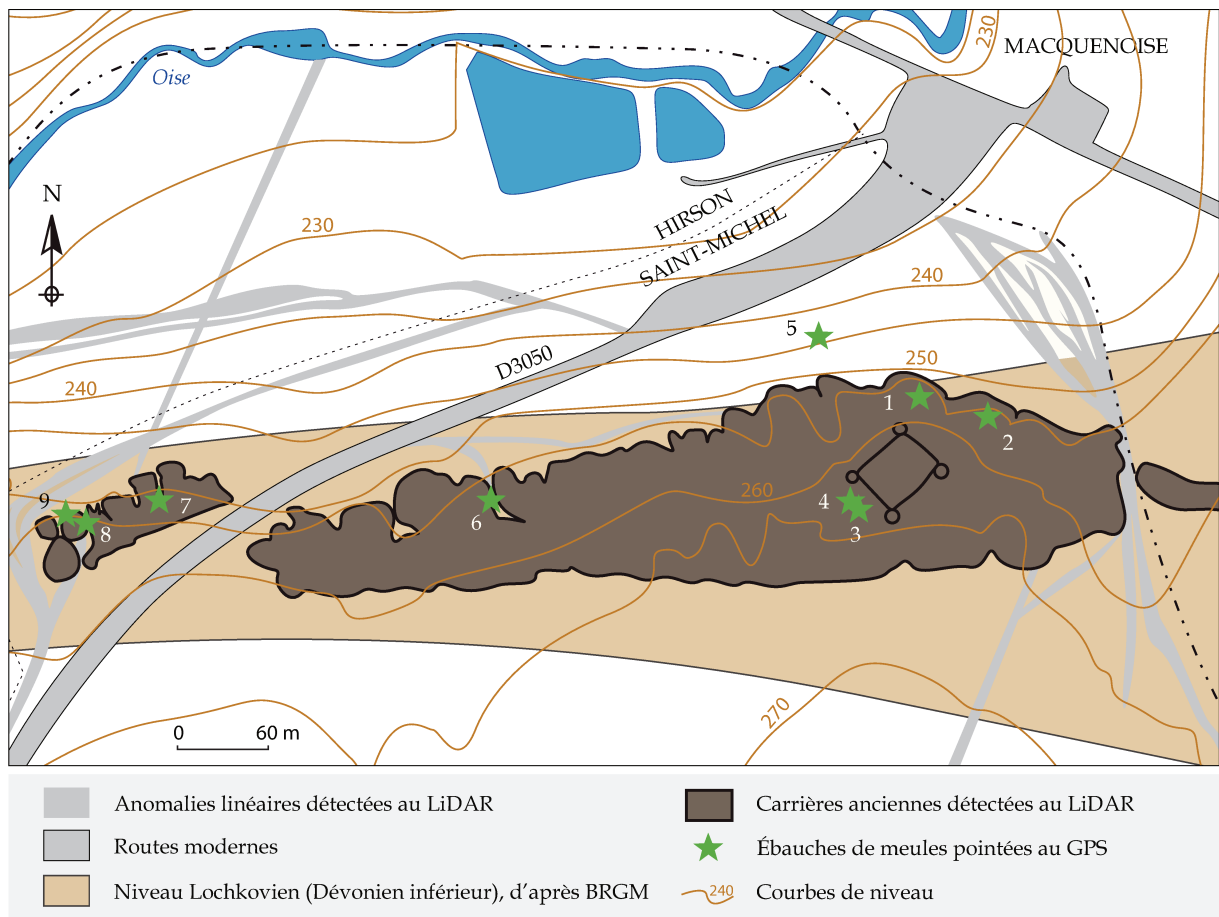


Figure 129 Camp de Macquenoise : interprétation cartographique du MNT effectué au LiDAR et position des ébauches de meules enregistrées. DAO : P. Picavet d'après IGN.

Figure 128 Reliefs correspondant aux stigmates d'exploitation dans les bois du «Camp de Macquenoise» (frontière Aisne/Hainaut).

ramassées par les riverains ou les archéologues amateurs locaux. Une petite quantité de ces ratés de fabrication a été repérée lors de notre prospection en 2017.

Au sommet des talus qui résultent probablement de la construction du château sont relevées deux ébauches de meules va-et-vient (fig. 128, n° 1 et 2 ; fig. 130). Comme le supposaient déjà les sources du XIX^e siècle, une exploitation protohistorique des carrières à destination meulière est donc attestée. Les ébauches sont ici toutefois en position secondaire, bouleversées et rejetées au fil des occupations romaine puis médiévale du site.

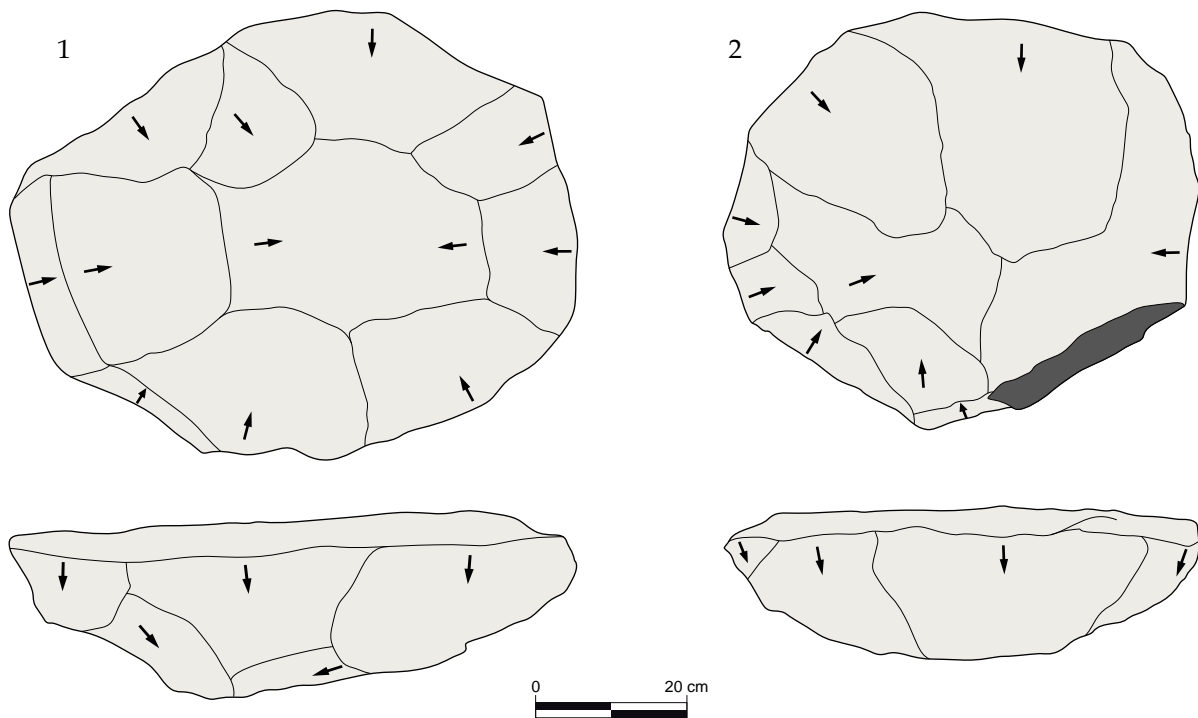


Figure 130 Ébauches de meules va-et-vient n° 1 et 2 en Grès de Macquenoise découvertes en haut des talus du « Camp de Macquenoise ». Dessins éch. 1/5.

Au fond de la douve ouest du château ont été trouvées deux ébauches de meules rotatives peut-être éboulées de la maçonnerie où elles ont pu être réemployées au Moyen Âge. La première (fig. 128, n° 3 ; fig. 131), d'un diamètre de 42 cm, affiche un flanc incliné et convexe façonné par piquetage qui lui confère une forme tronconique ou en portion de sphère. Ce profil est typique des meules de La Tène finale (type 3 défini par Claudine Pommepuy⁴¹⁰) et atteste une exploitation gauloise des carrières, information totalement inédite. En effet, des meules en grès du Lochkovien sont bien connues sur les sites de consommation mais rien ne situait jusqu'à présent leur origine dans les carrières d'Hirson/Macquenoise.

La seconde ébauche (fig. 128, n° 4 et fig. 132), voisine de la précédente, affiche un diamètre achevé de 47 cm et un profil cette fois cylindrique à flanc vertical caractéristique des meules d'époque romaine auxquelles peuvent également être assimilées cinq autres ébauches (fig. 128, n° 5 à 9 et fig. 132).

Le site du « Camp de Macquenoise » semble donc avoir connu une activité meulière intense pendant plusieurs périodes. La première exploitation visible a fourni des meules va-et-vient et peut

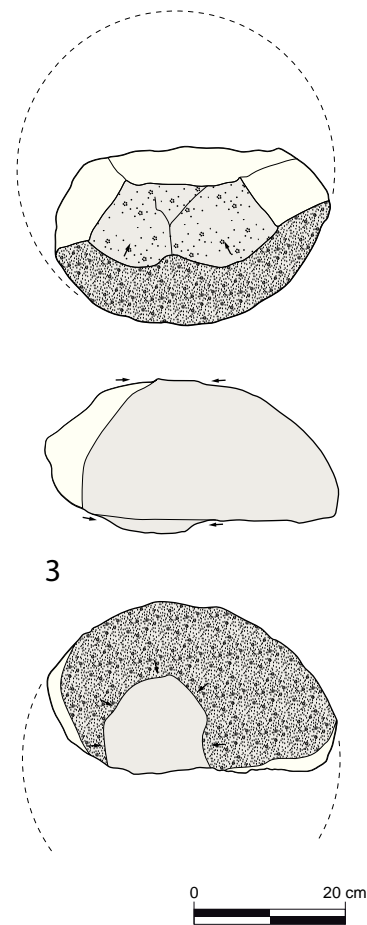


Figure 131 Ébauche de meule rotative gauloise n° 3 en Grès de Macquenoise découverte au fond de la douve du château du « Camp de Macquenoise ». Dessin éch. 1/10.

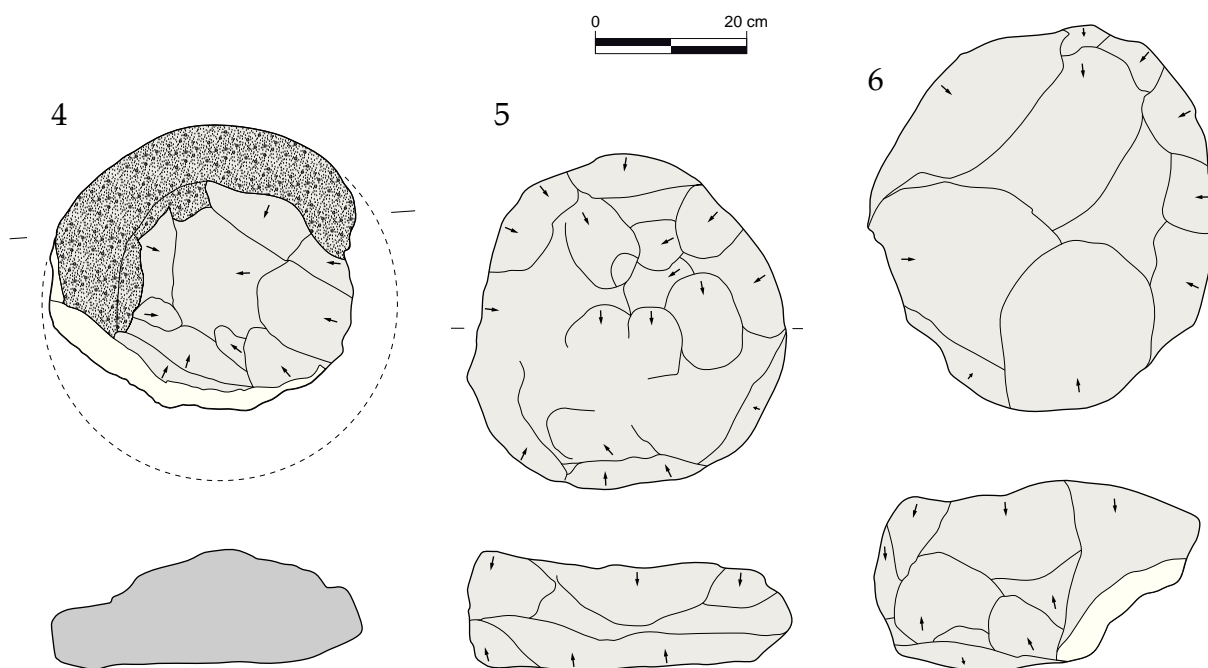


Figure 132 Ébauches de meules rotatives romaines n° 4, 5 et 6 en Grès de Macquenoise découvertes au fond de la douve du château (4), et à flanc des talus (5 et 6) du « Camp de Macquenoise ». Dessins éch. 1/10.

donc être très largement placée entre le Néolithique moyen II et La Tène moyenne. La deuxième, attestée par un seul individu, s'étend sur un période assez courte au cours de La Tène finale qui voit la fabrication des premières meules rotatives à partir de roches massives dans la région. La troisième exploitation est romaine mais limitée ici à des meules manuelles d'un diamètre compris entre 38 et 48 cm.

L'occupation suivante est médiévale mais ne concerne plus la fabrication de meules. En effet, aucune meule taillée dans ce matériau n'est connue dans le secteur après le début du V^e siècle, et nous ne les retrouvons que plus à l'est, autour du Massif de Stavelot-Venn. Le « Camp de Macquenoise » n'est donc réoccupé qu'à partir du XII^e siècle⁴¹¹ avec la construction du château de plan carré à tours d'angles circulaires qui semble avoir profondément perturbé les vestiges antiques. Les murs sont maçonnés en blocs de grès de Macquenoise mal équarris probablement récupérés des exploitations antérieures du matériau. Il est donc très difficile d'estimer si les talus qui entourent le château résultent de sa construction ou s'ils sont les vestiges de l'exploitation antique des carrières.

- Le « Pas-Bayard »

Le site du « Pas-Bayard » est localisé en amont de l'étang du Pas-Bayard, l'Oise coulant ici du nord vers le sud (fig. 133). Deux secteurs se font face de part et d'autre du ravin au fond duquel coule la rivière ; le premier secteur de ce site est donc situé à l'est du Bois de Milour, l'autre au nord-ouest de la Forêt Particulière d'Hirson (commune d'Hirson, Aisne) ; l'ensemble occupe une superficie de 3,4 ha.

Sur la rive droite de l'Oise (Bois de Milour), la première apparition de la roche nue est entaillée par une étroite et profonde tranchée aménagée aujourd'hui comme mur d'escalade. Il s'agit en fait du front de taille d'une carrière probablement exploitée à l'époque moderne pour un usage local des grès et des schistes de la formation. Choisi par J. Gosselet comme stratotype de la Formation de Fépin à la fin du XIX^e siècle, ce site présente à l'affleurement les différents faciès que l'on peut

411 CHAMBON 1954 ; DEFLORENNE 1973

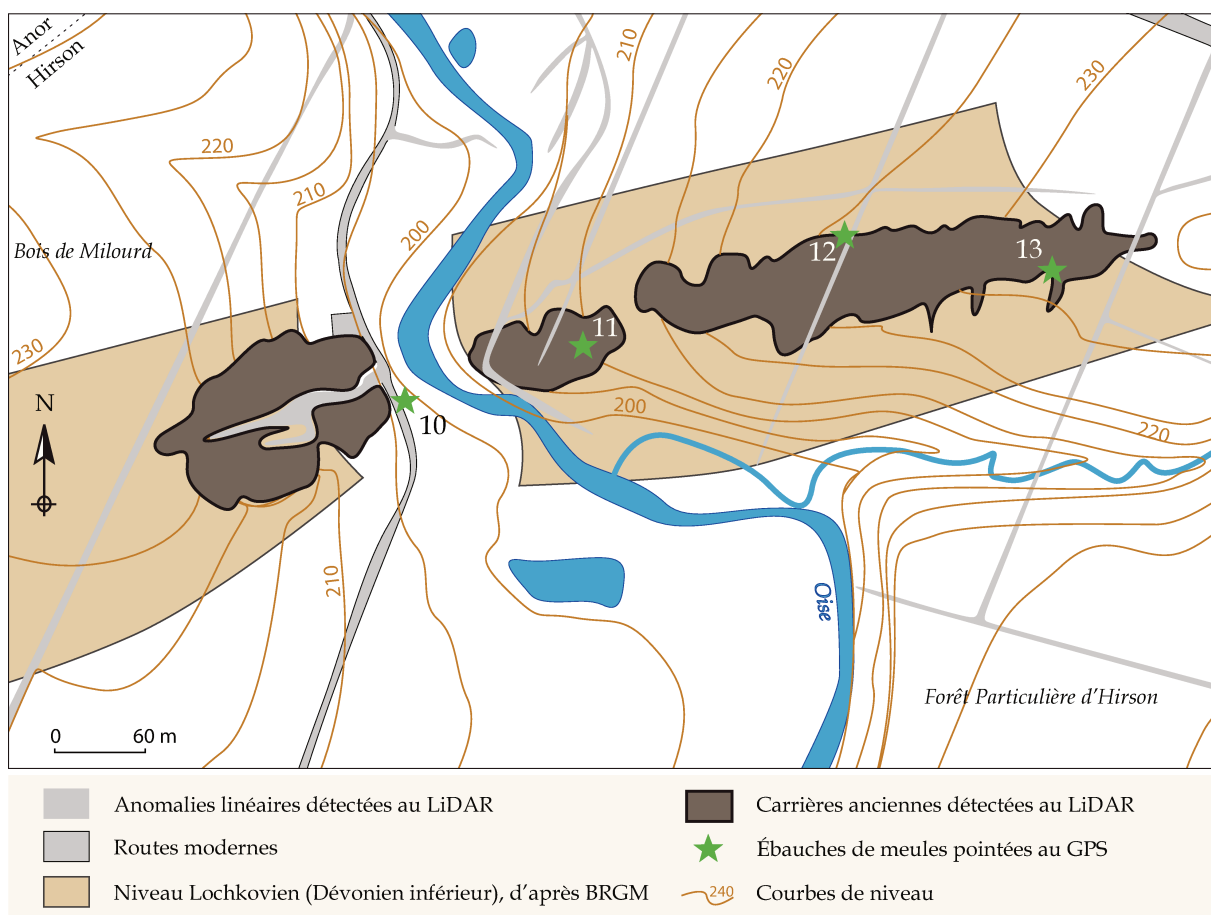


Figure 133 Pas-Bayard : interprétation cartographique du MNT effectué au LiDAR et position des ébauches de meules enregistrées. DAO : P. Picavet d'après IGN.

observer dans les unités lithostratigraphiques du Lochkovien (grès plus ou moins grossier, conglomérat, schiste)⁴¹².

Cette carrière et son front de taille de 20 m de haut sont mentionnés à la même époque par F. Rogine et E. Mennesson comme la carrière « Houdelette » du nom d'un ancien propriétaire des lieux. D'après les explorateurs, cette exploitation abandonnée est antérieure au XIX^e siècle puisque son activité a disparu des mémoires au moment de leur visite. Pourtant, aucune carrière active n'est indiquée à cet endroit sur la carte de Cassini au XVIII^e siècle, ni sur la carte d'État-major des années 1820-1866.

Le fait est que le village voisin d'Anor n'est pas construit en Grès de Macquenoise mais en grès dévonien local appelé « Grès d'Anor ». Seules les maisons anciennes du village de Macquenoise, situé 4 km à l'est, sont construites de Grès de Macquenoise, matériau probablement issu de l'acquisition semi-opportuniste de blocs pré-équarris dans les carrières voisines du « Camp de Macquenoise ». La carrière moderne de la « Houdelette » pourrait alors avoir été exploitée pour la construction des fours de verriers et des hauts-fourneaux des forges alentours, comme le suggère alors F. Rogine⁴¹³. En contrebas au bord de la rivière est relevée une ébauche de meule rotative de grand format (diamètre 56 cm, épaisseur 21 cm - fig. 133, n° 10). Cela pourrait signifier l'exploitation du secteur à l'époque romaine, dont les traces auraient été anéanties par la profonde entaille de la carrière moderne.

En face de ce site et de l'autre côté de l'Oise en avançant vers l'est, sous un couvert forestier dense

412 GOSSELET 1888

413 ROGINE 1880

(forêt particulière d'Hirson), une série de cratères entourés de levées de débris d'extraction communiquent entre eux par des trouées, donnant l'impression d'une immense tranchée linéaire et étagée ; les déchets en sont répartis de part et d'autre. Ces traces sont visiblement différentes de celles observées à la « Houdelette », et le paysage se rapproche de celui du « Camp de Macquenoise ». La carrière antique ne semble donc pas avoir été ici impactée par les creusements modernes.

Plusieurs ratés de taille ont été pointés dans ce secteur. Deux ébauches de meules de grand format reposaient, l'une au fond de la tranchée, l'autre sur un talus au nord (fig. 133, n° 11 et 12). Leur diamètre peut être restitué à 50 cm pour la première, et entre 52 et 56 cm pour la seconde dont le flanc est achevé, ce qui dépasse la limite théorique entre entraînement manuel et hydraulique. Une troisième ébauche, d'un diamètre de 37 cm, a été retrouvée complètement à l'est de ce site, auprès des dernières excavations (fig. 133, n° 13).

Ainsi, si l'on observe encore une ébauche de meule manuelle, plusieurs individus atteignent ou dépassent la cinquantaine de centimètres. Si l'on ne peut conclure à la spécialisation de cette carrière dans la production de meules de grand format à l'époque romaine, il est possible que celle-ci soit la seule à en avoir produit, les grandes ébauches n'ayant pas été observées dans les autres secteurs.

- La « Neuve Forge »

En suivant l'affleurement vers l'est dans la Forêt Particulière d'Hirson, au sud du haras et de l'étang de « Neuve Forge », d'autres trous d'extraction et leurs levées de débris marquent le paysage de part et d'autre du chemin et du ruisseau de Gratte-Pierre (fig. 134).

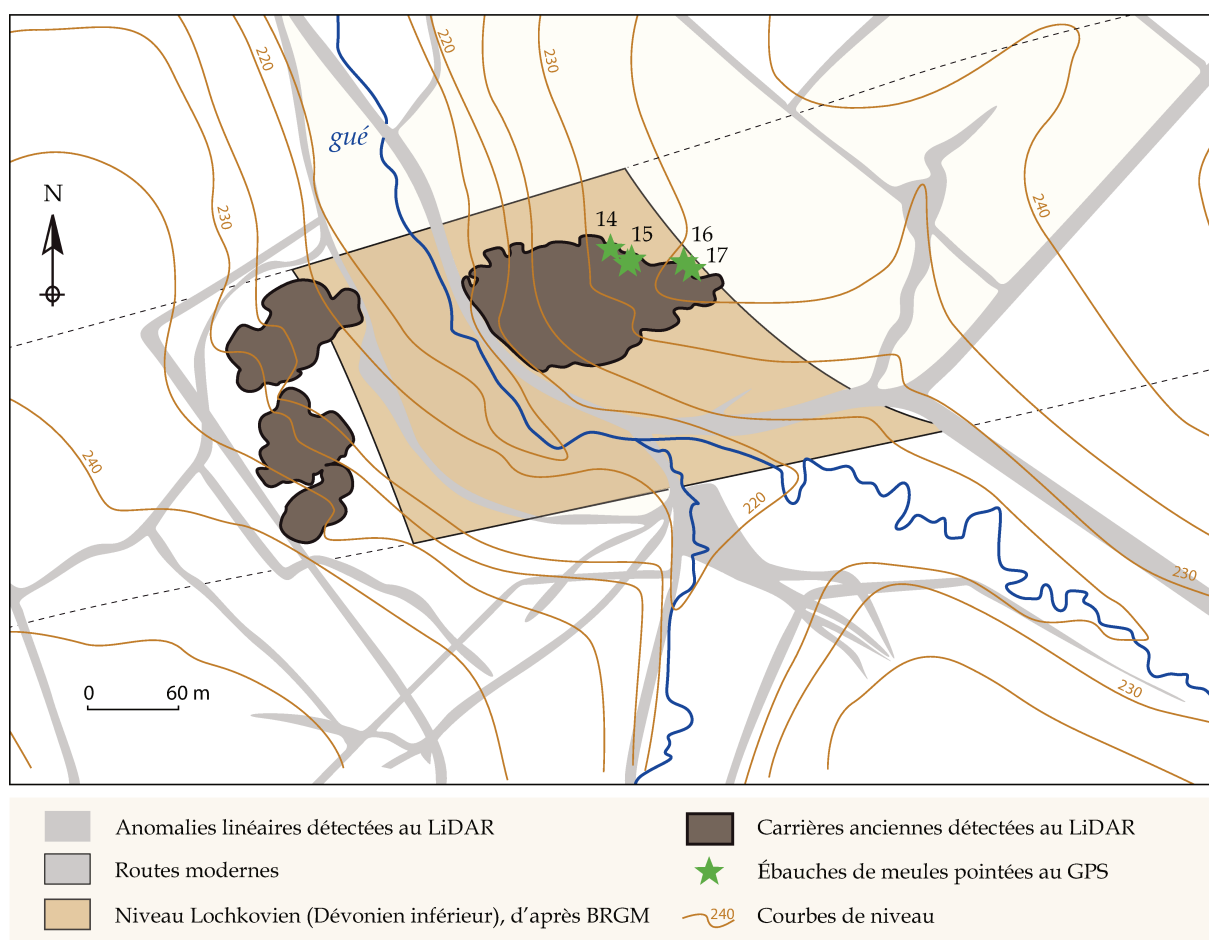


Figure 134 Neuve Forge : interprétation cartographique du MNT effectué au LiDAR et position des ébauches de meules enregistrées. DAO : P. Picavet d'après IGN.

Le site de la « Neuve Forge » est, comme au « Pas-Bayard », divisé en deux petits secteurs de part et d'autre d'un vallon. Un ruisseau y coule du sud au nord pour rejoindre l'Oise au niveau de l'étang de la « Neuve Forge ». L'ensemble occupe une superficie de 2 ha environ.

En arrivant du haras de « Neuve Forge » au nord, le chemin longe un escarpement à l'est dont l'extrémité est criblée d'une succession de fosses entourées de levées de débris d'extraction de même type qu'au « Camp de Macquenoise » et dans le secteur oriental du « Pas-Bayard ». La surface exploitée est toutefois plus réduite, probablement adaptée à l'affleurement rocheux.

Il est intéressant de noter que dans ce secteur, seules ont été repérées des ébauches de meules va-et-vient protohistoriques (fig. 134, n° 14 et 15). Trois ont été clairement identifiées, d'un module différent de celles du « Camp de Macquenoise ». Si celles-ci présentaient une face active plane et une face opposée convexe, celles de la « Neuve Forge » présentent la forme de gros palets ovoïdes, avec deux faces opposées planes. Cette distinction probablement d'ordre chronologique n'est pas encore explicable, les meules va-et-vient taillées dans ce matériau aux différentes périodes de la Protohistoire étant trop mal connues.

De l'autre côté du vallon, une autre succession de fosses entourées de talus de débris de Grès de Macquenoise entament le terrain, dont au moins trois de grandes dimensions, très profondes (une dizaine de mètres pour 15 à 20 m de diamètre).

Aucune ébauche de meule n'a été relevée dans ce secteur occidental, mais la présence de fragments de Grès de Macquenoise autour et dans les trous atteste une exploitation de la roche à cet endroit. La profondeur de ces cratères pourrait traduire une recherche du matériau en profondeur.

6.14.4.1.3 Résultat des prospections pédestres de février 2017

À l'issue de cette campagne, plusieurs hypothèses, voire certaines conclusions apparaissent totalement inédites. Parmi celles-ci, mettons l'accent sur la preuve de la production de meules rotatives à l'époque gauloise au « Camp de Macquenoise ». Des meules taillées dans ce matériau étaient recueillies sur les sites de consommation, mais leur centre de production restait inconnu et pouvait se situer à n'importe quel endroit de l'affleurement lochkovien autour du Massif de Rocroi. La découverte d'une ébauche de meule laténienne apporte une réponse à cette question, même si, et bien que le LiDAR ne les mette pas en évidence, l'existence d'autres carrières gauloises est possible. Pour la Protohistoire plus ancienne, deux types différents de meules va-et-vient ont été reconnus sur deux sites distincts, le « Camp de Macquenoise » et la « Neuve Forge ». L'enjeu sera de dater plus précisément ces productions, et surtout de déterminer si l'origine des meules enregistrées dès le Néolithique moyen II sur les sites de consommation peut être située dans le secteur de Saint-Michel, Hirson et Macquenoise, ou sur les autres sites détectés en Ardenne.

Pour l'époque romaine enfin, le façonnage de meules rotatives manuelles est confirmé au « Camp de Macquenoise ». Elle l'est aussi au « Pas-Bayard » où sont également observées des ébauches de meules de grand format, absentes du premier secteur. L'hypothèse d'un atelier spécialisé dans la confection de ce type de meule (mais pas exclusivement) peut donc être avancée. La carrière probablement moderne de la « Houdelette » peut en revanche être exclue de cet ensemble antique, même si elle peut avoir oblitéré une exploitation plus ancienne.

Sur le site de la « Neuve Forge » enfin, aucune ébauche de meule rotative n'a été observée en surface ; seules y sont relevées des ébauches de meules va-et-vient. Les excavations où elles ont été observées sont aussi d'un module plus réduit que celles des autres sites. Il est possible que l'exploitation de ce secteur n'ait pas été poursuivie après la transition entre moulin va-et-vient et moulin rotatif. Cela pourrait par exemple s'expliquer par la façon dont se présente le matériau sur l'affleurement, par sa qualité intrinsèque ou par l'épuisement du banc de grès à cet endroit.

6.14.4.2 Le district meulier de Haute Ardenne

La « Terre de Salm », qui comprend la vallée du Glain (la Salm) affluent de l'Amblève (Province de Luxembourg, Belgique) est particulièrement renommée pour son coticule, une pierre à aiguiser qui a fait le tour du monde aux XIX^e et XX^e siècles⁴¹⁴. Elle l'est aussi pour les grès et schistes qu'elle fournit ; l'Arkose de Waimes qui nous intéresse est d'ailleurs toujours exploitée de nos jours entre Waimes et Malmedy (Prov. de Liège). Cette roche lochkovienne qui affleure sur tout le versant sud et est du massif calédonien de Stavelot-Venn entre Dochamps (Manhay, Prov. de Luxembourg) et Montjoie (Monschau, Rhénanie-du-Nord-Westphalie), a fait l'objet d'une exploitation beaucoup plus ancienne pour l'extraction de la « pierre de grain ».

À la suite des travaux pionniers de l'archéologue amateur G. Jottrand à la fin du XIX^e siècle⁴¹⁵, un important travail de recensement des sites meuliers et des ébauches de meules qu'ils fournissent a été entrepris dans les années 1960 par G. Remacle, suivi de P. Lejeune une dizaine d'années plus tard, avec la collaboration de l'Université de Liège et du Centre National de Recherches Archéologiques en Belgique⁴¹⁶. Les avancées de ces recherches sont régulièrement publiées dans la revue *Glain et Salm, Haute Ardenne* sous la forme de courts articles mentionnant une à une chaque découverte.

Depuis lors, quelques publications dispersées, d'ordre historique ou liées au folklore régional, mentionnent parfois très brièvement les fruits de l'exploitation meulière du Pays de Salm, relevant ou contredisant leur aspect mystérieux, comme le fait l'abondante littérature qui entoure la borne du « Pas d'Âne »⁴¹⁷.

Un dépouillement bibliographique a permis de cartographier les indices de l'extraction de meules médiévales/modernes et la position de la plupart d'entre eux a pu être vérifiée sur le terrain. D'autres carrières existent probablement le long de l'affleurement, notamment plus au nord et côté allemand, mais les sources sont beaucoup moins disponibles et prolixes que celles traitant du Pays de Salm.

Une campagne de repérage menée sur le terrain du 5 au 8 août 2013 avec l'aide précieuse des membres de l'a.s.b.l. *Val de Glain, Terre de Salm* permet maintenant de dresser les grands traits de la production du district meulier de Haute Ardenne, dont l'étude nécessite d'être approfondie.

6.14.4.2.1 Présence des ébauches dans l'espace public

Comme la borne du « Pas d'Âne », les ébauches de meules ont souvent été déplacées à l'extérieur des zones d'extraction. Si plusieurs sont conservées comme objets d'agrément dans les jardins et ont pu être observées avec l'aimable autorisation des propriétaires, d'autres sont devenues des objets publics par leur disposition au bord des routes ou leur mise en scène dans l'espace public. À Montenau, une grande ébauche supporte un calvaire à l'emplacement d'un carrefour ; dans le village voisin d'Onden-

414 GOEMAERE *et al.* 2015

415 JOTTRAND 1895

416 Correspondance inédite d'H. Danthine, professeure à l'Univ. de Liège, et de P. Lejeune, 1980, conservée au musée du Coticule, Salmchâteau.

417 La plus célèbre des ébauches de meules du secteur est surnommée le « Pas d'Âne » (Grand-Halleux « Clair Fa », près de Mont-le-Soye, borne BP 105 : FONTAINE 1983). Elle marquait sous l'Ancien Régime la limite entre les terres de l'abbaye de Stavelot-Malmedy, le Comté de Salm et la Seigneurie de Thommen, puis entre Pays-Bas et Prusse en 1815, entre Belgique et Prusse après 1830, entre les anciennes communes de Wannès (Trois-Ponts), Grand-Halleux (Vielsalm) et Recht (Saint-Vith), et enfin entre les provinces de Liège et de Luxembourg, même si sa condition de borne frontière ne fait pas l'unanimité (GRANDJEAN 1985). La légende qui l'entoure reflète bien l'aura mystérieuse que revêtent souvent les vestiges de ce type : le trou creusé au centre du bloc, futur œil de la meule, représenterait l'empreinte du pas de l'âne de Saint Remacle, fondateur de l'Abbaye de Stavelot ; poser le pied dans le trou serait pour les femmes un remède à la stérilité (Anonyme, dans *L'Avenir du Luxembourg* du 8 février 1948). Une pierre semblable repose au lieu-dit « So Bêchefa », au-dessus du hameau de Bêche (Salmchâteau), mais pourrait ici reposer en place sur son lieu d'extraction (*Ibid.* et la réponse de G. Remacle dans *L'Avenir du Luxembourg* du 22 février 1948).

val, une autre meule ébauchée surmonte la fontaine qui trône sur la place du village (fig. 135), probablement apportée par l'abbé F. Toussaint, curé d'Ondenval, dont l'intérêt pour l'industrie meulière est connu mais demeure inédit⁴¹⁸. Deux autres ébauches bordent la route principale de Neuville, à la sortie de Vielsalm ; une décore la devanture de la maison forestière du Grand Bois ; une autre se retrouve, de manière inexpliquée, sur la berge orientale du Glain à la sortie sud de la ville de Vielsalm, pourtant éloignée des affleurements lochkoviens.

En outre, le château de Salmchâteau et le musée du Coticule conservent une collection remarquable d'ébauches de meules ramassées sur les sites d'extraction, celles du château provenant peut-être du gisement de « la Bossette » situé sur le versant opposé de la vallée⁴¹⁹.

Accompagnant ces témoins d'une industrie meulière médiévale et moderne et souvent rejetées en bas de leurs talus d'exploitation, des ébauches de meules de format plus réduit témoignent d'une exploitation protohistorique d'une part, alto-médiévale d'autre part.

Figure 135 Ébauche de meule médiévale/moderne sur la fontaine publique d'Ondenval (Prov. de Liège)

6.14.4.2.2 Les meules va-et-vient

Plusieurs sites sont mentionnés dans la littérature pour avoir livré des ébauches de meules va-et-vient, dites « en grain de café », mais n'ont pas tous été parcourus (fig. 138). À l'ouest de Vielsalm, « sur un parcours d'une lieue de Salm [Salmchâteau] à Ottré, le sol est couvert de blocs d'arkose et partout où l'on fauche la bruyère, on trouve éparses de semblables meules à tous les degrés de fabrication, appelées par les ouvriers du défrichement, à cause de leur forme les «grains de café». Plus de cent auraient été mises dans les murs d'une ferme »⁴²⁰. À l'est de Vielsalm, de telles meules sont signalées à la Bédine à Neuville⁴²¹, dans le bois du Goldgrube au-dessus de Schlommefurt (Saint-Vith)⁴²², et sur le site de Steinborn⁴²³ qui a pu être exploré et a fourni à la fois des meules va-et-vient (fig. 136) et des meules de grand format.

Figure 136 Représentation schématique des ébauches de meules va-et-vient relevées sur les affleurements lochkoviens autour du Massif de Stavelot-Venn.

418 TOUSSAINT 1921, rapport inédit à la Commission Royale des Monuments, mentionné par un de ses successeurs, l'abbé C. Dubois (DUBOIS 1947) et cité dans GRAILLET 2002.

419 NIZET 1983, p. 29

420 JOTTRAND 1895, p. 393

421 LEJEUNE 1975 et 1979

422 d'OTREPPE 1994

423 GODFROID 1980

Figure 137 Ébauches de meules va-et-vient observées dans les meulière de Steinborn (Prov. de Liège).

Les ébauches que conserve le Musée du Coticule à Salmchâteau offrent un aperçu de la typologie de ces productions (fig. 137) qui se rapprochent de celles du « Camp de Macquenoise » (Hirson, Aisne) et de celles de Freux (Prov. de Luxembourg). Elles sont en revanche très différentes de celles de la Neuve Forge (Hirson, Aisne).

Toutefois, G. Jottrand évoque des variations de typologie d'un site à l'autre, ce qui suggère l'existence d'ateliers de chronologie différente le long de l'affleurement :

« Toutes ces meules ovoïdes n'ont point une forme ni des dimensions identiques. Elles sont plus ou moins épaisses, d'un ovale plus ou moins aigu, mais elles ont toutes des traits communs : la forme ovale, une face inférieure plate, une face supérieure le plus souvent régulièrement bombée, plus rarement plate. La plus grande que j'ai trouvée parmi les bombées a 50 centimètres sur 30 ; la plus petite, 38 sur 25 ; je laisse de côté deux spécimens plus petits, tout à fait exceptionnels, dont l'un n'a que 10 sur 7 et qui est un jouet ou une molette à broyer du fard. Les plates ont jusqu'à 80 centimètres de long sur 40 de large.

J'estime que les ouvriers qui les confectionnaient choisissaient des blocs épars, qui presque tous ont une face naturellement plate, ceux dont la dimension et les autres faces se rapprochaient le plus de ce qu'ils voulaient obtenir, et produisaient la convexité désirée en employant comme marteau d'autres blocs d'une pierre plus dure »⁴²⁴.

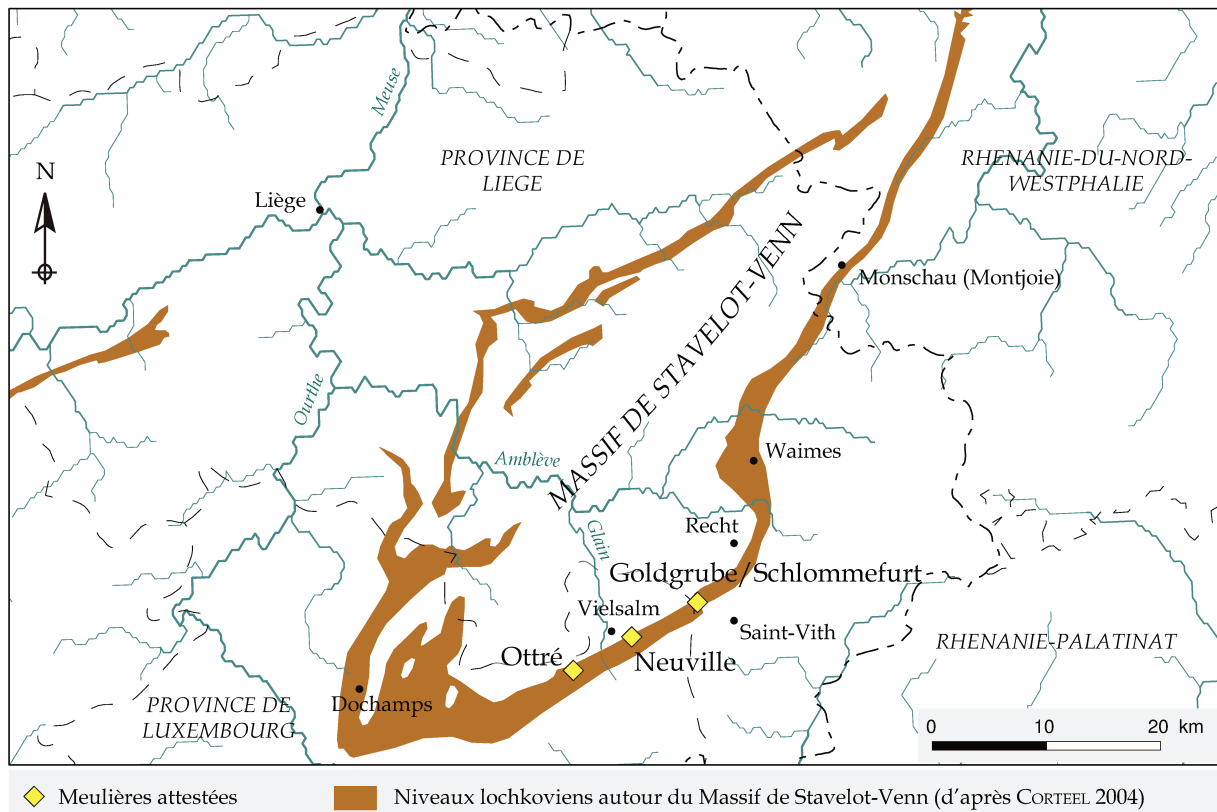


Figure 138 Meulière qui ont livré des ébauches de meules va-et-vient protohistoriques sur l'affleurement lochkovien autour du Massif de Stavelot-Venn.

424 JOTTRAND 1895, p. 394

6.14.4.2.3 Les meules rotatives du haut Moyen Âge

De rares ébauches de meules rotatives adoptent un diamètre de 80 à 90 cm, ce qui les différencie assez nettement des exemplaires du groupe suivant, mais les classe aussi au-dessus des grandes meules romaines en Grès de Macquenoise dont le diamètre est compris entre 51 et 69 cm dans les séries archéologiques étudiées. Quelques formes plus abouties voire complètes ont pu être observées au Château de Salmchâteau et dans un jardin de Vielsalm (fig. 139) : leur profil est également très différent des grands cylindres médiévaux et modernes, et plus proche de celui des meules romaines de grand format. Leur flanc est vertical, mais leur face supérieure est convexe et coiffée d'un bourrelet périphérique à l'œil (fig. 140). Cette série de constats les rattacherait assez largement au haut Moyen Âge, jusqu'au Moyen Âge classique (XI^e – XIII^e siècles) pour les plus hauts diamètres. En effet, un catillus de 120 cm, plus plat mais arborant encore cette forme légèrement conique à bourrelet péri-oculaire, a été mis au jour dans les remblais du XIII^e siècle de la basilique Notre-Dame de Tongres (Prov. de Limbourg)⁴²⁵.

Un autre catillus découvert à Maastricht « Heukelstraat » et bien positionné stratigraphiquement dans une fosse mérovingienne (VII^e siècle)⁴²⁶, est lisible morphologiquement avec un diamètre de 52 cm et un œil délimité par un bourrelet. Même si son système d'entraînement n'est pas conservé, il correspond probablement à une meule manuelle « à perche » du type produit dans les carrières de roche volcanique de l'Eifel (voir § 10.5.2). Les ébauches de ce type restent à identifier sur les niveaux lochkoviens.

Ces productions de meules à bourrelet sont donc celles qui nous intéressent le plus ici, mais sont aussi les plus mal connues car la trace de leur extraction est généralement oblitérée par l'exploitation postérieure du banc rocheux.

Lorsqu'elles ont pu être observées *in situ*, elles gisaient systématiquement en bas des talus de déchets d'extraction liés aux meules cylindriques médiévales/modernes. On les trouve ainsi sur les hauteurs de Burtonville à l'est de Vielsalm et sur le site de « la Bossette » qui surplombe Salmchâteau (Vielsalm, Prov. de Luxembourg) ; d'autres meules de 90 cm de diamètre à bourrelet péri-oculaire sont signalées dans le massif forestier du Wolfsbusch entre Recht, Waimes et Amel (Amblève) (fig. 141)⁴²⁷.

Figure 140 Représentation schématique des ébauches de meules alto-médiévales relevées autour du Massif de Stavelot-Venn.

Figure 139 Ébauche de meule alto-médiévale déposée au pied du Château de Salmchâteau (Prov. de Luxembourg).

425 HARTOCH *et al.* 2015, p. 302-306

426 HULST, DIJKMAN 1997 p. 67-68

427 GRAILET 2002, p. 118.

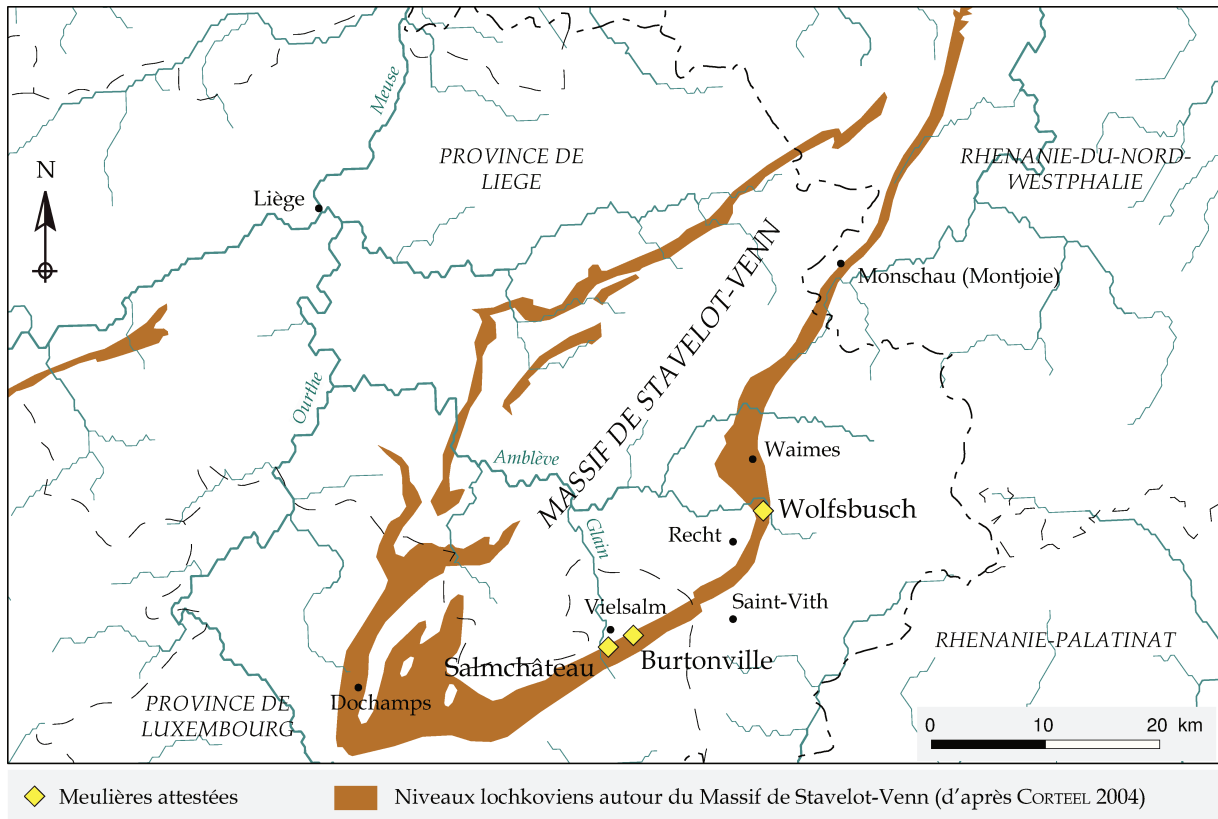


Figure 141 Meulière qui ont livré des ébauches de meules alto-médiévales sur l'affleurement lochkovien autour du Massif de Stavelot-Venn.

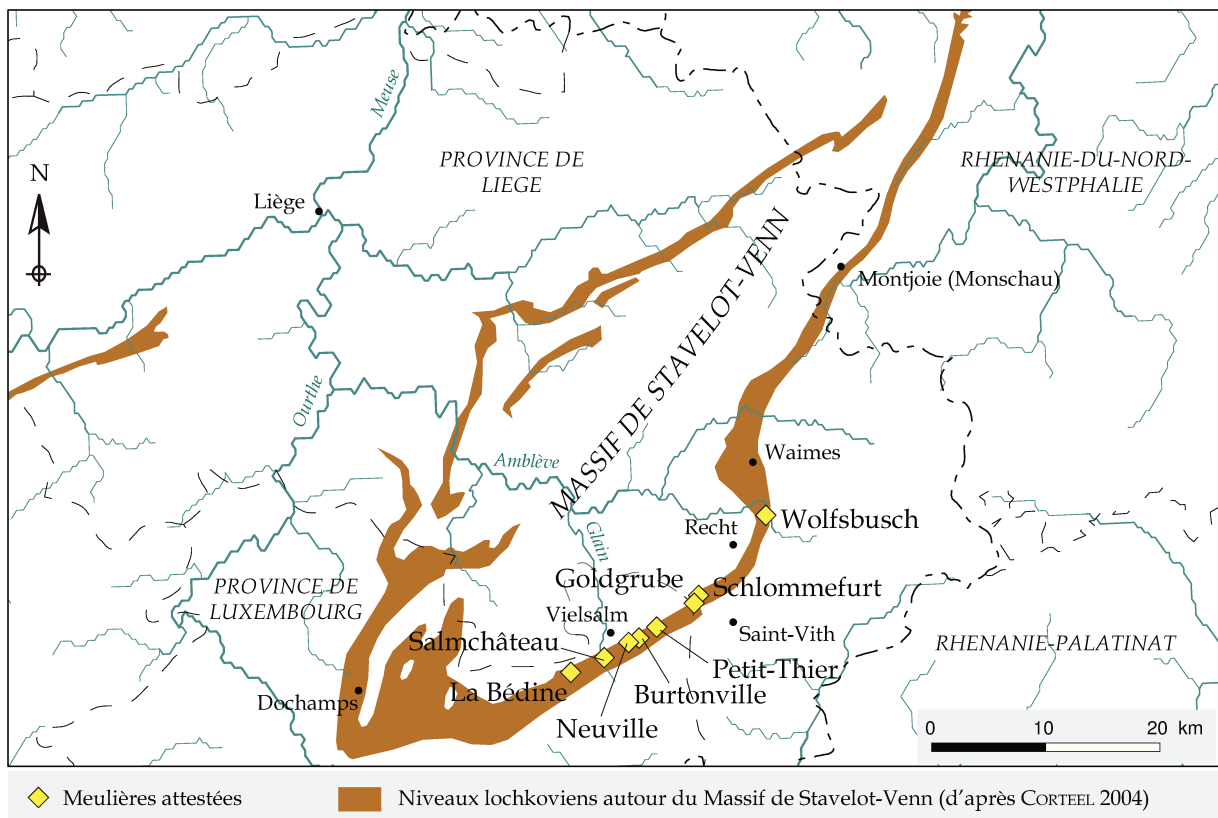


Figure 142 Carte des meulière médiévales/modernes identifiées sur l'affleurement lochkovien du pourtour du Massif de Stavelot-Venn.

6.14.4.2.4 Les meules tardo-médiévales/modernes

Les ébauches de meules les plus visibles dans le paysage sont logiquement les plus tardives, leur extraction ayant souvent oblitéré les traces antérieures. Elles sont abandonnées le long de toute la partie sud-est des affleurements, sur les hauteurs de Baraque de Fraiture, autour

d'Otré et Salmchâteau (à « la Bédine » et « la Bossette »), de Neuville (« Thier des Carrières » et « Quatre Vents ») et Burtonville (Vielsalm, Prov. de Luxembourg), au sud de Recht vers la scierie de Schlommefurt, et dans le massif forestier du Wolfsbusch entre Ondenal, Thirimont (Waimès, Prov. de Liège), Montenau (Amblève, Prov. de Liège), et Recht (Saint-Vith, Prov. de Liège) (fig. 142).

Comme celles de Macquenoise, ces meules de Haute Ardenne font déjà l'objet d'investigations archéologiques à la fin du XIX^e et au début du XX^e siècle⁴²⁸. L'industrie meulière est donc déjà considérée comme ancienne à cette époque. Pourtant, les meulières du Pays de Salm, mentionnées comme actives dans les sources du XVII^e siècle⁴²⁹, le semblent encore au début du XIX^e siècle⁴³⁰. En remontant plus haut dans le temps, L. Marquet relève « l'obligation pour les habitants du fief de Malmpré [Manhay, Prov. Luxembourg] de livrer des meules de moulin à La Roche [-en-Ardenne] entre le XV^e et le XVII^e siècle »⁴³¹.

Le diamètre de ces ébauches atteint 105 à 110 cm, et leur section est purement cylindrique, avec deux faces opposées planes et un flanc vertical (fig. 143 à 145). D'après cette

Figure 143 Représentation schématique des ébauches de meules médiévales/modernes relevées autour du Massif de Stavelot-Venn.

Figure 144 Ébauche de meule médiévale/moderne exposée contre la façade du musée du Coticule à Salmchâteau (Prov. de Luxembourg).

Figure 145 Traces de mise en forme observées sur le pourtour de l'ébauche du musée de Salmchâteau.

428 L. Jottrand puis son fils G. Jottrand, et F. Cumont pour l'Institut Archéologique du Luxembourg, la Société anthropologique de Bruxelles, et la Fédération archéologique et historique de Belgique.

429 LEJEUNE 1980 publie des extraits de la *Déclaration chronologique concernant la vertueuse et mémorable vie [de] S. Symètre, prestre et martyr ; entremeslée d'une chorographie tant des lieux de sa conversation que de plusieurs autres. Translatée et augmentée par M. Christophe de Gernichamps, Pasteur de Villers S. Gertrude, au territoire de Durbuy. À Liège, par Léonard Streeel, imprimeur juré. 1625. Avec permission des Supérieurs.* 128 p. (Bib. Royale, réf. : II.83.984.A.L.P) : p. 176 : « D'avantage, ce territoire a ce bonheur qu'il produit des pierres de moulin et a mesme des carrieres à tirer des pierres propres à tout usage de massonnerie. »

430 THOMASSIN vers 1880 (écrit vers 1806), p. 426 : « Nous en avons vu faire des meules de moulin, à Salm ».

431 MARQUET 1990

forme qui diffère de celle observée à Tongres antérieurement au XIII^e siècle, ces meules correspondraient à une exploitation tardo-médiévale et/ou moderne. Cependant, leurs dimensions tradiraient une datation plus précoce (à l'échelle de la France, les meules au diamètre compris entre 101 à 110 cm sont en effet principalement réparties entre le IX^e et le XII^e siècle⁴³²). Ces ébauches cylindriques qui semblent excéder le cadre chronologique de cette thèse pourraient alors constituer les metas planes associées aux catillus coniques les plus grands évoqués précédemment, mais la forte fréquence de leur observation ne concorde pas avec la rareté des catillus à bourrelet. Elles pourraient donc plutôt correspondre à des meules tardo-médiévales/modernes particulières, par exemple roulant sur la tranche pour la production d'huile ou de tan, ou encore à de « petites » meules hydrauliques à grain qui n'entrent pas dans la tendance d'évolution mise en évidence par le *Groupe Meule*.

6.15 Les arkoses grossières

Les arkoses grossières sont des roches meulières majeures entre la Normandie et le sud-ouest des Pays-Bas, constituant plus d'1/4 de notre corpus d'époque romaine (490 sur 1705 : 387 en arkose grossière, 103 en arkose rose). Elles demeurent paradoxalement méconnues géologiquement.

Deux aires de distribution d'arkoses comparables peuvent être opposées, ce qui suggère l'existence d'au moins deux pôles de fabrication. Le premier secteur, le plus important en nombre de meules, est situé entre le bassin de la Somme et celui du Rhin au nord et à l'ouest du massif ardennais. Le second englobe l'embouchure de la Seine, mais nous n'en percevons que les marges orientales.

Dans le nord de la France et en Belgique, ces grès arkosiques sont souvent confondus avec le Grès de Macquenoise dont l'appellation d'« arkose » est erronée⁴³³. Ils n'y ont été identifiés qu'au sein des corpus meuliers d'époque romaine, et seulement pour des meules rotatives de grand format. L'emploi du matériau est donc très limité dans le temps (I^{er} – IV^e siècle) et aucune autre utilisation de ces faciès n'est attestée aux époques historiques. Faut-il en déduire que le(s) gisement(s) est(sont) épuisé(s) depuis le IV^e siècle ? L'absence de toute mention de ces roches dans la littérature géologique semble à première vue aller dans ce sens.

Attribuées en 1876 par J. Gosselet, qui en avait vu un fragment, à la formation gédiniennne de l'Arkose de Weismes (= Arkose de Waimes, Dévonien inférieur)⁴³⁴, les arkoses meulières n'ont été réellement caractérisées pétrographiquement que très récemment grâce à des études systématiques de meules. Plusieurs analyses de lames minces ont été réalisées par G. Fronteau dans le cadre du PCR du *Groupe Meule* côté français, et la roche a été abondamment décrite dans divers rapports de fouilles ces dernières années⁴³⁵. Une première étude des meules taillées dans ce matériau a été publiée suite au colloque de Lons-le-Saunier sur l'archéologie des moulins, et opposait ces arkoses au

ARKOSES GROSSIÈRES

Âge géol. : Dévonien inférieur

Formation : sédimentaire

Texture : granulaire à faible cohésion (A1)

Diffusion : périmètre extrarégional (300 km)

Production :



Antiquité

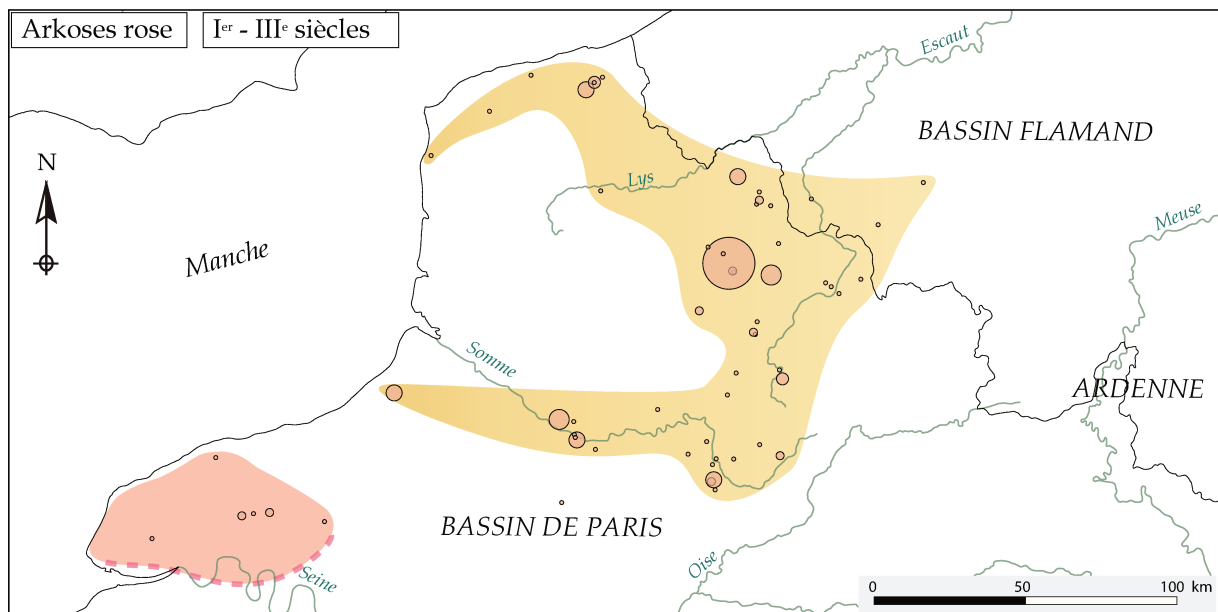
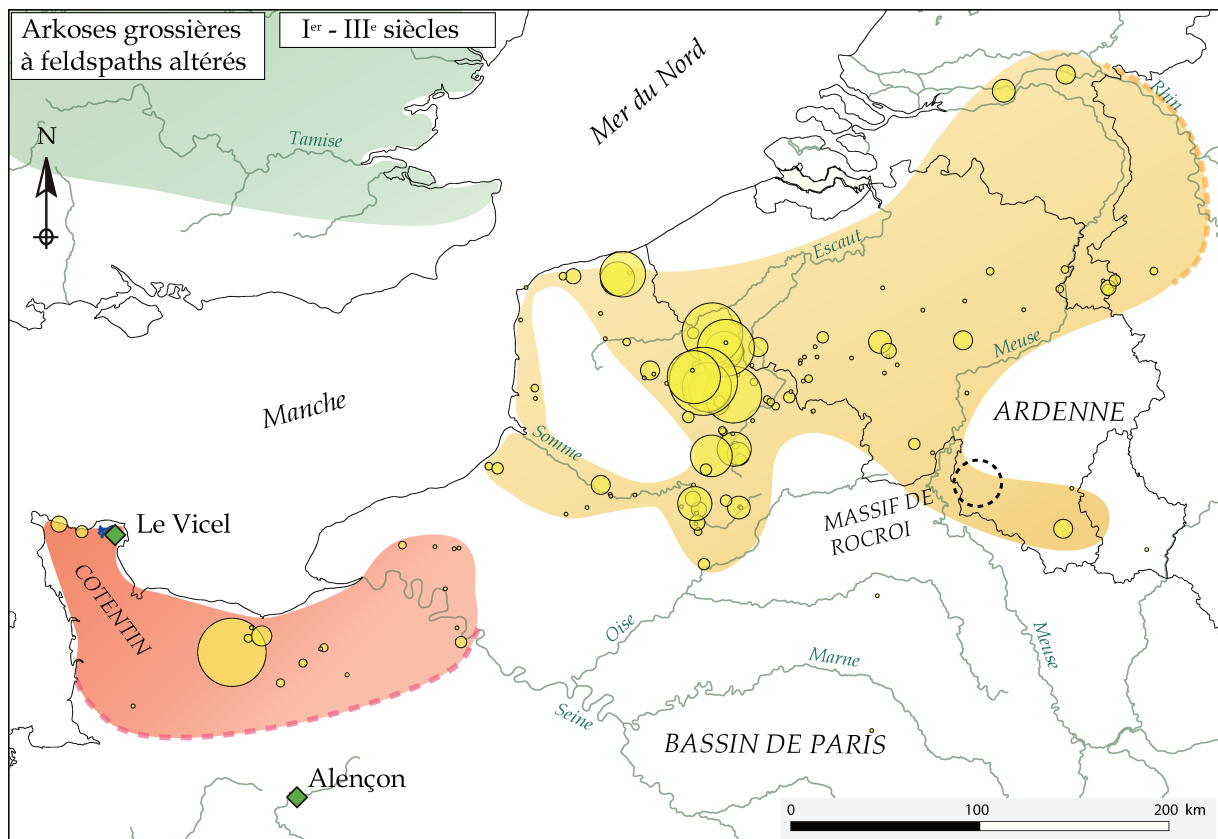


432 BELMONT *et al.* 2017, p. 825

433 Une arkose est un grès constitué d'au moins 25 % de feldspath, ce qui n'est pas le cas du Grès de Macquenoise.

434 Note manuscrite accompagnant un échantillon d'arkose dans la lithothèque du Musée d'Histoire Naturelle de Lille (n° MGL 65231). L'échantillon est en réalité un morceau de meule issu d'un puits romain de Bouvines (Nord) dont J. Gosselet ne peut que supposer l'origine géologique.

435 Notamment à l'occasion des fouilles du Canal Seine – Nord Europe : PICAVET 2014a, p. 21-23.



◆ Meuliers supposées d'après GERVILLE 1830, LA SICOTIÈRE 1882, VOISIN 1900 et BERNOUIS 1999

○ Origine supposée des arkoses grossières ardennaises : assise inférieure de la Formation d'Oignies

■ Affleurements Lochkoviens (Dévonien inférieur) autour du Massif de Rocroi (d'après BRGM)

■ Affleurements du Trias sur la pointe du Cotentin (d'après BRGM)

■ Aire de diffusion des faciès ardennais

■ Aire de diffusion des faciès normands, données d'A-G. Chaussat en Basse-Normandie (CHAUSSAT 2009)

■ Aire de diffusion des meules en Millstone Grit, d'après SHAFFREY 2015, fig. 1

--- Limites de distribution incertaines ou inconnues

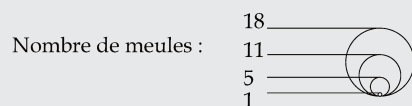


Figure 146 Cartes de répartition des meules en arkose grossière à l'époque romaine.

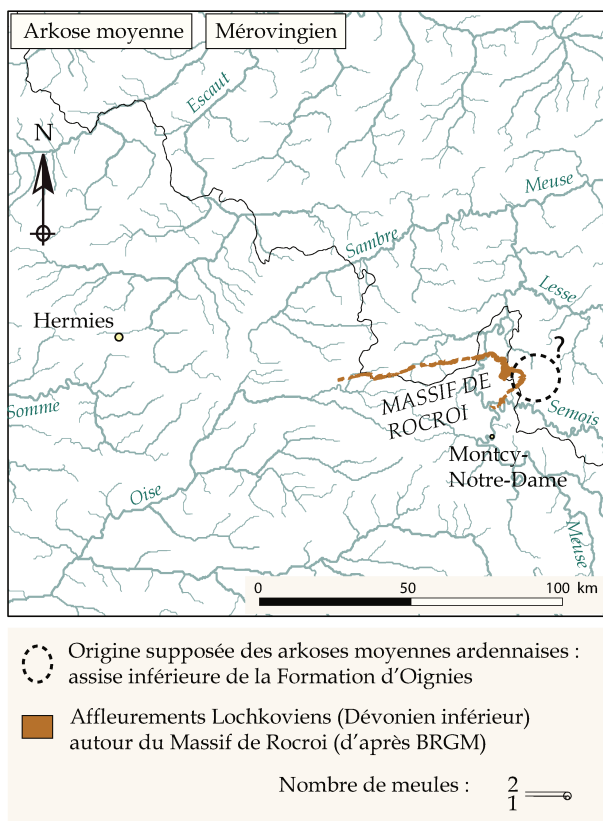


Figure 147 Cartes de répartition des meules en arkose moyenne au haut Moyen Âge.

Grès de Macquenoise, les deux roches ayant fourni des types de meules bien distincts⁴³⁶. Un examen détaillé a également été produit côté belge par E. Goemaere dans l'ouvrage édité par E. Hartoch sur les meules des *Tungri*⁴³⁷, et reste la meilleure référence publiée sur ces matériaux en attribuant ces niveaux d'arkoses à la Formation d'Oignies (Dévonien inférieur). Cette identification nécessite toutefois d'être vérifiée sur le terrain, à l'est du Massif de Rocroi notamment.

Si les meules normandes en arkose grossière affichent une grande homogénéité pétrotypologique, les meules ardennaises présentent au contraire une grande variété de faciès rocheux. Pourtant la typologie des meules qui en sont constituées est aussi extrêmement homogène, avec deux types morphologiques bien identifiés, allant dans le sens de deux gisements présentant probablement d'importantes variations horizontales et latérales de faciès au sein de la formation.

Il importe enfin d'introduire brièvement des roches d'origine plus lointaine dont l'aspect macro- et microscopique peut prêter à confusion avec nos arkoses. La première est bourguignonne, l'autre est anglaise :

- Dans les corpus meuliers d'Autun et Bibracte (Saône-et-Loire), des arkoses à grosses orthoses du Carbonifère-Permien et du Trias ont été identifiées par L. Jaccotey et F. Boyer. Suite à ce constat et à la découverte d'un atelier de finition de meules dans la ville romaine d'Autun, des carrières d'extraction de ces matériaux ont été repérées en 2013 dans l'est du massif du Morvan⁴³⁸.

- Des meules en *Millstone Grit*, grès arkosique du Carbonifère qui peut être confondu avec nos arkoses, sont mentionnées dans le sud-est de l'Angleterre (dans le Hertfordshire et dans l'est du Kent)⁴³⁹. Les connaissances sur la diffusion de ce matériau sont assez lacunaires mais l'intérêt de R. Shaffrey pour le matériel de mouture britanno-romain apporte déjà des résultats positifs sur le sujet.

6.15.1 Pétrographie

6.15.1.1 Les faciès ardennais

Les arkoses distribuées autour du massif des Ardennes présentent une grande variété de granulométrie et de distribution des éléments constitutifs, ainsi qu'un degré d'altération des feldspaths très variable. Plusieurs faciès de même composition minéralogique ont pu être distingués et pourraient être issus du même étage géologique. Au sein d'un même faciès, des variantes sont déterminées par la teinte générale de la roche et/ou la granulométrie.

436 PICAVET 2016

437 HARTOCH et al. 2015, p. 62-71

438 JACCOTTEY 2013

439 SHAFFREY 2012, p. 149, 151 ; SHAFFREY 2015b, p. 145-146

Tous sont des grès grenus grossiers ou micro-conglomératiques hétérométriques peu cimentés (poreux), à grains de quartz faiblement roulés infra à pluri-millimétriques, laiteux à gris opaques ou rosés. Ils contiennent parfois des micas blancs (muscovite) infra-millimétriques à millimétriques. Tous les faciès contiennent une grande quantité de cristaux de feldspath surtout alcalins plus ou moins gros et plus ou moins altérés qui en font des roches très particulières que l'on peut proprement nommer « arkoses ». L'altération des feldspaths à l'air libre confère à la matrice une texture pulvérulente d'un blanc jaunâtre qui provoque parfois la désagrégation des fragments de meules. Enfin, ces grès sont caractérisés par la présence de lithoclastes, graviers et galets (quartzite, grès, argilite, tourmalinite, schiste de 1 à 2 cm, rarement 5 cm), ainsi que de galets de quartz laiteux centimétriques et plus ou moins roulés.

- **Faciès 1 « Arkose rose »** (Fig. 148 à 151) : grès très grossier à conglomératique (grains de quartz jusqu'à 5 mm) gris clair à gris moyen comprenant une quantité importante de cristaux de feldspath potassiques automorphes à faces cristallines exprimées (attribués à l'orthose), blancs à rose pâle, pluri-millimétriques à centimétriques, très peu altérés mais parfois roulés. On note la présence de galets de quartz et de rares lithoclastes de quartzite.

Figure 148 Grès grossier à conglomératique à nombreux feldspaths orthoses roses centimétriques à pluri-centimétriques. Meule romaine de Quevaucamps (Hainaut). Photo macro taille réelle.

Figure 149 Grès grossier à conglomératique à nombreux feldspaths orthoses roses centimétriques. Meule romaine de Steene (Nord). Photo macro gross. x 2.

Figure 150 Grès grossier à conglomératique à nombreux feldspaths orthoses roses centimétriques. Meule romaine de Steene (Nord). Photo macro gross. x 2.

Figure 151 Grès grossier à conglomératique à nombreux feldspaths orthoses roses centimétriques à pluri-centimétriques à faces cristallines exprimées. Meule romaine de Quevaucamps (Hainaut). Photo macro taille réelle.

- **Faciès 2a « Arkose grossière »** (Fig. 152 à 155) : grès grossier micro-conglomératique à conglomératique très hétérométrique (grains de 1 à 3 mm), gris beige à rose, dont les éléments sont distribués en litages contenant plus ou moins de lithoclastes. Par endroits, les lithoclastes, galets (roulés) et fragments (anguleux) de quartz (1 à 5 cm) sont présents en quantité importante. Certains cristaux de feldspath automorphes rose-orangé montrent encore des faces cristallines exprimées (feldspath microcline : fig. 155) mais d'autres sont plus altérés. On observe exceptionnellement dans les pores intergranulaires des oxydes et hydroxydes de fer de couleur rouille ou « lie-de-vin ».

Figure 152 Grès grossier à conglomératique à feldspaths altérés roses et gros lithoclastes et galets de quartzite, grès, schiste et argilite. Meule romaine de Roly (Philippeville, Hainaut). Photo macro taille réelle.

Figure 153 Grès grossier à conglomératique à feldspaths altérés roses et gros lithoclastes et galets de quartzite, grès, schiste et argilite. Meule romaine de Roly (Philippeville, Hainaut). Photo macro taille réelle.

Figure 154 Grès grossier à conglomératique à feldspaths altérés roses et gros lithoclastes et galets de quartzite et de grès. Meule romaine de Roly (Philippeville, Hainaut). Photo macro gross. x 2.

Figure 155 Arkose grossière à quartz anguleux millimétriques et feldspaths potassiques microclines (FK). Meule romaine d'Étricourt-Manancourt (Somme). Lame mince observée au microscope optique en lumière polarisée analysée, gross. x 40 (Fronteau G., étude PCR Groupe Meule).

- **Faciès 2b « Arkose grossière »** (Fig. 156 à 161) : grès grossier micro-conglomératique gris clair, beige à rose, de granulométrie et distribution plus homogènes (1 à 2 mm). Quelques galets de quartz et rares lithoclastes (1 à 5 cm) sont visibles. Les cristaux de feldspath, millimétriques, sont blancs ou rose-orangé et altérés à très altérés. On observe dans les pores intergranulaires une quantité importante d'oxydes et hydroxydes de fer de couleur « rouille » ou « lie-de-vin ».

- **Faciès 3 « Arkose moyenne »** (Fig. 162) : grès à grain moyen, assez bien trié et de couleur gris beige, contenant de très rares micas blancs (muscovite) et feldspaths altérés blancs. L'aspect est proche d'un grès quartzitique tertiaire mais sa porosité en fait probablement une variante fine et homogène du faciès 2b.

Figure 156 Grès grossier à feldspaths altérés blancs et rares galets d'argilite suivant le litage de la roche. Litages de granulométrie et teinte différentes. Meule romaine d'Éricourt-Manancourt (Somme). Photo macro taille réelle.

Figure 157 Grès grossier à feldspaths altérés blancs et taches d'oxydation « rouille » millimétriques. Meule romaine de Béthencourt-sur-Somme (Somme). Photo macro gross. x 2.

Figure 158 Grès grossier à feldspaths altérés blancs, rares lithoclastes et galets de grès et quartzite, et taches d'oxydation «rouille » millimétriques. Meule romaine de Lauwin-Planque (Nord). Photo macro taille réelle.

Figure 159 Grès grossier à feldspaths altérés blanc-rosé millimétriques et rares lithoclastes et galets d'argilite, grès, schiste et quartzite. Meule romaine de Lesquin (Nord). Photo macro gross. x 2.

Figure 160 Arkose grossière à quartz anguleux millimétriques, feldspaths potassiques (FK) et plagioclases (Pl) altérés et taches d'oxyde de fer (Fe). Meule romaine de Béthencourt-sur-Somme (Somme). Lamme mince observée au microscope optique en lumière polarisée non analysée, gross. x 40 (Fronteau G., étude PCR Groupe Meule).

Figure 161 Arkose grossière à quartz anguleux millimétriques, feldspaths potassiques (FK) et plagioclases (Pl) altérés, taches d'oxyde de fer (Fe) et rares micas noirs (biotite : Bi). Meule romaine de Béthencourt-sur-Somme (Somme). Lamme mince observée au microscope optique en lumière polarisée analysée, gross. x 40 (Fronteau G., étude PCR Groupe Meule).

La définition des différents faciès d'arkose grossière est donnée dans un souci de classification, mais ne reflète probablement pas de réelle séparation stratigraphique. Si le faciès 1 (arkose rose) est bien différencié et son utilisation limitée à un type de meule particulier (voir § 10.4.5), les faciès 2a et 2b sont plus proches et observés sur des meules de même type. On observe d'ailleurs parfois différents faciès juxtaposés sur le même bloc (fig. 156). Ces deux faciès proviendraient donc des mêmes niveaux et des mêmes gisements.

Le faciès 3 est très rare, seulement observé sur un couple de meules mérovingiennes à Hermies (Pas-de-Calais). Il peut correspondre à une roche totalement différente, exploitée au haut Moyen Âge de manière plus ou moins opportuniste, ou à une variante des précédentes.

6.15.1.2 Le faciès normand

Plusieurs sites normands ont livré des meules en grès feldspathique grossier dont l'aspect et la texture sont macroscopiquement comparables à ceux des meules ardennaises.

Figure 163 Grès grossier à feldspaths altérés roses millimétriques. Meule de Heudebouville (Eure). Photo macro taille réelle.

Figure 162 Grès moyen à grossier à feldspaths altérés blancs. Meule mérovingienne d'Hermies (Pas-de-Calais). Photo macro gross. x 2.

Figure 164 Arkose grossière à quartz anguleux à émoussés millimétriques, feldspaths potassiques (FK), taches d'oxyde de fer (Fe) et rares micas noirs (biotite : Bi), liant siliceux microcristallin. Meule romaine de Heudebouville (Eure). Lamme mince observée au microscope optique en lumière polarisée analysée, gross. x 100 (Fronteau G., étude PCR Groupe Meule).

Figure 165 Feldspath séricitisé (fruit d'une altération hydrothermale : Pl). Meule romaine de Heudebouville (Eure). Lamme mince observée au microscope optique en lumière polarisée analysée, gross. x 100 (Fronteau G., étude PCR Groupe Meule).

La roche est de teinte gris beige, grossière à très grossière, de granulométrie et distribution homogènes, et sa porosité intergranulaire peut être forte (fig. 163). La cimentation est blanchâtre et présente une texture parfois luisante (silice microcristalline d'opale ou calcédoine). Les grains de quartz (1 à 2 mm), éléments majoritaires de la roche, sont parfois émoussés, et côtoient quelques galets de quartz et de rares lithoclastes de quartzite et d'argilite gris-vert (1 à 2 cm). Les cristaux de feldspath, millimétriques, sont blancs ou rose-orangé et altérés à très altérés (séricitisés : fig. 164 et 165).

6.15.1.3 Les grès du Morvan

Plusieurs faciès de grès grossier à orthoses roses ont été identifiés comme roches meulières à Autun et Bibracte (Saône-et-Loire) par L. Jaccottey et F. Boyer et caractérisés pétrographiquement par G. Fronteau⁴⁴⁰. Les Grès de Vauthot (Vauteau) et de Saint-Émiland sont des arkoses lithiques très grossières, principalement constituées de quartz et de feldspaths orthoses roses à faces cristallines exprimées, et contenant des micas blancs et noirs (muscovite et biotite) ainsi que des lithoclastes de quartzite et de granite.

Ces arkoses à grosses orthoses sont macroscopiquement semblables au faciès 1 défini dans les ensembles meuliers du nord de la France et de Belgique. Toutefois, leur absence apparente entre la Bourgogne et le nord de la France écarte l'idée d'un couloir commercial acheminant les productions du Morvan dans le nord de la Gaule à l'époque romaine.

6.15.1.4 Le Millstone Grit

L'appellation *Millstone Grit* désigne usuellement des grès arkosiques grossiers du Namurien (Carbonifère) qui affleurent dans le Derbyshire et le Yorkshire et qui ont été utilisés de la Protohistoire au XX^e siècle pour la taille de meules. Ils sont essentiellement composés de grains de quartz anguleux et de feldspaths, contiennent des graviers centimétriques, et prennent une teinte gris clair, ocre à rose⁴⁴¹. Cette description sommaire fournie par C. Green est très proche de celle de nos arkoses, et les meules qui en sont constituées, de grand format, affichent parfois une forme comparable à celles

440 FRONTEAU 2013

441 GREEN 2016b, p. 170

du nord de la Gaule et de Germanie inférieure. Pour les mêmes raisons qui nous font exclure une origine bourguignonne, une provenance du nord de l'Angleterre est peu probable pour les meules du nord de la Gaule au regard de la rareté des meules en *Millstone Grit* au sud de la Grande-Bretagne⁴⁴².

6.15.2 Stratigraphie et gisements supposés

6.15.2.1 Massif des Ardennes

L'origine géologique et géographique de ces arkoses demeure inconnue, mais la fréquence de l'observation des meules qui en sont constituées dans le nord de la France et en Belgique nécessite de regarder au plus proche et pointerait une origine ardennaise. Par ailleurs, la présence de nombreux galets et lithoclastes, fragments de grès, de quartzite, d'argilite et de tourmalinite pourrait indiquer une formation du dépôt sédimentaire en séquences turbiditiques, c'est-à-dire par une succession d'écoulements de sédiments détritiques sur la pente d'un talus continental sous-marin. Ces séquences remontent ensuite par orogénèse, et se retrouvent plissées dans des massifs montagneux plus ou moins anciens comme le massif des Ardennes.

Selon E. Goemaere, ces vraies arkoses pourraient alors correspondre à des faciès grossiers de la Formation d'Oignies (Lochkovien, Dévonien inférieur), affleurant au sud-est du Massif de Rocroi (secteur de Gedinne, Prov. de Namur) ou sur le pourtour du petit Massif de Serpont (secteur de Transinne/Libin, Prov. de Luxembourg)⁴⁴³. Ces matériaux devront être ultérieurement étudiés et une prospection régionale effectuée.

6.15.2.2 Massif armoricain

L'origine géologique et géographique du faciès normand demeure aussi inconnue, mais il faut se diriger vers les marges du Massif armoricain pour rencontrer de telles roches.

Dans la pointe du Cotentin, des carrières ou ateliers de taille de meules sont anciennement signalés sur des affleurements d'arkoses du Trias formées à partir des résidus d'érosion du socle magmatique cadomien⁴⁴⁴. C. de Gerville mentionne ces roches « dans les parties élevées du Val de Saire, depuis le mont de la Pernelle jusqu'à Fermanville, et surtout à Toqueville et Valcanville, canton de Saint-Pierre »⁴⁴⁵. Le site du « Bois de la Folie » au Vicel (Manche), situé en contrebas de ces gisements, aurait ainsi livré une soixantaine de meules en arkose en 1828⁴⁴⁶. Aucune observation ni étude pétrographique n'a cependant pu être menée sur ces formations.

Plus au sud et un peu plus bas dans la stratigraphie géologique, les arkoses de l'Aalénien (Jurassique) auraient également livré des meules à Alençon (Orne) où sont identifiés deux ateliers de taille, l'un rue de Bretagne⁴⁴⁷ et l'autre au lieu-dit « les Grouas » à proximité de la voie romaine reliant Alençon à Sées⁴⁴⁸. Toutefois d'après la carte géologique⁴⁴⁹, ces arkoses souvent bioclastiques montrent aussi une cimentation calcaire qui ne correspond pas aux roches meulières observées au nord de la Seine. Ici non plus aucune comparaison n'a pu être faite.

442 SHAFFREY 2015a, fig. 1, p. 57

443 HARTOCH *et al.* 2015, p. 72 ; RENIERE *et al.* 2016, p. 414

444 BALLEVRE *et al.* 2013, p. 73-74

445 GERVILLE 1830 p. 6 et 13

446 VOISIN 1900, p. 103 ; PILET-LEMIÈRE, LEVALET 1989, p. 80-81

447 LA SICOTIÈRE 1882, p. 219

448 BERNOUIS 1999, p. 72 et 75

449 DASSIBAT *et al.* 1982, p. 23-25

6.15.2.3 Massif du Morvan

Les Grès de Vauthot et de Saint-Émiland ont été caractérisés suite à des prospections pédestres menées directement dans des carrières de meules antiques. Ils proviennent des sites éponymes de « Vauthot » à La Grande Verrière et du Bois des mouilles et du Bois de la Grange à Saint-Émiland (Saône-et-Loire). Tous deux sont issus de l'érosion de formations granitiques mais leur dépôt est éloigné d'une cinquantaine de millions d'années. Le Grès de Vauthot est un grès conglomératique issu du bassin carbonifère-permien d'Autun (Autunien basal, Paléozoïque)⁴⁵⁰. Le Grès de Saint-Émiland provient du Trias gréseux affleurant 30 km à l'est du premier. Leur similitude macroscopique est cependant assez remarquable à nos yeux comme probablement à ceux du carrier gallo-romain.

6.15.2.4 Nord de l'Angleterre

La formation du *Millstone Grit*, datée du Namurien (Carbonifère), comprend plusieurs types de roches correspondant à des dépôts de milieu deltaïque (calcaires et grès plus ou moins grossiers, de la siltite au conglomérat) et affleure en plusieurs endroits dans le nord de l'Angleterre, au Pays de Galles et en Irlande. Les faciès gréseux et arkosiques (*gritstones*) sont notamment localisés dans le Peak District et plus au nord dans la chaîne des Pennines. Alors que les secteurs du « Millstone Edge » et des « Eastern Moors » (Derbyshire) sont connus pour leur exploitation du XIV^e au XX^e siècle⁴⁵¹, les carrières de « Wharnccliffe Rocks » à Sheffield (South Yorkshire) livrent l'évidence d'une extraction meulière pré-romaine (*beehive querns*, ou meules « en ruche » de l'Âge du Fer) et romaine (meules discoïdes de 40 à plus de 60 cm de diamètre)⁴⁵².

L'aire de diffusion principale de ces meules ne dépasse pas la Tamise vers le sud, mais un foyer de meules romaines en arkose est remarqué dans la pointe du Kent⁴⁵³. Les gisements de *Millstone Grit* étant déjà très éloignés de ces sites (350 km), deux solutions s'offrent à nous pour expliquer leur présence dans cette région. Soit les britanno-romains ont recherché en Bretagne une roche convenant à la production de ce type de meules très particulier comme cela semble être le cas à la fois en Ardenne et en Normandie, soit les meules du Kent sont en fait des importations ardennaises confondues par les archéologues avec les productions romaines du nord de l'Angleterre. L'importation en Bretagne de ces meules depuis le continent ne serait en effet pas étonnante au regard des quantités de meules venues de l'Eifel et de Normandie que l'on y trouve⁴⁵⁴, mais aussi de l'ébauche de meule de grand format peut-être faite d'arkose grossière retrouvée à bord de l'épave Blackfriars I à Londres⁴⁵⁵.

450 FRONTEAU 2013, p. 110

451 TUCKER 1985 ; MAILER 2014

452 PEARSON 2000, p. 18 : le souvenir de cette activité demeure vif puisque le toponyme Wharnccliffe apparaît sous la forme *Qvernclyffe* (= falaise aux meules) au XIII^e siècle.

453 SHAFFREY 2015a, p. 57, 60, 61

454 GREEN 2016b, p. 166-168 et 170-173

455 MARSDEN 1994, p. 85

Les roches magmatiques grenues sont très peu représentées dans nos corpus en raison de l'éloignement des socles cristallins qui livrent ces matériaux à l'affleurement. L'absence totale de ces roches dans les couches sédimentaires du Bassin parisien est logique et seules quelques formations alluviales anciennes, par exemple dans la vallée de la Seine en contiennent. De plus, bien que le massif de l'Ardenne ait été affecté par les mêmes orogénèses (cadomienne et hercynienne) que le Massif armoricain et le Massif Central, les formations les plus anciennes disponibles en surface sont d'origine sédimentaire et d'âge cambrien⁴⁵⁶. Il faut donc se diriger vers le socle armoricain à l'ouest ou vers le Morvan au sud pour trouver en abondance des magmatismes granitiques remontés puis érodés.

6.16 La vaugnérinite

Les productions de meules en vaugnérinite, d'origine lointaine, sont effleurées grâce à de très rares individus dispersés au nord de la Seine. Une meule rotative romaine a été relevée à Amiens ; une seconde à Barenton-Bugny dans l'Aisne. Les autres, étudiées pour le colloque de Reims en 2014 sont observées en Champagne, au nord de leur aire de distribution principale. Les premiers gisements de vaugnérinite sont localisés dans le nord du Morvan, et l'aire de diffusion du matériau est limitée au nord de la Bourgogne, au nord-est de la Franche-Comté et au sud de la Champagne⁴⁵⁷.

VAUGNÉRITE

Âge géol. : Paléozoïque

Formation : magmatique

Texture : grenue (C)

Diffusion : Périmètre extrarégional (> 100 km)

Production :



Antiquité

6.16.1 Pétrographie

La vaugnérinite est une roche magmatique cristalline massive essentiellement composée de feldspaths plagioclases blancs et de biotite (mica noir), assortis de rares cristaux de quartz xénomorphes (fig. 166). La ressemblance des feldspaths et des quartz provoque souvent une confusion avec certains granites à biotite. En ce qui nous concerne, on ne peut la confondre avec les granites observés sur les meules de Rouen qui contiennent, en plus des biotites, des muscovites (micas blancs) et du quartz en abondance, alors que ce minéral est presque absent de la vaugnérinite.

Figure 166 La vaugnérinite. Grains noirs : biotite ; grains blancs : feldspaths plagioclases. Meule d'Amiens (Somme). Photo macro gross. x 2.

⁴⁵⁶ RAOULT, MEILLIEZ 1986

⁴⁵⁷ FRONTEAU *et al.* 2017a

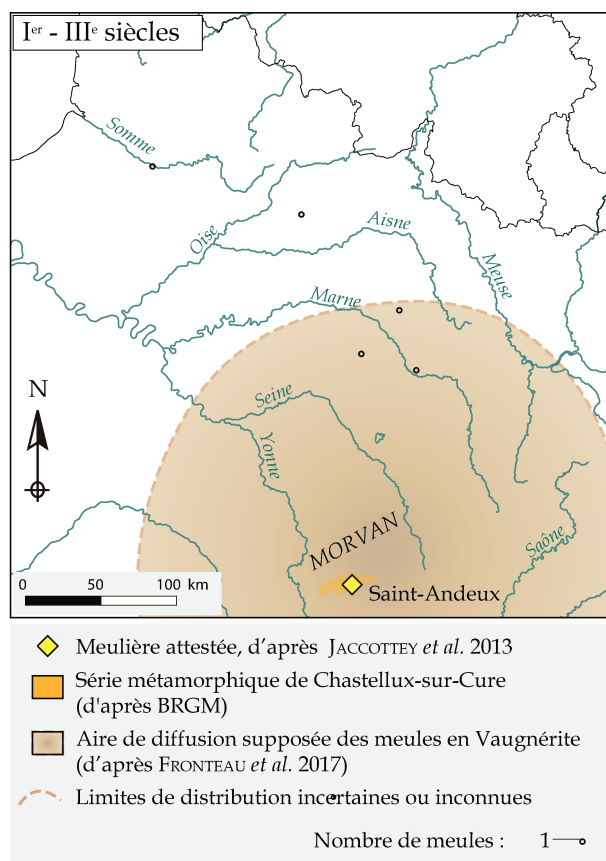
Figure 167 Carte de répartition des meules en vaugnérite dans le quart nord de la Gaule à l'époque romaine.

6.16.2 Formation et gisements connus

Les vaugnérites sont des roches magmatiques grenues d'âge anté-dévonien (Paléozoïque) qui forment notamment des enclaves dans la série métamorphique de Chastellux-sur-Cure traversant le Nord-Morvan d'est en ouest (fig. 167)⁴⁵⁸.

Plusieurs gisements ponctuels y affleurent, mais ceux qui ont été exploités pour la taille de meules sont ceux du secteur de Quarré-les-Tombes (Côte-d'Or).

Un site de carrière est connu au lieu-dit « Moulin Balidas » dans le Bois de Joux à Saint-Andeux (Côte-d'Or). Il a été prospecté en 2013 par L. Jaccottey et la roche a été caractérisée par G. Fronteau à cette occasion⁴⁵⁹.



6.17 Les granitoïdes

Une petite quantité de meules rotatives romaines identifiées dans la ville de Rouen est taillée dans une roche plutonique assimilée à un granitoïde. Ce matériau est très minoritaire dans notre corpus mais facilement identifiable, et son origine peut aisément être supposée : les granitoïdes sont assez rares à l'affleurement dans un rayon de 200 km autour de Rouen. Sans analyse pétrographique et chimique des faciès, il faut toutefois se contenter de la provenance probable la plus proche.

6.17.1 Pétrographie

Les granitoïdes employés pour le façonnage des meules de Rouen sont des roches magmatiques cristallines massives essentiellement composées de quartz xénomorphe vitreux, de feldspaths plagioclases et alcalins laiteux, et de biotite (mica noir) (fig. 168 et 169).

GRANITOÏDES

Âge géol. : Précambrien

Formation : magmatique

Texture : grenue (C)

Diffusion : Périmètre extrarégional (> 100 km)

Exploitation :



Antiquité

458 FRONTEAU 2013, p. 120-123

459 JACOTTEY *et al.* 2013

Figure 168 Granitoïde observé sur une meule romaine de Rouen (Seine-Maritime). Photo macro taille réelle.

Figure 169 Granitoïde observé sur une meule romaine de Rouen (Seine-Maritime). Photo macro gross. x 2.

6.17.2 Formation et gisements supposés

Les granitoïdes sont des roches magmatiques à structure grenue qui se forment en profondeur puis remontent pendant une orogénèse. Ce sont à ce titre des roches d'origine plutonique qui ne sont visibles à l'affleurement que par érosion de surface. Il faut se diriger vers le bord du socle armoricain à l'ouest pour trouver les premières roches cristallines qui peuvent correspondre à celles observées à Rouen (fig. 170). Au sud de Caen (Calvados) affleurent en effet des granodiorites cadomiennes au sein des premiers massifs granitiques qui percent le socle armoricain au cours du Précambrien. Des formations d'aspect très similaire l'une à l'autre, connues sous le nom de granodiorites de Vire⁴⁶⁰ et d'Athis⁴⁶¹, affleurent au sein des massifs éponymes de Vire et d'Athis et constituent les ressources potentielles les plus proches de Rouen pour ce type de matériau.

6.17.3 Diffusion

L'utilisation de ces granodiorites pour la taille de meules est confirmée par leur présence au nord des gisements sur plusieurs sites de Basse-Normandie (fig. 170)⁴⁶². Elles sont en effet particulièrement nombreuses dans la ville romaine de Vieux (Calvados), avec 12 individus sur 35, et sur le site de Jort (Calvados), avec 1 meule sur 3. D'après M. Rioult (CNRS, Département de Géologie de l'Univ. De

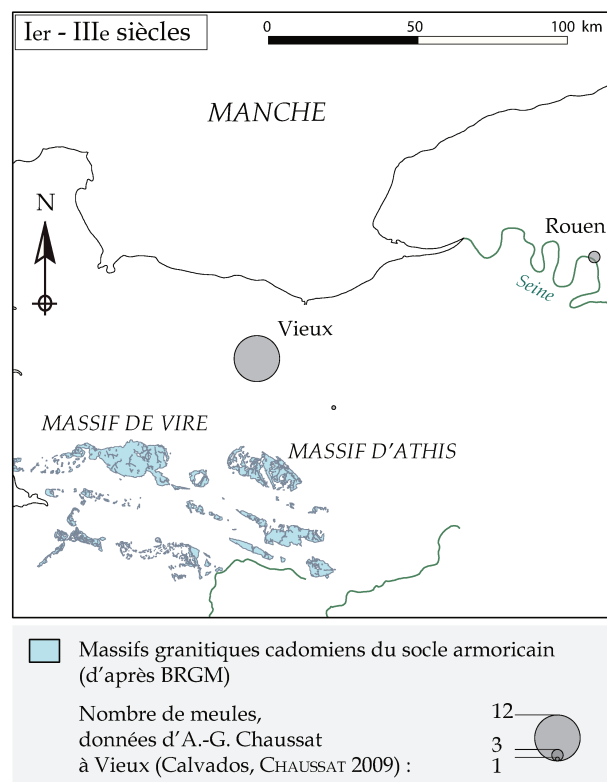


Figure 170 Carte de répartition des meules romaines en granitoïde du bord du massif armoricain.

460 MINOUX *et al.* 1987, p. 15-16

461 DORÉ *et al.* 1993, p. 14-18.

462 SAN JUAN *et al.* 1999b, p. 334.

Caen), cité dans SAN JUAN *et al.* 1999, usage y est fait d'une roche caractéristique de la partie orientale du Massif armoricain mais « altérée et hydroxydée, provenant d'affleurements de surface »⁴⁶³. Les meules en granitoïde semblent par ailleurs absentes des quelques sites étudiés par A.-G. Chaussat dans la presqu'île du Cotentin⁴⁶⁴, ce qui écarte l'usage des granites du Cotentin comme roches meulières au profit des arkoses du Val de Saire (pointe du Cotentin).

La ville de Rouen comme chef-lieu de Cité est le seul site de la basse vallée de la Seine à être approvisionné en granitoïdes, ce qui la place en limite de l'extension maximale de l'aire de distribution du matériau à l'est. Son aire de diffusion massive est probablement plus resserrée autour des affleurements.

Dans les massifs cadomiens de Vire et d'Athis, les granodiorites sont utilisées depuis le Néolithique pour l'édification de mégalithes⁴⁶⁵, mais aucune carrière d'extraction de meules n'y est vraiment attestée par la découverte de ratés de fabrication. Plusieurs carrières abandonnées sont mentionnées sur la carte géologique sans précision de leur destination⁴⁶⁶, et une partie d'entre elles a fait l'objet d'une prospection systématique⁴⁶⁷. Certaines exposent une succession de grandes fosses et de talus⁴⁶⁸ à la manière des meulières de Seine-Maritime (poudingue), du Val-d'Oise (Grès de Fosses-Belleu) et de Hirson/Macquenoise (Grès de Macquenoise)⁴⁶⁹, mais les ébauches de meules manquent à l'ensemble pour leur identification. Par ailleurs, beaucoup de ces carrières remontent au Moyen Âge ou à l'époque moderne et ont pu effacer les traces d'exploitations plus anciennes.

7 PERMANENCE ET MUTATIONS DU CHOIX DES ROCHES

7.1 Les principales provinces meulières

Au terme d'un long inventaire des meules rotatives assorti d'une recherche de leur origine, il est désormais possible de dresser les grandes lignes d'un système économique complet sur plus d'un millénaire, depuis les premiers moulins rotatifs jusqu'au début du Moyen Âge. Certains matériaux s'avèrent favorisés à différentes périodes et les contours de véritables provinces meulières se dessinent. Selon la zone géographique, le choix du matériau se porte sur certaines formations précises qui seront alors recherchées en différents points des affleurements.

La recherche de matériau la plus évidente est celle des roches volcaniques dans le Massif de l'Eifel. Le faciès vacuolaire très caractéristique de la roche rend sa reconnaissance des plus aisées et ses propriétés mécaniques en font un matériau apprécié pour la mouture depuis le Néolithique jusqu'au début du XX^e siècle. Les gisements, bien que dispersés, sont donc exploités en profondeur et aucune autre roche ne semble utilisée pour cet usage là où les roches volcaniques affleurent. La meulière est le principal concurrent des roches de l'Eifel à partir du Moyen Âge mais met plus de temps à s'imposer en dehors de l'Île-de-France, restant longtemps cantonnée à son secteur d'affleurement. Elle atteint déjà l'embouchure de la Seine à l'époque romaine et sa distribution dépasse l'échelle régionale au haut Moyen Âge pour devenir universelle au début du XX^e siècle.

En Ardenne, alors que bien d'autres matériaux sont disponibles, le Dévonien inférieur est actuellement la seule série stratigraphique connue pour avoir fourni des meules entre la Protohistoire et le Moyen Âge, du massif de Rocroi à celui de Stavelot en passant par le synclinorium de Dinant et le

463 SAN JUAN *et al.* 1999a, p. 97

464 CHAUSSAT 2009, p. 54 et 65

465 SAN JUAN *et al.* 1999a

466 DORÉ *et al.* 1993, p. 14

467 SAN JUAN *et al.* 1999a

468 SAN JUAN *et al.* 1999a, p. 101-102

469 Voir les parties concernant ces roches meulières.

petit massif de Serpont⁴⁷⁰. Des meules va-et-vient ont été extraites de ces gisements au moins depuis le Néolithique moyen, et la production semble disparaître avec la généralisation du moulin rotatif. Elle reparaît rapidement au cours de La Tène finale mais se resserre vraisemblablement autour de Lustin (Namur) et de Macquenoise (Aisne/Hainaut). Après le I^{er} siècle pendant lequel des meules sont encore extraites des carrières de Lustin, celles de Macquenoise connaissent un essor exceptionnel tout au long de la période romaine avant de passer le relais au secteur de Salmchâteau (Prov. de Luxembourg) entre la fin de l'Antiquité et l'époque mérovingienne.

Dans le nord et le centre du Bassin parisien où le Primaire n'affleure pas et où le Secondaire est crayeux, seuls les niveaux tertiaires ont été exploités pour la confection du matériel de mouture. D'ouest en est, citons d'abord les poudingues thanétiens/yprésiens de Seine-Maritime, le Grès de Fosses-Belleu de l'Yprésien supérieur, et les calcaires lutétiens bien connus des géologues⁴⁷¹. Le poudingue et les calcaires, déjà observés dans les corpus de meules va-et-vient, fournissent des meules rotatives dès La Tène moyenne, alors que le Grès de Fosses-Belleu, également connu pour ses meules va-et-vient⁴⁷², ne semble reparaître qu'au cours de La Tène finale autour de son affleurement de Fosses/Bellefontaine (Val-d'Oise). Celui-ci perdure en revanche jusqu'à la fin de l'Antiquité alors que le poudingue n'est plus observé après le III^e siècle, période à laquelle se restreignent et disparaissent la plupart des occupations de Seine-Maritime⁴⁷³. Le gisement de Grès de Belleu (Aisne), localisé en plein cœur de la zone des calcaires indurés de la vallée de l'Aisne, ne montre plus aucune distribution après son activité protohistorique.

Ainsi, le choix des roches varie finalement peu d'une période à l'autre au sein d'une même entité géographique. Si une adaptation de la sélection des roches à des contraintes techniques est bien constatée ponctuellement, une permanence de la sélection des matériaux meuliers transparait au travers de la recherche constante de propriétés mécaniques spécifiques, impliquant souvent une permanence de la sélection des gisements.

7.2 Phases de mutation

D'un point de vue diachronique, ces grands gisements sont exploités sans interruption depuis les premières meules va-et-vient jusqu'au haut Moyen Âge. Toutefois, en se focalisant sur les périodes parfois courtes de transition politique et culturelle, des phases d'adaptation ou d'ajustement sont décelées. Entre ces grandes provinces meulières, des roches plus mineures sont identifiées sur des laps de temps limités et sont distribuées sur des surfaces plus restreintes.

Ainsi au cours de La Tène moyenne, l'innovation du moulin rotatif est d'abord prise en main avec des roches relativement tendres (calcaires du Lutétien dans le Bassin parisien, tufs calcaires dans le nord de la France), alors qu'auparavant des meules va-et-vient étaient mises en forme dans des matériaux très durs. Très rapidement dès La Tène finale, lorsque l'innovation est assimilée et les contraintes techniques liées à la taille de matériaux durs sont dépassées, un retour aux roches dévoniennes est par exemple observé autour du massif ardennais ; les grès quartzitiques sont réemployés dans le nord de la France, de même que le Grès de Fosses-Belleu dans le nord de l'Île-de-France.

La période augustéenne et le début du Moyen Âge font partie de ces transitions mais touchent au domaine politico-économique et non plus technique. Alors que tout au long de la période romaine le système de production/distribution paraît presque immuable, la réorganisation territoriale impulsée par Auguste à la suite de la conquête des Gaules, puis les vagues d'insécurité que connaît le territoire à la fin de l'Antiquité semblent avoir provoqué un certain repli des communautés au

470 HARTOCH *et al.* 2015 ; PICAVET 2015

471 FEUGUEUR 1963 ; MÉGNIEN 1980

472 POMMEPUY 1999

473 MANTEL *et al.* 1997, p. 78

niveau local et une rétractation des réseaux de distribution. En réponse à ce phénomène, certaines roches locales, jusque-là non exploitées pour la taille de meules, font une apparition plus ou moins éphémère. C'est à ces occasions que se manifestent les calcaires coquilliers du Boulonnais, les grès tertiaires du Béthunois ou encore certains matériaux qui ne constituent que des *unica* dans le Pas-de-Calais (couple de meules mérovingiennes d'Hermies) ou en Seine-Maritime (meule alto-médiévale d'Harfleur).

D'autres roches présentes en faible quantité ne font enfin qu'évoquer les marges de sphères de distribution plus larges. C'est le cas des granitoïdes de Basse-Normandie, à peine effleurés à Rouen, ou de la vagnérite du Morvan, présente en Champagne-Ardenne et exceptionnellement dans la ville d'Amiens. Ces exemplaires ne permettent pas d'aborder avec précision les systèmes économiques qui régissent la répartition des meules.

DEUXIÈME PARTIE : LA FORME DE L'OBJET, ANALYSE MORPHOLOGIQUE ET TECHNIQUE

En 1997, H. Amouric appelait à une appréciation du moulin dans sa structure et son fonctionnement avant d'étudier son insertion dans les systèmes économiques antiques⁴⁷⁴. Déconstruire sa forme et comprendre son fonctionnement sont en effet des préalables à l'écriture de l'histoire du moulin. Ce travail a été entrepris depuis les années 1950, mais a pris toute son ampleur à partir des années 1990 avec la multiplication des découvertes liées au développement de l'archéologie préventive.

L'objet a été décomposé et sa forme analysée suivant différents critères qui peuvent être fonctionnels ou purement formels. Dans le premier cas, les caractères observés témoignent directement de la pratique de la mouture et de son échelle. Ils sont alors associés à des critères techniques pour déterminer précisément le mode de mise en rotation des moulins. Dans le second cas, la morphologie de la meule est constatée « en l'état » et enregistrée sous différents angles pour mettre en évidence certains phénomènes d'ordres technique et/ou culturel. Les mesures sont mises en série pour déceler des variations de forme liées à la façon dont se présente le matériau naturellement, à un effet d'atelier ou encore à des habitudes régionales.

L'introduction de données chronologiques ordonne les grands traits de l'évolution typologique des meules. Cependant, la plupart des datations associées à ce genre de mobilier se limitent à des fourchettes d'un siècle, voire d'une « période », ce qui réduit les possibilités d'établir des typo-chronologies fines et fiables. Ici, la typologie sera abordée comme un outil favorisant la restitution des systèmes techniques dans un contexte socio-économique, et non comme une fin en soi. Ne sera donc proposée aucune nouvelle typologie mais seront exploitées des classifications déjà établies et qui ont prouvé leur efficacité depuis le colloque de Saint-Julien-sur-Garonne en 2009⁴⁷⁵. L'insertion de ce travail dans les axes de recherche du PCR du *Groupe Meule* justifie pleinement l'utilisation d'une typologie basée sur l'observation empirique de nombreuses séries de meules à l'échelle nationale.

8 DÉFINITION DES CRITÈRES DE CLASSEMENT

8.1 Typologies existantes :

8.1.1 *Pompéi et le monde méditerranéen*

D.P.S. Peacock est le premier, dans les années 1980, à dresser une typologie des meules biconiques dites de type « Pompéi » dégagées des cendres du Vésuve (fig. 171)⁴⁷⁶. Il y joint le moulin plus précocé dit « de Morgantina » (Sicile), à surface active très inclinée mais de forme basse, et le moulin cylindrique à rotation lente que D. Baatz qualifie de type « Haltern/Rheingönheim » (Allemagne)⁴⁷⁷, à la face active beaucoup moins inclinée et au flanc vertical.

474 AMOURIC 1997, p. 39

475 BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2011

476 PEACOCK 1989

477 BAATZ 1995, p. 11

Figure 171 Typologie des meules de Pompéi proposée par D.P.S. Peacock, complétée d'un schéma du type «Morgantina». D'après PEACOCK 1989, fig. 2.

Peacock en détermine le matériau à l'œil nu et les classe suivant des critères de dimensions et d'aménagements latéraux, créant deux catégories de moulins biconiques subdivisées respectivement en quatre et cinq variantes. Il insiste sur le fait que, bien que précoce à Pompéi suite à l'ensevelissement de la ville en 79 ap. J.-C., la forme typique de ce moulin « à la romaine » persiste au Bas-Empire, notamment en Afrique du Nord⁴⁷⁸.

Sa typologie est aujourd'hui reprise et développée à l'échelle de la Gaule⁴⁷⁹ puis de l'Europe de l'Ouest⁴⁸⁰ puisque ce type de meule est désormais attesté dans toutes les principales villes romaines des provinces occidentales de l'Empire.

478 WILLIAMS-THORPE 1988, p. 261

479 JACCOTTEY *et al.* 2011b et c

480 JACCOTTEY *et al.* (à paraître)

8.1.2 Gaule Narbonnaise

Dès 1992, l'étude des meules de Lattes (Hérault) se veut « fonctionnelle » et s'insère dans un volume sur l'économie vivrière⁴⁸¹. Elle n'a donc pas vocation à approfondir les questions de typologie et intègre d'emblée les meules dans le contexte technique et économique du sud de la Gaule à la fin de l'Âge du Fer et à l'époque romaine. M. Py y distingue les meules va-et-vient (à molette ovale ou arrondie, et à molette à fente dites « meules à trémie » ou « moulins d'Olynte ») des meules rotatives basses et des meules rotatives hautes (type « Pompéi »). Il s'appuie à l'époque en grande partie sur les travaux conduits en Grèce classique par M.-C. Amouretti qui traite plus largement de problématiques liées aux techniques agraires⁴⁸².

Plus récemment, une typologie globale a été élaborée par S. Longepierre dans sa thèse de doctorat⁴⁸³. Les catillus sont séparés des metas, et n'est abordée dans un premier temps que la forme générale de la meule (fig. 172). Les aménagements techniques liés à l'entraînement et à la liaison des meules sont classés dans une typologie à part, réservée aux types de moulins.

La typologie des meules code chaque groupe de dimensions : le diamètre, la pente de la face active, de la face supérieure/inférieure et du flanc, l'épaisseur de l'œil et la hauteur du flanc. Chaque groupe est donc défini par l'accumulation de codes alphanumériques, auxquels s'ajoute une série de variantes suivant la forme de la face supérieure et/ou du flanc (concave, plane, convexe).

Le classement typologique qui en découle est donc extrêmement précis et s'adapte à tous les types de meules. Cependant, hormis pour nourrir notre réflexion, nous n'aurons pas l'usage d'une typologie aussi détaillée bien que son ancrage chronologique soit fiable en raison de l'exploitation de données solides.

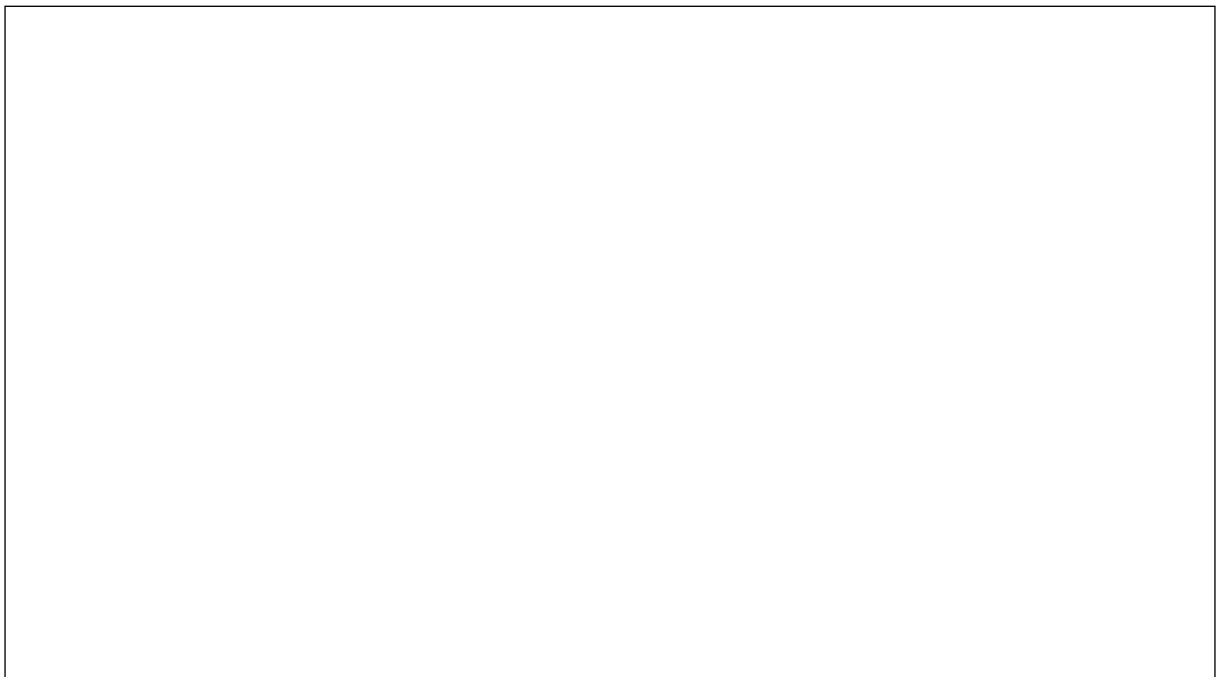


Figure 172 Extrait de la typologie alphanumérique des meules mise au point par S. Longepierre dans le sud de la France sur la base de 666 meules comprises entre l'Âge du Fer et le début du Moyen Âge. D'après LONGEPIERRE 2012, p. 450.

481 PY 1992, p. 183

482 AMOURETTI 1986

483 LONGEPIERRE 2011b, thèse de doctorat publiée l'année suivante : LONGEPIERRE 2012

8.1.3 Autour du massif de l'Eifel : Allemagne et Pays-Bas

Dans le grand district volcanique de l'Eifel (Rhénanie-Palatinat, Allemagne), les productions des meulières du volcan *Bellerberg* ont assez tôt été caractérisées, chaque forme étant attribuée à une période particulière. O.G.S.Crawford et J. Röder ont ainsi, dès les années 1950, dressé un panorama des productions rhénanes entre le Néolithique et le Moyen Âge, faisant déjà le lien entre typologie et lithologie (fig. 173)⁴⁸⁴. La typologie est à peine complétée par F. Hörter en 1994⁴⁸⁵, avec l'ajout des meules hydrauliques romaines, et reprise telle-quelle par F. Mangartz en 2008⁴⁸⁶. Elle présente de manière globale et peu détaillée les différents types de meules en combinant les critères morphologiques et techniques propres à chacun. Signalons que cette absence de détail dans la typologie est en grande partie liée à l'extraordinaire standardisation des productions de l'Eifel dès le premier Âge du Fer. La plupart des travaux allemands récents concernent donc plus les gisements de roche volcanique et les carrières de meules que les productions elles-mêmes. Ce sont les travaux de T.M. Gluhak dans les années 2000 qui redynamisent fortement l'étude des meules d'un point de vue géochimique, favorisant une analyse fine des réseaux de distribution des meules en roche volcanique. En Allemagne centrale et grâce aux déterminations de T.M. Gluhak, S. Wefers oppose les meules de l'Eifel à celles provenant du secteur de Lovosice en République Tchéque au Second Âge du Fer⁴⁸⁷. Elle propose une typologie prenant en compte les catillus comme les metas, distinguant la forme des faces actives et celle des autres faces, et les aménagements techniques liés à l'entraînement et à la liaison des meules.

Une typologie simplifiée est utilisée pour les productions de l'Eifel aux Pays-Bas et se résume à une distinction des meules manuelles pré-romaines, dites de type « de Brillerij », et d'époque romaine dites de type « Westerwijtwerd ». Le premier groupe comprend des catillus cylindriques à face supérieure en cuvette sans bandeau, au flanc vertical parfois évasé vers le haut, et à face active concave au galbe très marqué, et non rayonnée. Le second correspond à la « meule de légionnaire » bien connue des abords du *limes* rhénan et des établissements germano- et britanno-romains⁴⁸⁸. De forme également cylindrique, sa face supérieure est creusée en cuvette à section plane délimitée par un bandeau plat ; le flanc est strictement vertical et la face active rayonnée présente une courbe moins marquée qu'à l'Âge du Fer. Cette classification n'a pas évolué depuis l'étude des meules des provinces de Drenthe et de Groningue (nord des Pays-Bas) par O.H. Harsema dans les années 1960 et 70⁴⁸⁹. Elle est toujours la seule utilisée aux Pays-Bas pour la fin de l'Âge du Fer et l'époque romaine⁴⁹⁰.

Pour le haut Moyen Âge, l'étude de H. Kars dans l'emporium de Dorestad⁴⁹¹ reste une référence essentielle qui présente par ailleurs l'intérêt d'être plus proche de l'école allemande tentant de caractériser la production meulière du massif de l'Eifel d'un point de vue économique⁴⁹². Géologue de profession, H. Kars y mène une étude archéologique et statistique précurseur. Il met en série les diamètres et les épaisseurs des meules et en tire d'intéressantes conclusions sur la fabrication et le commerce des meules à la charnière entre les périodes mérovingienne et carolingienne (voir § 13.6.2).

484 CRAWFORD, RÖDER 1955, p. 69, fig. 1

485 HÖRTER 1994, p. 15, 24, 25, 27, 34, 39, 43 et 49.

486 MANGARTZ 2008, p. 27 et 28

487 WEFERS 2011b, 2012

488 JODRY 2010, 2011 ; GREEN 2016b, p. 169-172

489 HARSEMA 1967 et 1979

490 VAN DER SANDEN 1998 ; HOPMAN 2013, p. 78 ; études dans les rapports de fouille, par ex. : M. Melkert dans BLOM *et al.* 2012b p. 102 ; M. Niekus dans NIEUWHOF 2007, p. 90 ; R.A. Houkes dans VAN DER FEIJST, VELDMAN 2011, p. 87

491 KARS 1980 et 1983b

492 KARS 1983a

Figure 173 Typologie développée par Crawford et Röder sur la base des découvertes faites autour de Mayen dans le massif volcanique de l'Eifel (Allemagne). D'après CRAWFORD, RÖDER 1955, fig. 1.

8.1.4 En Angleterre

La dynamique de l'école anglaise est impulsée dès les années 1930 par E.C. Curwen⁴⁹³ qui définit plusieurs types de meules manuelles en fonction de sites ou de régions éponymes. Cette méthode instille un premier classement des types de meules par roche si l'on considère l'éloignement de ces régions et l'approvisionnement qui leur est propre. Le *Hunsbury type* se distingue ainsi du *Wessex type* ; le *Puddingstone type* s'en détache clairement par la lithologie. Curwen est suivi cinquante ans plus tard par le géologue et archéologue D.P.S. Peacock qui voit dans le matériel de mouture un mobilier comparable au matériel céramique pour la restitution des systèmes économiques antiques. Ce dernier défend l'analyse microscopique de ces matériaux d'origine minérale pour en retrouver la provenance et reconstituer les réseaux commerciaux. D'abord attiré par la sphère méditerranéenne, les amphores et les célèbres moulins de Pompéi, il est amené en parallèle à s'intéresser à la production de meules protohistoriques et antiques en Angleterre⁴⁹⁴. Il en dresse de premières typologies qu'il met lui aussi immédiatement en lien avec la lithologie.

Par la suite, c'est au tour de R. Shaffrey de traiter tous les aspects, dont la typologie des meules taillées dans un grès particulier, le *Old Red Sandstone*⁴⁹⁵. Ses activités, comme celles de C. Green, associé de Peacock qui s'intéresse plus aux matériaux qu'à la typologie⁴⁹⁶, sont principalement localisées dans le quart sud-est de la Grande-Bretagne.

Très tôt pratiquée par des géologues, la typologie anglaise aborde donc systématiquement les questions liées aux matériaux et s'approche du concept de « lithocorpus » développé depuis les années 2000 par le *Groupe Meule* en France. Chaque atelier confectionne des produits qui lui sont propres mais qui laissent transparaître en filigrane les grandes évolutions morphologiques déterminées par les sauts technologiques successifs.

8.1.5 Vallée de l'Aisne

La typologie la plus employée dans le nord de la France avant les travaux du *Groupe Meule* est celle proposée par C. Pommepuy dans une étude pionnière qui porte sur les meules va-et-vient et rotatives protohistoriques de la vallée de l'Aisne, à cheval sur les territoires rème et suession⁴⁹⁷. Malgré la définition de seulement trois types de catillus (fig. 174) et le manque de déconstruction et de déclinaison de la morphologie, ce premier recensement a le mérite de démontrer le lien entre roche, chronologie, géographie et typologie à la fin de l'Âge du Fer.

Figure 174 Typologie des meules gauloises mise au point par Cl Pommepuy à partir des découvertes de la vallée de l'Aisne. D'après POMMEPUY 1999

493 CURWEN 1937 et 1941

494 PEACOCK 1987 et 2013

495 SHAFFREY 2006

496 GREEN 2011 et 2016

497 POMMEPUY 1999 et 2003

Ainsi le type 3 est le plus ancien, prédominant au II^e siècle av. J.-C., et comprend principalement des meules en calcaire à limnées et en calcaire à cérithes + bivalves. Le type 1 est présent depuis le début mais prédominant au I^{er} siècle av. J.-C. et comprend des meules en calcaire à cérithes et en calcaire coquillier. Le type 2 succède au type 3 mais n'est jamais prédominant et rassemble des meules en calcaire à glauconie et nummulites et ponctuellement en poudingue normand⁴⁹⁸. C. Pommepeuy en tire plusieurs observations et introduit des réflexions sur les implications économiques et sociales de ces variations, qui sont à la base de la plupart des études de meules en France.

8.1.6 Le Groupe Meule en France

La typologie proposée par le *Groupe Meule* est très empirique puisqu'elle a été élaborée depuis 2008 suite à plusieurs années de réflexion collective sur la base de plusieurs milliers d'individus répertoriés à travers toute la France avec des méthodes communes. Ses critères mélangent parfois morphologie formelle et fonctionnelle mais répondent à des besoins précis dans le but de lancer des analyses statistiques à grande échelle. Elle s'est notamment nourrie de divers travaux locaux ou régionaux français, mémoires universitaires et publications : en Loire-Atlantique⁴⁹⁹, en Lorraine⁵⁰⁰, en Midi-Pyrénées⁵⁰¹, en région Centre⁵⁰², en Picardie⁵⁰³.

Les grands principes de cette typologie ont été exposés lors du colloque de Saint-Julien-sur-Garonne en 2009⁵⁰⁴, appliqués au classement des meules hydrauliques à Lons-le-Saunier (2011)⁵⁰⁵, et la rencontre de Reims (2014)⁵⁰⁶ a été l'occasion d'en exprimer les premiers résultats.

Le but de notre réflexion n'est pas de développer ici une nouvelle typologie mais de s'appuyer sur celles qui existent déjà et sur la notion de « lithocorpus » développée par le *Groupe Meule* pour s'attaquer à l'étape suivante, la recherche des implications socio-économiques de la fabrication et de l'utilisation des meules. Les différents critères morphologiques déterminants seront donc repris au fur et à mesure en distinguant leurs caractères fonctionnels et non fonctionnels. Les critères fonctionnels sont ceux dont l'existence et l'évolution influent sur le fonctionnement du moulin et sur son évolution technique (diamètre, épaisseur, inclinaison de la face active). Les critères non fonctionnels sont plus d'ordre techno-culturel et témoignent d'une évolution des techniques de fabrication et des habitudes d'utilisation (forme générale, forme du flanc et de la face non active, présence/absence d'un bandeau périphérique et/ou d'un bourrelet péri-oculaire). Les aménagements techniques seront les plus caractéristiques puisqu'ils déterminent directement les modes de liaison des meules et d'entraînement des moulins. Les variations de forme de ces aménagements semblent aussi avoir une dimension culturelle puisque certains types d'œils⁵⁰⁷ ou de trous d'emmanchement montrent des répartitions régionales très significatives pour des types de moulins identiques et parfois pour les mêmes matériaux. Il en va de même du traitement des surfaces qui montre des variations selon la lithologie et la géographie.

498 POMMEPUY 2003, p. 378 et 380

499 POLINSKI 2009

500 LAGADEC 2007

501 THOMAS 2006

502 MAUSSION 1994

503 POMMEPUY 1999

504 BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2011

505 BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2016

506 BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2017a

507 Le pluriel « œils » est accepté pour certains mots composés (des œils-de-bœuf) et dans les domaines techniques (imprimerie, marine, outillage...). Il traduit la présence d'un seul œil par meule dans un groupe de plusieurs meules.

8.2 Présentation des critères

8.2.1 Morphologie fonctionnelle déterminante

8.2.1.1 Le diamètre

Le diamètre des meules est la mesure la plus révélatrice sur le plan technique. Il aide d'abord à distinguer les moulins à entraînement manuel des grands moulins à entraînement central ou périphérique, mais révèle aussi une évolution technique à travers le temps, avec une augmentation progressive du diamètre pour un même type de meule.

À la lumière des découvertes allemandes du XX^e siècle, D. Baatz place la limite entre meules manuelles et meules de grand format autour de 1,5 pied romain (45 cm environ), soit l'amplitude approximative du bras humain⁵⁰⁸. Pour certains corpus antiques, les premières meules non manuelles ont un diamètre supérieur à 55 cm (meules en meulière du Bassin parisien⁵⁰⁹, meules d'Avenches en Suisse⁵¹⁰), mais les séries du nord de la Gaule et de Germanie sont plutôt limitées à une cinquantaine de centimètres (voir § 10.4.3.2). Au-delà de cet ordre de grandeur, la rotation doit être exercée par traction périphérique (traction musculaire d'origine humaine ou animale) ou par entraînement mécanique central. C'est notamment le cas des moulins hydrauliques, mais également de certains moulins à manège dont l'animal remplace la roue à aubes pour l'entraînement du moulin « par le centre ».

L'autre enjeu de la mise en série des diamètres est illustré par la mise en évidence par les travaux du *Groupe Meule* d'un phénomène d'accroissement des mesures au cours du temps⁵¹¹. Cette évolution continue du diamètre des meules manuelles en Gaule entre l'époque gauloise et la fin de l'Antiquité était certes suspectée mais demandait à être prouvée par l'établissement d'une vaste base de données. En s'attardant sur un lithocorpus en particulier, celui des meules en Grès de Macquenoise, il est même possible d'évaluer cette croissance statistique à 1 cm par siècle⁵¹². Cette tendance est donc vérifiée statistiquement à grande échelle mais ne date une pièce individuelle. Des meules du Bas-Empire ont en effet un diamètre parfois plus faible que certaines meules de la fin de l'Âge du Fer⁵¹³. Il faut donc s'écarter de l'observation individuelle pour entrer dans l'analyse statistique de groupes représentatifs et ainsi révéler certains phénomènes techniques : la mise en rotation des meules manuelles peut être facilitée par le développement de systèmes de centrage et de surélévation du catillus, et l'apparition du moulin « à perche » au haut Moyen Âge expliquerait le dépassement de la cinquantaine de centimètres par les meules manuelles.

Pour les meules hydrauliques, l'étude de P. Mille sur l'équipement en bois des moulins hydrauliques du VIII^e au XIV^e siècle évoque une amélioration du mode de fixation des pales des roues à aubes qui autorise l'entraînement de meules de plus en plus lourdes⁵¹⁴. D'ailleurs en abordant le temps des techniques de manière régressive, le tome V de *l'Encyclopédie Méthodique* en partie consacré à la meunerie, révèle que « *au dessous de quinze setiers, [les meules] doivent être plus petites et moins lourdes, ainsi que toutes les autres pièces du moulin, dont la force doit être proportionnée à celle de la*

508 BAATZ 1995, p. 9

509 LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017b

510 CASTELLA, ANDERSON 2004, .119

511 JACCOTTEY *et al.* 2011e

512 En calculant les quantiles des diamètres des meules manuelles antiques pour chaque siècle, la médiane croit effectivement d'1 cm par siècle, passant de 40 cm au I^{er} à 44 cm au IV^e siècle : PICAVET *et al.* 2017a, p. 273, fig. 8.

513 JACCOTTEY *et al.* 2011e, p. 293

514 MILLE 2016, p. 805

chute et du cours d'eau »⁵¹⁵. Ce qui montre le lien étroit qui existe entre le format des meules et celui des pièces du moulin. L'accroissement des mesures au fil du temps est donc à mettre en relation à la fois avec l'amélioration des systèmes d'entraînement et avec l'augmentation de la demande alimentaire, les deux étant intrinsèquement liées.

8.2.1.2 L'épaisseur

Au premier abord, l'épaisseur des meules est réputée non déterminante car dépendant de l'usure des surfaces actives. Il existe pourtant une réelle différenciation des types de meules par leur hauteur, ainsi qu'une tendance à la diminution de l'épaisseur des meules au cours du temps.

Pour illustrer le premier phénomène, citons l'exemple très caractéristique des *beehive querns*, ou meules manuelles « en ruche » utilisées en Angleterre à l'Âge du Fer et qui montrent un rapport hauteur/diamètre proche de 1/2, voire supérieur, alors que d'autres sont plus basses à la même époque⁵¹⁶. Dans notre corpus existe de la même façon au sein de l'époque romaine une nette différence entre les meules romaines de grand format à entraînement central, relativement trapues, et les meules en arkose grossière à traction périphérique, très plates (voir § 10.4.5.5 et 10.4.7.4)⁵¹⁷.

Un phénomène de décroissance de l'épaisseur au cours du temps est par ailleurs mis en avant par D.P.S. Peacock qui, prenant l'exemple des productions de meules de Lodsworth (Sussex) et bien que s'appuyant sur un faible nombre d'individus, montre une diminution progressive de la hauteur des meules manuelles entre le III^e siècle av. et le IV^e ap. J.-C.⁵¹⁸

Techniquement, la diminution de l'épaisseur permet d'accroître le diamètre de la surface de mouture tout en maintenant ou en réduisant le poids de la meule. Le grain passe ainsi plus de temps entre les surfaces actives et la mouture en est améliorée. Pour les moulins hydrauliques, le problème de limite énergétique des roues à aubes est ainsi contourné, et le risque de rompre les mécanismes et engrenages en bois est évité⁵¹⁹.

8.2.1.3 L'inclinaison de la face active.

Avant même de piloter la création du *Groupe Meule*, F. Boyer et O. Buchsenschutz reconstituaient un petit moulin manuel « celtique » d'après les découvertes de Bibracte⁵²⁰. Leurs expérimentations aboutirent au constat de l'existence d'une « lumière » entre les deux éléments de ce couple théorique, c'est-à-dire d'une différence d'inclinaison de 2° entre la face active du catillus et celle de la meta, ménageant un espace pour l'introduction et le déroulement du grain entre les deux meules (fig. 175). Cette différence théorique se vérifie tant sur les meules manuelles que de grand format chaque fois qu'une étude statistique prend en compte des ensembles importants⁵²¹. Un écart de 1 à 2° se vérifie aussi lorsque sont mis au jour de vrais couples de meules sur les sites archéologiques⁵²². D'autre part, la conicité des faces actives est souvent réputée diminuer au cours du temps, depuis les moulins pompéiens et les meules hydrauliques de type « Avenches » à l'époque républicaine

515 PANCKOUKE 1788, p. 46

516 CURWEN 1941, p. 18 ; HAYES *et al.* 1980, p. 303-306 ; PEACOCK 1987, p. 69

517 PICAVET 2016, p. 697-698

518 PEACOCK 1987, p. 69-70

519 MILLE 2016, p. 805 et 807

520 BOYER, BUCHSENSCHUTZ 1998

521 Dans le nord de la Gaule : PICAVET *et al.* 2011, p. 186-187 ; sur les meules en meulière : LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017b, p. 248 ; à l'échelle de la France dans la base de données du *Groupe Meule* : LEPAREUX-COUTURIER, ROBIN 2017, p. 324.

522 À Avenches (Suisse) : CASTELLA, ANDERSON 2004, p. 120 ; à Marquion (Pas-de-Calais) : PICAVET 2014a, p. 155 ; à Lauwin-Planque (Nord) : étude P. Picavet dans LEROY-LANGELIN, PERNIN 2015, p. 529

et au Haut-Empire, dont les pentes sont très élevées (entre 50 et 70° pour les premiers⁵²³, entre 18 et 35° à Avenches⁵²⁴ et entre 1 et 28° dans notre corpus gallo-romain), jusqu'aux meules plates du Moyen Âge et de l'époque moderne.

La donnée « conicité » prend donc toute sa place dans l'Histoire des techniques puisqu'elle répondrait directement à des impératifs techniques liés aux aménagements de mise en rotation des moulins. Intervient le vieux débat sur l'interprétation du texte de Vitruve concernant la multiplication de la vitesse de rotation dans le moulin hydraulique⁵²⁵.

Selon L.A. Moritz la conicité appliquée aux meules les plus précoces aide à l'évacuation de la farine en périphérie du moulin dans le cas d'une rotation lente, à traction animale ou à entraînement hydraulique sans rapport de multiplication de l'énergie⁵²⁶. Le texte de Vitruve⁵²⁷ n'est en effet pas très explicite sur la taille des engrenages de transmission de l'énergie, et l'utilisation d'une lanterne horizontale de grand diamètre dans laquelle s'engrènerait le rouet vertical solidaire de la roue à aubes induirait une vitesse de rotation plus faible pour la meule que pour la roue⁵²⁸. La baisse de conicité des meules serait donc à rapprocher de l'amélioration de l'efficacité des moulins, comme semble le démontrer l'étude de P. Mille sur les moulins médiévaux⁵²⁹ : la surface active des meules hydrauliques perdrait complètement son inclinaison à partir de la fin X^e siècle quand les moulins s'équipent de roues à aubes assemblées pour gagner en puissance et faire tourner des meules plus grandes à vitesse plus élevée. Si la vitesse de rotation d'un moulin à traction périphérique (rotation lente) est comprise entre 7 et 10 tours/min.⁵³⁰, la vitesse idéale d'un moulin à eau avant le XIII^e siècle atteint les 60 tours/min.⁵³¹. La force centrifuge est accrue et la surface active ne doit plus nécessairement être inclinée pour diriger la farine vers la périphérie.

Cette idée généralement admise depuis les travaux de L.A. Moritz dans les années 1950 n'a pour le moment jamais été contredite techniquement. Néanmoins nous constatons la prédominance dans le nord de la Gaule, et ce dès le I^{er} siècle de notre ère, de meules de grand format à conicité très faible (moins de 10°), révélant, soit le manque de fondement technique de la théorie exposée, soit la multiplication de la vitesse de rotation des meules par un engrenage dès le Haut-Empire. La question de la multiplication de la vitesse est intéressante à ce niveau puisque le texte de Vitruve introduit, dès l'époque augustéenne, l'existence de systèmes d'engrenage qui la rendent théoriquement possible. Seulement, la version que nous ont fait parvenir les copistes du Moyen Âge évoque, dans le moulin à eau, une lanterne horizontale plus grande que le rouet vertical⁵³². Ce principe induit une réduction de la vitesse de rotation des meules au lieu de l'augmenter, ce qui n'a pas

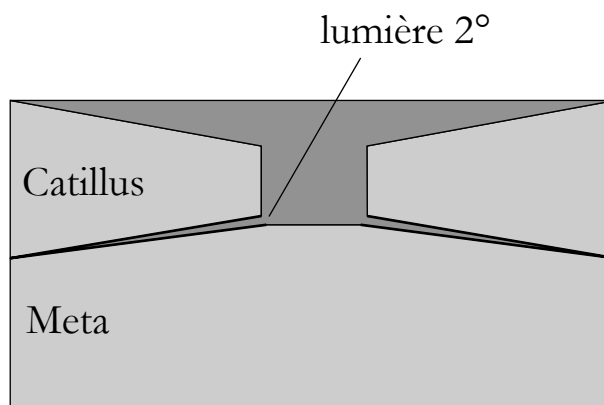


Figure 175 Coupe schématique du moulin rotatif. Le catillus repose sur la meta ; une lumière de 2° est ménagée entre leur face active.

523 BAATZ 1995, p. 10

524 CASTELLA 1994 ; CASTELLA, ANDERSON 2004, p. 131

525 MORITZ 1956 ; MORITZ 1958, p. 122-123 ; BAATZ 1995, p. 5-7

526 MORITZ 1958, p. 106-107

527 VITRUVÉ, *Les dix livres d'architecture*, X, 5, 2

528 MORITZ 1956, p. 194 ; BAATZ 1995, p. 5-7

529 MILLE 2016

530 BAATZ 1995, p. 9

531 MILLE 2016, p. 812

532 VITRUVÉ, *Les dix livres d'architecture*, X, 5, 2, commenté dans BAATZ 1995, p. 5-7

d'intérêt du point de vue des techniques modernes de meunerie. Il est donc fort probable que les interprétations qui inversent les termes *maius* et *minus* soient correctes en rétablissant peut-être une erreur de copie. La multiplication de la vitesse de rotation des moulins serait ainsi effective dès la fin du I^{er} siècle av. J.-C. Témoignent de cette possibilité les pièces d'engrenages antiques de plus en plus nombreuses découvertes en contexte de moulin hydraulique dès le début du I^{er} siècle⁵³³ (voir § 9.2.4.3), ainsi que la lanterne d'engrenage du fort de Zugmantel (Saalburg, Hesse) datée de la deuxième moitié du II^e siècle.

Enfin, autre argument contredisant certaines théories évolutionnistes qui entourent le matériel de mouture, la conicité des meules manuelles gauloises est souvent très faible, voire nulle ou même par exception, négative, et ne reprend quelques degrés qu'à partir du Haut-Empire pour diminuer de nouveau à la fin de l'Antiquité.

Il importe donc de déconstruire et d'exposer très clairement les phénomènes à expliquer, et de bien distinguer les types de meules pris en compte afin de se libérer de tout évolutionnisme préconçu et de lier le plus étroitement possible les meules à leur système de mise en rotation et à leur contexte archéologique.

8.2.2 Aménagements techniques

Les aménagements techniques comprennent toutes les encoches et perforations assignées à la liaison et à l'entraînement des meules. Outre le diamètre, ce sont les éléments qui favorisent la reconstitution des systèmes de mise en rotation des moulins.

8.2.2.1 Les dispositifs latéraux d'entraînement

Le trou d'emmanchement, ou manchon, est l'encoche creusée dans le flanc ou la face supérieure du catillus manuel ou à traction périphérique pour son actionnement sur la meta. Plusieurs variantes de ces deux groupes ont été définies par le *Groupe Meule* suivant la position, l'orientation et la forme de l'encoche (horizontale, oblique ou verticale)⁵³⁴.

Les neuf types ainsi définis (le neuvième est l'absence de manchon) sont censés représenter l'ensemble des meules enregistrées en Gaule et quelle que soit la période entre l'Âge du Fer et le haut Moyen Âge. En réduisant la fenêtre géographique et/ou chronologique, on remarque toutefois la prédominance d'un type ou d'un autre, révélant des habitudes en termes de façonnage des meules⁵³⁵, mais surtout une permanence des systèmes d'entraînement dans une même région et à une période donnée, quelle que soit la roche employée.

Figure 176 Typologie des trous d'emmanchement développée par le Groupe Meule. D'après JODRY et al. 2011

533 Un fragment d'alluchon en bois découvert à Art-sur-Meurthe (Meurthe-et-Moselle) : DEFFRESSIGNE *et al.* 2016, p. 82

534 JODRY *et al.* 2011

535 PICAUVET *et al.* 2011, p. 185

À titre d'exemple et à la suite de C. Pommepeuy⁵³⁶, nous verrons que les meules gauloises du nord de la Gaule sont plutôt percées d'un trou d'emmanchement de type 2 (trou latéral prolongé horizontalement dans l'œil du catillus : fig. 176). De même et comme révélé en 2011, les meules romaines en Grès de Macquenoise, en calcaire à glauconie et nummulites, en Grès de Fosses-Belleu et en roche volcanique de Gaule Belgique sont creusées de trous d'emmanchement de type 4 (trou latéral prolongé à l'oblique dans la cuvette : fig. 176) qui sera supposé découler du précédent⁵³⁷. Au contraire, les catillus en roche volcanique de Germanie romaine sont plutôt équipés d'une encoche de type 6 (encoche supérieure horizontale traversant le bandeau : fig. 176) révélant, pour un même matériau, l'adaptation de systèmes différents selon l'aire géographique considérée. L'absence de manchon (type 9), enfin, est importante à noter dans le cas du cerclage périphérique du catillus pour la fixation du manche⁵³⁸. Peu notable pour certains lithocorpus, le principe l'est particulièrement pour d'autres comme le Grès de Fosses-Belleu⁵³⁹, ou pour certaines meules à traction périphérique en arkose grossière.

Dans certains cas, l'usure de la face active provoque une atteinte du manchon qui le rend inutilisable. Une deuxième perforation est donc fréquemment creusée en position diamétralement opposée à la première, ou la meule est cerclée de fer pour remplacer le trou d'emmanchement sans devoir percer de nouveau la pièce, ce qui la fragilise.

8.2.2.2 Œil et dispositifs centraux d'entraînement

L'œil de la meule, ou œillard, est un aménagement complexe dont les fonctions sont multiples. H. Amouric est le premier en France à tenter, lors du colloque sur les « Techniques et économies antiques et médiévales », un débroussaillage des connaissances disponibles sur « l'anille et les meules »⁵⁴⁰. Il part du constat ethnographique de l'absence de dispositif de centrage de la rotation

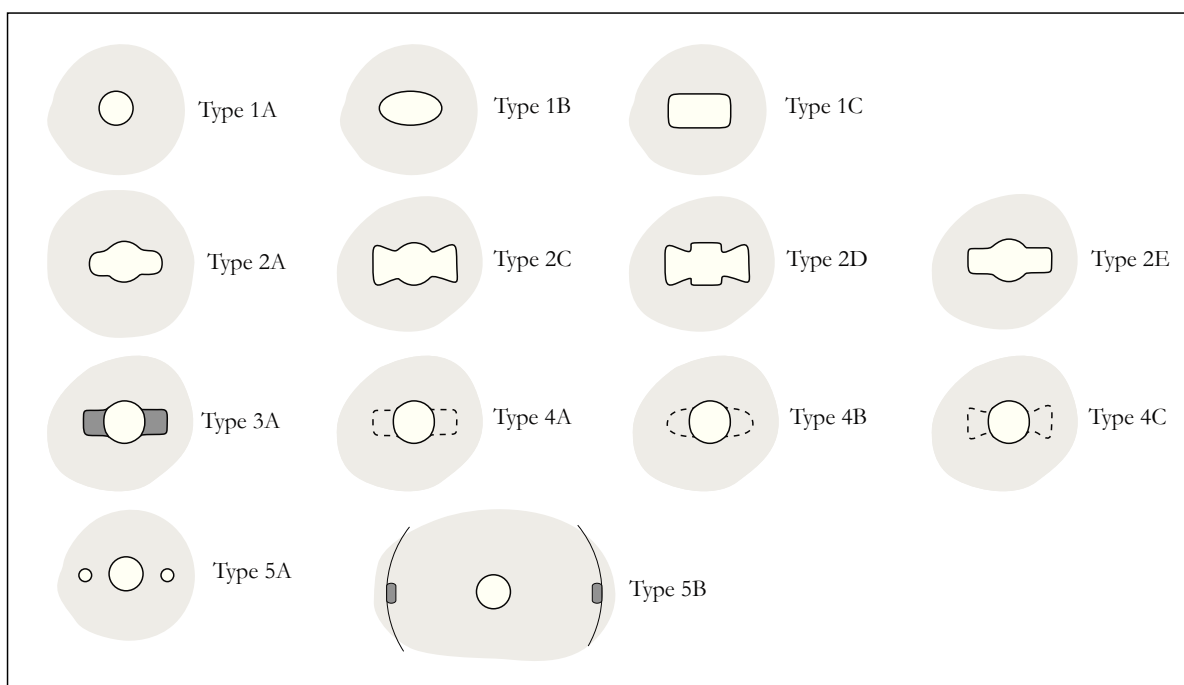


Figure 177 Typologie des œils de meules développée par le Groupe Meule. D'après ROBIN, BOYER 2011

536 POMMEPUY 1999 et 2003

537 PICAVET *et al.* 2011, p. 183

538 JACCOTTEY *et al.* 2009 ; JACCOTTEY *et al.* 2011f

539 PICAVET *et al.* 2011, p. 184

540 AMOURIC 1997

dans les moulins les plus rudimentaires, ou du calage de pièces de bois dans l'œil des meules par forçage. Il remarque ensuite une grande diversité des aménagements en annonçant une explication technique pour chacun d'eux.

Creusé au centre du catillus, l'œil sert le plus simplement possible à la distribution du grain dans le moulin, que ce soit par poignées régulières ou grâce à une trémie sus-jacente (bac de distribution). Adoptant une forme complexe, il sert la plupart du temps au centrage de la rotation du catillus par l'insertion d'une pièce de bois ou de fer, l'anille, simplement calée ou scellée au plomb, et tournant librement sur l'axe introduit dans la meta. La récente reprise par B. Fort et N. Tisserand de différents corpus de pièces métalliques publiés a montré que l'anille d'un moulin manuel était souvent très difficile à reconnaître du fait de sa simplicité. Elle peut la plupart du temps être constituée d'un bloc de bois simplement renforcé d'une plaquette de fer qui accueille l'axe central en son milieu⁵⁴¹. Quand les moulins sortent du cadre domestique et sont entraînés par l'énergie hydraulique ou la force animale, l'œil adopte en plus une fonction de réception de la force motrice et participe à la mise en rotation du moulin par l'intermédiaire de l'anille, alors solidaire de l'axe de rotation. Signalons que les crampons caractéristiques des meules de type « Avenches »⁵⁴² ne sont jamais identifiés s'ils ne sont pas associés à leur meule en raison du caractère ubiquiste de ce genre d'éléments métalliques. En revanche, les anilles en double queue d'aronde sont mieux identifiées grâce à leur forme « en hache » ou « en papillon » très caractéristique. Généralement rares en raison du phénomène de récupération des métaux, quelques unes ont été découvertes en France, en Angleterre, en Allemagne et en Belgique⁵⁴³. Elles constituent, mises à part les nombreuses meules susceptibles de les accueillir, les quelques témoins matériels de la transmission du mouvement par le centre du catillus sur le modèle du moulin à eau de Vitruve.

Quant à l'œil de la meta, s'il est aveugle, il reçoit la base de l'axe fixe sur lequel pivote l'anille solidaire du catillus pour le centrage de sa rotation. C'est le cas de certains moulins manuels et à traction périphérique recensés dans le reste de la Gaule⁵⁴⁴. Si l'œil est perforant comme c'est le cas de toutes les metas du nord de la Gaule, il laisse potentiellement passer cet axe de rotation pour l'entraînement et le réglage de l'écartement des meules grâce à un dispositif de palier mobile sous-jacent⁵⁴⁵. Ce système de réglage est attesté sur les moulins hydrauliques pour leur débrayage⁵⁴⁶. Il demeure en revanche hypothétique pour les moulins manuels dont l'œil de la meta peut plus simplement accueillir un manchon de bois pour la fixation de l'axe de rotation. Le réglage de l'écartement nécessite en effet l'aménagement d'un logement d'anille de soutien sur le catillus pour la fixation de l'anille. Or, ces creusements sur les catillus manuels sont absents à l'époque gauloise, rares à la période romaine, et ne se généralisent qu'au haut Moyen Âge.

Une réelle typologie des œils de meules est établie sur la base des deux-cent catillus manuels indexés dans la base de données du *Groupe Meule* en 2009 et dont l'œil est conservé⁵⁴⁷. Constatant l'imbrication des formes d'œil et des logements d'anille, l'analyse couple d'emblée typologie formelle et fonctionnelle. Elle distingue les œils simples (circulaires, ovales, rectangulaires) des œils complexes (à mortaises adjacentes, inférieures ou supérieures), et révèle finalement plusieurs spécificités chronologiques et régionales. Dans le nord de la Gaule, l'œil simple (type 1) est ainsi plutôt caractéristique des meules gauloises et gallo-romaines précoces (fig. 177), et devient complexe au Haut-Empire.

541 FORT, TISSERAND 2016, p. 782 et 783, fig. 4, n° 7 et 8

542 CASTELLA, ANDERSON 2004

543 DEMANET, VILVORDER 2013 ; FORT, TISSERAND 2016, p. 782 et 783, fig. 4, n° 3 à 6.

544 CHAUSSAT 2011

545 AMOURIC 1997, p. 41

546 Dans les moulins modernes, la « trempure » est la pièce de bois qui sert à régler l'écartement des meules, et par extension désigne parfois cet écartement puisque l'on parle de « régler la trempure » : PANCKOUCKE 1788, p. 44

547 ROBIN et BOYER 2011

En Gaule centrale et méridionale, l'œil dit « celtique », comportant de petites mortaises courbes, est déjà complexe à La Tène finale (type 2A : fig. 177). À l'époque romaine, le nord de la Gaule fournit de manière écrasante des œils de type 2C (circulaire à mortaises en queues d'aronde : fig. 177) alors que ce type est absent ou presque du reste du territoire.

Cette typologie, surtout adaptée aux meules manuelles, est en voie d'être complétée par les études menées sur les meules hydrauliques et à traction animale afin de dresser un panorama complet des modes de liaison et d'entraînement des moulins. Ces derniers montrent de la même manière des disparités importantes, d'abord perçues comme d'ordre chronologique quand les seules meules antérieures au II^e siècle étaient répertoriées dans la moitié sud de la Gaule⁵⁴⁸, et aujourd'hui comprises comme des variations géographiques liées à des bassins de production⁵⁴⁹.

8.2.3 Morphologie formelle

De manière générale et quel que soit le matériau, on observe au cours du temps et souvent pour des raisons techniques, une augmentation des diamètres, une diminution des épaisseurs, un aplatissement des surfaces actives et une transformation des dispositifs d'entraînement. L'analyse de ces critères nous mène au constat d'une évolution de la morphologie formelle de la meule, c'est-à-dire de sa forme générale, qui se manifeste distinctement mais conjointement entre les catillus et les metas.

8.2.3.1 Les catillus

Comme le remarquait C. Pommepuy, l'augmentation du diamètre des catillus et la diminution de leur épaisseur s'accompagne, dans la plupart des cas, d'une verticalisation de leur flanc liée à l'élargissement des dépressions centrales sur la face supérieure⁵⁵⁰. Certaines formes deviennent donc caractéristiques d'une période de pratique de la mouture en fonction de l'évolution des systèmes de mise en rotation. Échappent à cette règle les meules manuelles en poudingue normand, dont le profil en portion de sphère est constant entre La Tène C et le Bas-Empire romain. L'explication la plus vraisemblable de cette permanence pourrait être la forme que présente le matériau à l'affleurement et qui imposerait une technique de taille particulière. Une transmission sans rupture de cette technique au sein des mêmes ateliers doit en outre être envisagée à travers le temps, jusqu'au IV^e siècle où ces meules semblent disparaître.

Dressons brièvement les grands traits de cette évolution, qui seront repris dans l'analyse technique du matériel de mouture et dans l'introduction des différentes roches meulières.

Suivant la typologie de C. Pommepuy et dès La Tène C, les premières meules rotatives manuelles du nord de la Gaule présentent un flanc très incliné qui leur confère une forme tronconique accusée, approchant parfois la portion de sphère quand le flanc prend une courbure convexe. Les catillus sont épais et leur face supérieure est creusée d'une cuvette ou d'une dépression profonde dont le rôle est de diriger le grain vers l'œil pour son introduction entre les deux meules. Les diamètres sont faibles et la face active est proche de l'horizontale. Des variations régionales seront mises en évidence, dessinant les contours de bassins techno-culturels.

À l'époque augusto-claudienne, ces formes trapues tronconiques ou hémisphériques tendent à se raréfier pour progressivement laisser la place à des formes plus cylindriques, dont le flanc approche la verticale et la face supérieure est creusée en cuvette. Là encore, des variations géographiques importantes sont mises en évidence.

Au I^{er} siècle de notre ère, quelques catillus arborent encore un flanc légèrement oblique, mais leur

548 BAATZ 1995, p. 15 ; CASTELLA, ANDERSON 2004, p. 138 ; LONGEPIERRE 2007, p. 15

549 BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2016, p. 767

550 POMMEPUY 2003, p. 378

faible épaisseur leur donne déjà un aspect « gallo-romain ». Si l'on exclut les meules en poudingue normand qui restent tronconiques ou hémisphériques, tous les flancs deviennent verticaux à partir de la moitié ou la fin du I^{er} siècle. La forme gallo-romaine « type » est alors purement cylindrique et basse. Le diamètre augmente et la face active reste peu inclinée dans la région, au contraire de mesures de pente constatées dans le sud de la Gaule⁵⁵¹. Des spécificités liées aux ateliers de façonnage se remarquent, comme la présence et la forme de bandeaux délimitant la cuvette. La forme de ces bandeaux n'a pas de justification fonctionnelle mais sert souvent d'élément discriminant dans les typologies puisqu'elle permet de cerner certaines variations chronologiques fines ou un effet d'atelier⁵⁵². Dans le nord de la Gaule cependant, aucun trait caractéristique n'est ressorti de leur analyse, probablement du fait des datations souvent très larges des contextes.

La forme des meules manuelles alto-médiévales est très éloquente sur le plan morphologique, puisqu'elles adoptent, dès l'époque mérovingienne, un profil très plat « en galette » pour un diamètre atteignant et dépassant souvent la cinquantaine de centimètres. La face supérieure est désormais plane et l'œil est parfois circonscrit par un bourrelet péri-oculaire qui, comme le bandeau des catillus manuels gallo-romains, sert à éviter le débordement du grain. Ce changement de morphologie intervenant à la fin de l'Antiquité ou au début du haut Moyen Âge est lié à l'apparition du moulin dit « à perche » dont les meules excédant légèrement l'amplitude du bras humain peuvent être entraînées en créant un effet de levier. Le rayon de la surface active est accru, augmentant la distance et le temps de déroulage du grain entre les meules, ce qui améliore la qualité du produit fini. Les moulins de grand format, fortement soumis à leur mode de mise en rotation, adoptent une forme différente selon l'énergie employée et le mode de fixation des éléments de transmission. Dès le V^e siècle av. J.-C., les premiers moulins à traction périphérique (animale ou humaine), dits « moulins ibériques poussés » découverts dans le nord-est de la péninsule ibérique, sont de forme moyennement haute, cylindrique, et leur diamètre excède souvent la cinquantaine de centimètres, jusqu'à 70 cm⁵⁵³. Des moulins équivalents apparaissent en Germanie dès l'époque augustéenne, d'abord dans des contextes militaires puis civils⁵⁵⁴. Ces moulins dits de type « Haltern/Rheingönheim » par D. Baatz, sont morphologiquement comparables aux meules manuelles mais avec des dimensions largement supérieures.

De forme singulière, des moulins bitronconiques apparaissent à partir du II^e siècle av. J.-C., notamment en Sicile (type « Morgantina »), mais affichent un format encore relativement réduit (diam. de 40,5 à 54 cm, hauteur de 23 à 36 cm)⁵⁵⁵. D'autres, dits de type « Pompéi », se présentent sous une forme plus haute en Italie romaine puis se répandent à la fin de la République et au cours de l'Empire dans tout le monde romain où ils restent souvent cantonnés au milieu urbain profondément romanisé.

Dans le nord de la Gaule romaine et mises à part les meules de type « Pompéi », les meules identifiées comme à traction périphérique affichent un diamètre supérieur à la cinquantaine de centimètres, mais une épaisseur moindre. Leur flanc vertical et leur face active très peu inclinée leur confèrent une forme cylindrique plate très proche de celle des meules manuelles pour des dimensions plus élevées. Leur face supérieure est creusée en cuvette, horizontale à légèrement conique et parfois percée de trous verticaux périphériques à l'œil, ce qui les rapproche *a priori* des meules hydrauliques. De forme proche mais avec des faces beaucoup plus inclinées, les meules hydrauliques de type « Avenches », très peu représentées dans le nord de la Gaule, présentent aussi une face supérieure

551 LONGEPIERRE 2012, p. 78

552 *Ibid.*, p. 182

553 ALONSO *et al.* 2016, p. 599-601

554 BAATZ 1995, p. 11

555 WHITE 1963, p. 203

conique, un flanc vertical, et des perforations verticales destinées à recevoir une anille « crampon » pour leur entraînement par le centre. Exception faite de l'inclinaison des faces, la proximité morphologique et technique de ces meules avec les précédentes est troublante et peut mener à des erreurs d'interprétation. Lors du colloque de Lons-le-Saunier sur les moulins en 2011, nous avons à tort proposé un entraînement central pour les grandes meules en arkose grossière que nous appellerons de type « Brillon » et qui sont percées de perforations verticales destinées à recevoir un levier diamétral pour une traction périphérique (voir § 10.4.5.10)⁵⁵⁶. Cette méprise fournit l'occasion d'attirer l'attention sur l'importance de la prise en compte de vastes séries et de l'analyse de leur contexte pour l'étude des objets en archéologie.

Beaucoup plus représentées dans les corpus du nord de la Gaule et de Germanie que celles de type « Avenches », les meules à entraînement central dites de type « Zugmantel »⁵⁵⁷ sont plus plates et leur logement d'anille consiste en deux encoches en queue d'aronde creusées de part et d'autre de l'œil sur la face active. Morphologie formelle et fonctionnelle interviennent alors conjointement pour leur distinction typologique.

Au haut Moyen Âge dans le nord de la Gaule, les meules sont assez semblables à celles de type « Zugmantel », avec une face supérieure plane ou convexe mais peu inclinée et une face active qui lui est parallèle. Le flanc est vertical et l'œil cylindrique est toujours équipé de mortaises inférieures en queue d'aronde ou en « double C accolés ».

Ainsi, si les catillus manuels connaissent une mutation importante entre l'Âge du Fer et le début du Moyen Âge, les meules hydrauliques font preuve d'une permanence remarquable à travers le temps.

8.2.3.2 Les metas

Les metas sont beaucoup moins caractéristiques des évolutions techniques que connaît le matériel de mouture, n'étant pas dotées des aménagements destinés à l'entraînement du moulin. L'inclinaison du flanc et la forme de la face inférieure ne jouent généralement pas sur le fonctionnement du moulin mais connaissent parfois des variations qu'il peut être intéressant de noter : pour une même période, la face inférieure d'une meta peut être pleine, peu ou fortement creusée et son flanc vertical, incliné ou convexe. L'exemple le plus manifeste de ces variations morphologiques apparaît dans la typologie des meules de l'Âge du Fer élaborée par S. Wefers en Allemagne centrale, dans laquelle tous ces types existent simultanément⁵⁵⁸.

Par ailleurs, l'épaisseur et la massivité de la meta jouent un rôle dans le poids du moulin et donc dans sa stabilité.

Enfin le diamètre de l'œil, déterminant la possibilité de passage et la « force » du gros fer, s'avère beaucoup plus important que prévu et distingue réellement différentes classes de metas.

9 ÉLÉMENTS DIAGNOSTIQUES DE LA LIAISON ET DE L'ENTRAÎNEMENT DES MOULINS

Quelques rares meules étaient encore dotées d'éléments rapportés en métal au moment de leur découverte. Ces pièces permettent d'envisager la fonction des différents aménagements des meules, le moyen de fixation de ces éléments indispensables, et le mode d'entraînement des moulins. Elles sont, la plupart du temps, représentées par des dispositifs de mise en rotation et de liaison des meules. Dans le cas d'un entraînement périphérique, ce sont des broches et des cercles périphériques ; dans le cas d'un entraînement central, ce sont des axes de rotation et des anilles. Accompagnant la dynamique actuelle autour de l'étude des meules et partant de ces découvertes rares, un

556 PICAUVET 2016

557 BAATZ 1995, p. 13-14

558 WEFERS 2006b, p. 69

intérêt croissant porte sur la réattribution fonctionnelle de ces pièces au sein des corpus d'objets métalliques⁵⁵⁹.

Leur interprétation favorise dans un second temps la compréhension de certaines traces d'usure et/ou d'oxydes métalliques laissées sur les meules. En l'absence de témoins archéologiques, comme la fouille d'un moulin à perche médiéval antérieur au XII^e siècle⁵⁶⁰, ces traces permettent de percevoir les changements qui interviennent dans le mode d'entraînement des moulins.

Certaines structures archéologiques aident aussi à identifier les activités de mouture. Ce sont des socles de moulins à traction périphérique, des zones empierrées, des aqueducs, des coursiers et fosses d'engrenages de moulins hydrauliques, etc.

9.1 De l'Âge du Fer au Moyen Âge : l'entraînement manuel

9.1.1 Le cerclage du *catillus*

Si la pose d'un cercle métallique est inévitable pour l'assemblage des imposantes meules en carreaux à l'époque contemporaine, elle est beaucoup moins fréquente sur les meules monolithes antérieures. Or depuis quelques années, le *Groupe Meule* a isolé quelques pièces dans sa base de données pour les traces d'oxyde de fer qu'elles présentent sur le flanc⁵⁶¹. Cette démarche résulte du constat par L. Jaccottey de la présence de ces traces sur 9 *catillus* (sur 130 meules au total) de l'oppidum de Bibracte⁵⁶². Depuis lors, ce type d'empreinte a été identifié sur plusieurs corpus laténiens et antiques à l'échelle de la France et dans les mêmes proportions⁵⁶³.

Plusieurs cas sont observés partout en France dès la fin de l'Âge du Fer (Bibracte en Saône-et-Loire, Mondeville dans le Calvados, Vayrac dans le Lot), et ils se multiplient à l'époque romaine dans une bonne partie des lithocorpus. Les proportions peuvent toutefois varier d'une roche à l'autre. L'étude des collections des chefs-lieux de cité de Gaule Belgique a en effet révélé une présence plus fréquente de traces d'oxyde de fer sur le flanc des *catillus* manuels en Grès de Fosses-Belleu que sur ceux en Grès de Macquenoise à l'époque romaine⁵⁶⁴. À la même période, elles sont aussi relativement fréquentes sur les meules en poudingue normand, où elles sont souvent associées à une gorge ou à une série d'encoches horizontales creusées en partie inférieure du flanc. Dans le cas des encoches, un système de corde dotée de crampons métalliques peut être reconstitué (fig. 178E)⁵⁶⁵. Il fournit un moyen de cerclage du *catillus* limitant le recours au fer pour ces petits moulins domestiques souvent mis au jour en milieu modeste.

Cas exceptionnel, un *catillus* en poudingue normand découvert en 2016 à Fransures (Somme) a conservé son cercle métallique dans son intégralité (fig. 179). La bande de fer de section rectangulaire, large de 2,5 cm et épaisse de 0,5 cm, est solidement arrimée autour du flanc et repliée à une extrémité pour former un anneau de 5 cm de diamètre externe pour 3 à 3,6 cm de diamètre interne. Le seul parallèle connu pour ce type de matériau est celui de Leziate dans le Norfolk, dont la datation doit être antérieure à la fin du I^{er} siècle de notre ère⁵⁶⁶. Le *catillus*, taillé en *Hertfordshire Puddingstone*, est doté d'un cercle identique replié à une extrémité. À Fransures comme à Leziate, cet

559 FORT, TISSERAND 2016

560 Découverte d'un moulin à perche dans le *castrum* de Wżiż en Pologne, daté du XII^e siècle : DEMBINSKA 1985, p. 113

561 JACCOTTEY *et al.* 2011f

562 JACCOTTEY *et al.* 2009

563 8,9 % des *catillus* manuels cylindriques à cuvette dans le nord de la Gaule : PICAVET *et al.* 2011, p. 184

564 *Ibid.*, p. 185

565 *Ibid.*, p. 189

566 GREEN 2011, p. 126, fig. 5 et p. 129, d'après BELOE 1893. E.M. Beloe évoque à l'époque une meule tardo-romaine ou saxonne, mais le Hertfordshire Puddingstone a été exploité pour la taille de meules au nord du bassin de la Tamise entre La Tène finale et la moitié voire la fin du I^{er} siècle de notre ère.

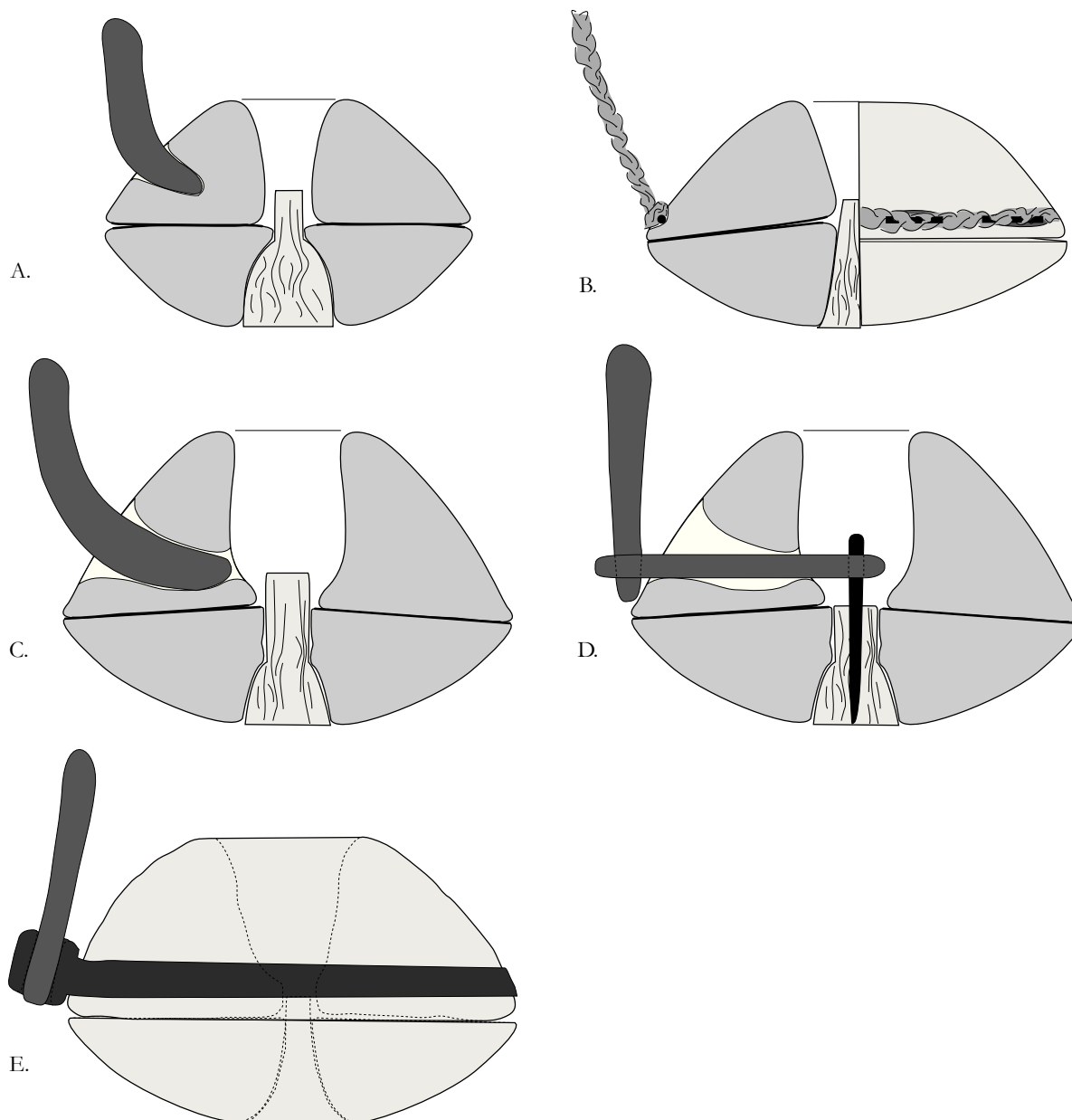


Figure 178 Hypothèse de restitution des systèmes d'entraînement des meules manuelles en poudingue normand. Dessins éch. 1/5. A. Système à manche coudé simple dans perforation latérale aveugle (type 1). B. Système de cerclage composite fait d'un lien d'origine végétale ou animale et de pièces métalliques ancrées dans les encoches latérales. C. Système de manche coudé simple dans perforation latérale prolongée dans l'œil (type 2). D. Système de manche vertical fiché dans un levier horizontal pivotant sur l'axe central via une perforation latérale prolongée dans l'œil (type 2). E. Système de manche vertical inséré dans un anneau fixé à un cerclage métallique. Exemple de Fransures (Somme).

anneau semble destiné à recevoir un manche vertical. Cependant à Fransures, il fait techniquement double emploi avec une perforation latérale creusée dans le catillus et prolongée dans l'œil central (trou d'emmanchement de type 2). L'association des deux systèmes, perforation latérale et cerclage, est difficile à expliquer, ni l'un ni l'autre n'étant apparemment hors d'usage. Ce cas de figure est pourtant assez fréquent⁵⁶⁷ alors que le cerclage intervient parfois en remplacement d'une perforation atteinte par l'usure de la surface active et rendue inutilisable, ou comme mode d'entraînement à part entière lorsque la meule n'est pas percée d'un manchon.

D'autres meules en poudingue conservées au Musée de Picardie à Amiens mais dépourvues de

567 JACCOTTEY *et al.* 2011f, p. 346-347

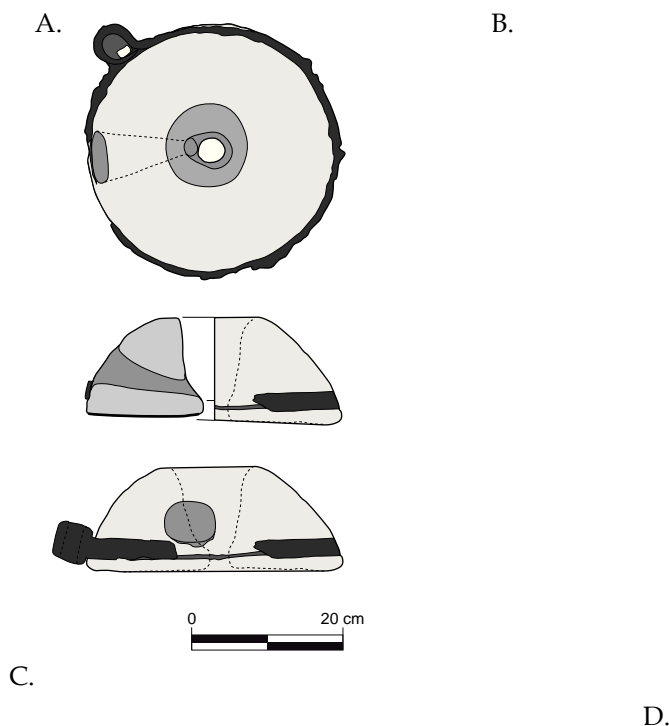


Figure 179 Catillus en poudingue normand équipé de sa bande de fer prolongée par une boucle formant un anneau pour la fixation d'un manche vertical. Fransures (Somme) «la Galette», meule n° 1963. A. Dessin en plan, en coupe et de face, éch. 1/10. B. Le catillus et son cercle métallique, photo éch. 1/3. C. L'anneau vu de dessous, photo éch. 1/3. D. L'anneau vu de dessus, photo éch. 1/3.

contexte archéologique montrent cette association d'une perforation latérale d'emmanchement et de traces d'oxyde de fer témoignant de la fixation d'un cercle métallique⁵⁶⁸. La destination du cerclage est donc peut-être de renforcer le système d'entraînement en l'assujettissant fermement au catillus. Il est aussi possible que la meule neuve soit fournie percée d'un trou d'emmanchement ; libre au consommateur d'y adapter le système de son choix, ici un cercle métallique, le trou d'emmanchement demeurant ouvert.

Un autre cercle entier a été mis au jour à Souhesmes-Rampont (Meuse)⁵⁶⁹, autour d'un catillus médiéval de 35 cm de diamètre. Comme les exemples précédents, cette meule dispose à la fois d'un trou d'emmanchement latéral et d'un cercle métallique, mais dans ce cas la perforation sert à ancrer la bande de fer : de celle-ci est solidaire un anneau fixé dans la perforation par une mortaise métallique.

568 PICAVET *et al.* 2011, p. 188-189

569 Souhesmes-Rampont (Meuse) « l'Atrio » (fouille N. Béague-Tahon) : LAGADEC 2007, p. 22

Dans la littérature, le cercle métallique et l'anneau qui lui est associé sont souvent amalgamés directement et quelque peu arbitrairement au moulin à perche. Cette attribution est suscitée par les représentations modernes du moulin à perche encore en usage au XX^e siècle dans certaines parties rurales de l'Europe (fig. 180) mais n'a pas de fondement technique. Le cerclage peut tout aussi bien servir à la fixation d'un simple manche vertical qu'à la réception de l'extrémité d'une perche reliée à une potence sus-jacente. Concernant l'exemple de Souhesmes-Rampont, l'hypothèse d'un aménagement adapté au moulin à perche est plausible au regard des nombreuses sources iconographiques qui montrent ce type d'installation aux époques médiévale et moderne. En revanche, aucun indice archéologique ne valide son existence avant l'époque mérovingienne (voir § 10.5.2).

D'autre part, la forme de l'anneau prolongeant le cercle de Fransures paraît bien adaptée à la fixation d'un manche vertical en bois, comme le suggèrent encore à l'époque romaine les anneaux de Newstead (Grande-Bretagne) qui ont conservé des fragments de bois fossilisés par la rouille (voir ci-dessous). Leur morphologie ne convient pas à la réception de l'extrémité d'une perche qui y tournerait librement.

9.1.2 Les broches d'emmanchement

Quatre catillus en roche volcanique de l'Eifel (Allemagne) issus de la fouille du fort romain de Newstead (Grande-Bretagne) et datés du I^{er} siècle, ont été retrouvés assortis de leur système métallique d'emmanchement et de centrage (fig. 181)⁵⁷⁰. Dans chacun des cas, un anneau en fer est fixé au flanc à l'aide de deux broches introduites dans un trou d'emmanchement latéral prolongé à l'oblique dans la cuvette (type 4). Les deux broches aboutissant dans la cuvette sont rabattues vers le haut du flanc pour affermir la fixation.

Un exemple romain similaire a été découvert dans le Hunsrück à la fin du XIX^e siècle⁵⁷¹ ; un autre dans le camp augustéen d'Haltern (Westphalie)⁵⁷². Un catillus découvert plus récemment à Amiens montre des traces d'usure et d'oxyde de fer qui dévoilent l'installation du même système⁵⁷³. Ce dernier, taillé en Grès de Macquenoise, présente d'épaisses traces d'oxyde de fer à la fois sur le pourtour du flanc, à l'intérieur du trou d'emmanchement et sur le bord de la face supérieure à l'aplomb de la perforation (fig. 182). Un système d'anneau à broches comparable à ceux de Newstead devait être inséré dans le trou d'emmanchement, le tout renforcé par un cercle métallique pour la fixation d'un

Figure 180 M. GASPARI, « petite fille a coté du moulin à bras », fusain, Musée d'ethnographie de Ljubljana, Slovénie 1929-1948, d'après SMERDEL 2003, p. 128. La partie inférieure de la perche pivote dans un anneau relié au cerclage pour l'entraînement du catillus ; la partie supérieure tourne librement dans un trou ménagé dans la potence sus-jacente. L'amplitude du mouvement est réduite et la force optimisée par effet de levier.

570 CURLE 1911, p. 145 et pl. XVII

571 RÖHRIG 1884, p. 243 : cerclage avec anneau en fer de 9 cm.

572 JUNKELMANN 2006, p. 116, fig. 57

573 Amiens (Somme) « ZAC Cathédrale » (fouille D. Gemehl) : meule n° 1914 ; PICAVET *et al.* 2011, p. 184, fig. 20 ; GEMEHL *et al.*, à paraître



Figure 181 Meules du fort romain de Newstead/Trimontium (Melrose, Grande-Bretagne). Parmi les meules en roche volcanique, deux catillus sont dotés d'un anneau d'emmanchement fixé dans une perforation traversante de type 4 par deux broches repliées sur le rebord de la cuvette. D'après CURLE 1911, pl. XVII.

manche vertical en bois.

L'extrémité d'une double broche a de la même façon été conservée, scellée au plomb au fond de la perforation latérale partielle (type 1) d'un catillus en roche volcanique du Titelberg (fig. 183)⁵⁷⁴. L'extrémité extérieure n'est pas conservée mais on peut restituer la même sorte d'anneau destiné à recevoir un manche vertical en bois. Le scellement au plomb remplace ici l'arrimage des broches sur le rebord de la cuvette et adapte simplement un même système à des trous d'emmanchement différents.

Des traces d'oxyde de fer sont fréquemment observées sur d'autres pièces, mais leur interprétation est rarement aussi limpide. D'autres encore en sont dépourvues mais montrent des plages polies à lustrées qui témoignent d'un frottement régulier. Il

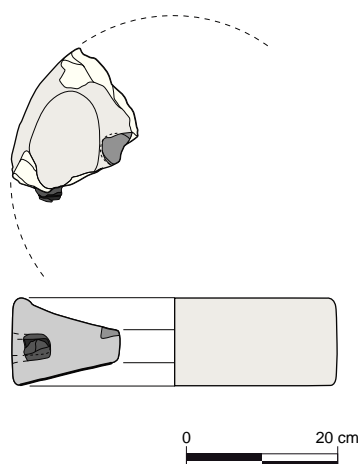


Figure 183 - Catillus n° 464 en roche volcanique découvert sur l'oppidum du Titelberg (Pétange, Luxembourg GD). Le trou d'emmanchement horizontal partiel (type 1) est équipé de deux broches plates juxtaposées scellées au plomb. Un anneau pouvait en émerger pour l'introduction d'un manche vertical

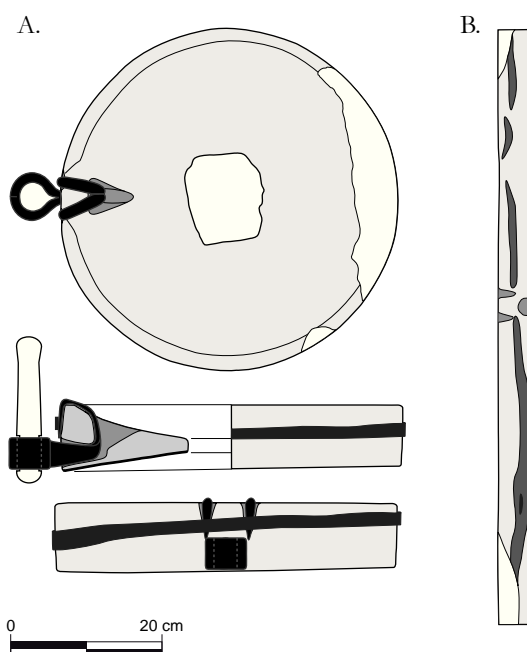


Figure 182 A. Reconstitution du système d'emmanchement de type 4 d'après les traces d'oxyde de fer relevées sur le catillus n° 1914 de la « ZAC Cathédrale » à Amiens (Somme), dessin éch. 1/10. B. Déroulé du flanc avec traces d'oxyde de fer, dessin éch. 1/20.

574 Pétange (Luxembourg) « oppidum du Titelberg » (fouilles anciennes du secteur d'habitat) : meule n° 464

faut probablement supposer une variété des systèmes de préhension selon les utilisateurs et/ou les ateliers de redistribution. Un atelier peut par exemple être spécialisé dans l'adaptation d'un type de manche, d'anneau ou de lien souple (végétal ou animal) dans des trous d'emmanchement qui sont tous semblables pour un même matériau et dans une même région. Il peut au contraire proposer aux clients une gamme variée de systèmes d'emmanchement. Un propriétaire de moulin manuel peut aussi vouloir conserver et réadapter son système de préhension lorsqu'il doit changer une meule hors d'usage. Et si les exemples archéologiques présentés plus haut sont en fer à la faveur d'une relativement bonne conservation du matériau, il est possible d'imaginer des pièces de bois, de cuir ou des liens végétaux remplissant la même fonction, mais plus sensibles aux phénomènes taphonomiques de dégradation naturelle.

Par ailleurs, ces quelques cas empêchent formellement de démontrer l'utilisation du moulin à perche à l'époque romaine dans le nord de la Gaule et en Germanie, en excluant l'association systématique cerclage – perche. Ces anneaux périphériques sont au contraire techniquement adaptés à l'insertion d'un manche vertical, comme le confirment les traces de bois conservées dans celui de Newstead.

9.1.3 À partir de l'époque mérovingienne : les cupules lustrées

À partir de l'époque mérovingienne, les catillus manuels ont la face supérieure convexe et creusée d'une cupule peu profonde d'environ 3 cm de diamètre (fig. 184). L'axe de cette cupule est faiblement incliné vers l'intérieur de la meule et sa paroi interne est fortement polie à lustrée. Ces stigmates sont révélateurs de la rotation répétée de l'extrémité d'une perche pour l'entraînement du moulin, et sont les premiers témoins tangibles de l'utilisation du moulin dit « à perche » autour des bassins de la Seine et du Rhin. L'extrémité supérieure de la perche est reliée à l'aplomb de l'œil à une potence qui, par effet de levier, facilite la mise en rotation

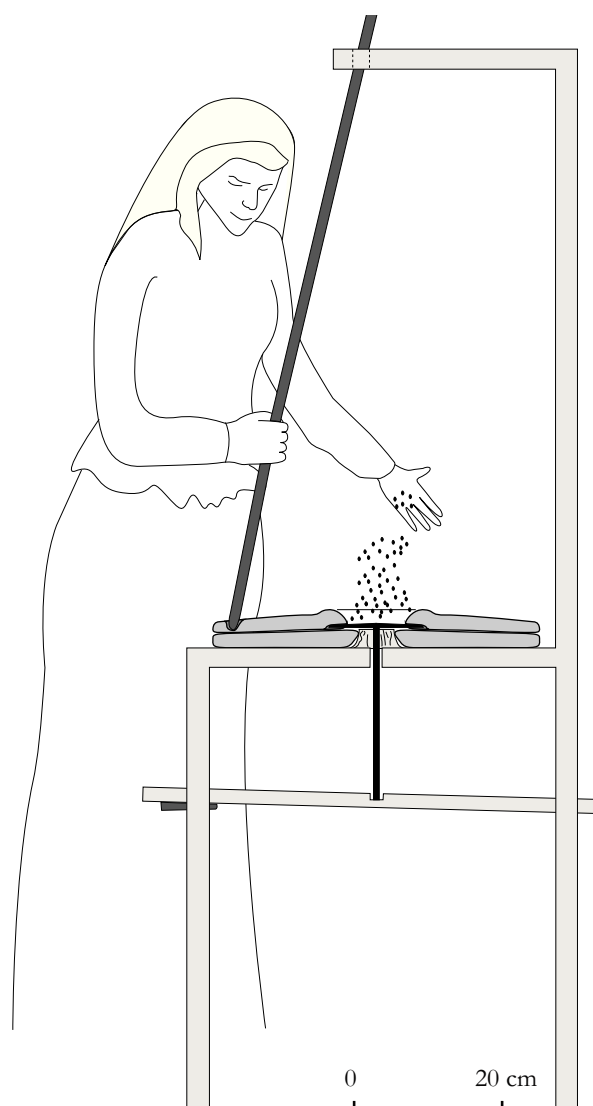


Figure 184 Cupules lustrée peu profonde témoignant d'un entraînement à perche du catillus. Marck-en-Calaisis (Pas-de-Calais) «la Turquerie», catillus n° 1552 en roche volcanique.

Figure 185 Schéma de fonctionnement du moulin à perche et à réglage de l'écartement.

de meules dont le format dépasse parfois les limites d'amplitude du bras humain (fig. 185). Sur les exemples archéologiques, ce dispositif est généralement associé à un logement d'anille inférieur qui autorise le réglage de l'écartement des meules grâce à une structure à palier mobile⁵⁷⁵, mais les deux aménagements n'ont pas de lien technique, l'un servant à l'entraînement manuel, l'autre au support du catillus.

Par ailleurs, il faut souligner que les études de corpus métalliques domestiques sont très indigentes pour le haut Moyen Âge et qu'aucune pièce appropriée au moulin à perche, pointe de perche, axe ou anille, n'a encore été identifiée.

9.1.4 Les œils

9.1.4.1 Œils simples

L'œil des catillus manuels sert d'abord à l'introduction du grain dans le moulin. Il permet aussi de centrer la rotation du catillus autour de l'axe fiché dans l'œil de la meta. Dans quelques cas, des aménagements annexes sont creusés pour accueillir une anille de levage du catillus et ainsi régler l'écartement entre les meules.

Le plus simple des systèmes consiste à faire tourner librement un catillus à l'œil étroit autour de l'axe de rotation tout en laissant un passage pour l'introduction du grain. Les traces qui en témoignent s'observent sur les parois de l'œil, souvent fortement polies à lustrées et affectées de fines stries horizontales parallèles (fig. 186 et 187). Dans notre étude, elles apparaissent sur environ un tiers des œils circulaires simples de type 1A (32 sur 88), notamment associés aux trous d'emmanchement latéraux prolongés horizontalement dans la dépression centrale à la fin de l'Âge du Fer. Elles n'affectent en revanche pas les rares catillus à œil ovale ou complexe (type 1B, 2A, 2B et 2E) qui, comme dans d'autres régions sont dotés de mortaises de centrage⁵⁷⁶.

Figure 186 Paroi lustrée de l'œil d'un catillus en roche volcanique d'époque romaine. Heerlen (Limbourg néerlandais), découverte non localisée. Cette usure témoigne d'une rotation libre du catillus autour du pivot central fiché dans l'œil de la meta.

575 AMOURIC 1997, p. 41

576 Œil bi- ou trilobé dit « œil celtique », fréquent notamment dans les séries de Bibracte : BOYER, BUCHSENSCHUTZ 1998, p. 200, fig. 1 et p. 201 ; BUCHSENSCHUTZ, BOYER 1999, p. 216.

Figure 187 Paroi lustrée de l'œil d'un catillus gallo-romain en poudingue normand. Harfleur (Seine-Maritime) « les Co-teaux du Calvaire », meule n° 1732. La surface lustrée est couverte de fines stries horizontales parallèles, témoignant de la rotation libre du catillus autour du pivot central fiché dans l'œil de la meta.

Les deux autres tiers des catillus à œil circulaire simple de notre corpus ne présentent pourtant pas ces stigmates, ce qui implique l'existence d'un système de centrage que l'œil ne permet pas directement. Même si aucun indice archéologique n'en témoigne, il nous faut en déduire un centrage de la rotation par l'intermédiaire du dispositif d'emmanchement qui serait relié horizontalement à l'axe de rotation en suivant le rayon de la meule (fig. 178D). E.C. Curwen en proposait plusieurs restitutions dans les années 1940 sur la base des pièces protohistoriques et antiques qu'il connaissait en Grande-Bretagne et des moulins manuels qu'il avait pu observer en usage dans les Hébrides⁵⁷⁷. En l'absence de perforation latérale, le levier horizontal passait par une encoche pratiquée dans la face supérieure et aboutissait dans l'œil où il pivotait sur l'axe de rotation central. Si l'aménagement diffère par sa localisation, le système d'entraînement est probablement analogue à celui des meules gauloises.

Dans le nord de la Gaule, la filiation morphologique des trous d'emmanchement traversants entre La Tène finale et l'époque romaine paraît claire, aboutissant d'abord dans la dépression centrale des catillus tronconiques trapus, puis dans la cuvette des catillus cylindriques plats. Pourtant le virage technique est assez radical. Le trou d'emmanchement perd sa fonction de centrage au début de l'époque romaine pour ne plus servir qu'à l'entraînement latéral. Les œils élargis supportent alors la fonction de centrage (voir § 10.4.8.2).

9.1.4.2 Œils complexes

Ici aussi, les situations varient, probablement suivant le choix de l'utilisateur ou la pratique des ateliers de redistribution. Les mortaises en queue d'aronde adjacentes à l'œil central et caractéristiques des meules en Grès de Macquenoise, en Grès de Fosses-Belleu ou encore de certains catillus en roche volcanique de l'Eifel sont classiquement perçues comme des logements d'anille dits « boîtards ». Elles doivent recevoir une pièce de bois bloquée en force dans la longueur de l'aménagement et renforcée par une plaquette de fer qui consolide le centre de rotation de l'ensemble⁵⁷⁸. D'autre part, des objets gallo-romains jusqu'ici interprétés comme des marteaux ont fait l'objet d'une réattribution fonctionnelle et pourraient correspondre à des anilles plus massives⁵⁷⁹. Leurs deux panes verticales sont étroites et leur centre, épaissi, est percé d'un trou quadrangulaire. De telles anilles pourraient prendre place dans des logements complexes étroits dits « celtiques » à La Tène finale. Cependant pour l'époque romaine, aucune meule ne présente de logement susceptible d'accueillir de telles anilles sur les sites qui en ont livré et dont les meules ont pu être étudiées ici⁵⁸⁰. L'interprétation de ces « marteaux » reste donc sujette à débat.

Par ailleurs, sous l'impulsion de D. Baatz⁵⁸¹ suivi récemment par E. Hartoch⁵⁸², le recensement de catillus particuliers produits dans l'Eifel et utilisés en Germanie inférieure donne des indications remettant en question la fonction d'une partie des mortaises interprétées comme des logements d'anille. Ces catillus sont percés d'un œil central circulaire et de deux perforations triangulaires disposées de part et d'autre mais qui ne communiquent pas avec lui (fig. 188). Ces trous ne peuvent avoir d'autre fonction que d'introduire le grain entre catillus et meta. L'œil central doit donc recevoir l'anille boîtard. D'ailleurs, et contrairement à une anille d'entraînement, une anille

577 CURWEN 1941, p. 22-26

578 Le réexamen récent de certains corpus métalliques a montré que les anilles de centrage devaient la plupart du temps être en bois et ne nous sont pas parvenues. De petites plaques de fer losangiques perforées venaient s'y fixer pour assurer la liaison entre l'anille en bois et l'axe de rotation. Le caractère ubiquiste de telles plaques de fer explique la difficulté de leur identification : FORT, TISSERAND 2017, p. 782 et 783, fig. 4, n° 7 et 8

579 *Ibid.*, p. 782-785

580 À Famars (Nord) et Liberchies (Hainaut) : voir catalogue par site.

581 BAATZ 2010

582 HARTOCH *et al.* 2015, p. 32

de centrage ne requiert théoriquement pas une forme complexe et un système circulaire peut convenir. À la suite de ce constat, un réexamen des traces d'usure laissées sur les parois des œils complexes (type 2C notamment) par le frottement de l'anille a confirmé cette observation en montrant des plages polies tantôt réparties sur la paroi de l'œil central, tantôt sur celle des mortaises en queue d'aronde. Il existe donc différentes possibilités d'adaptation technique des systèmes de centrage pour des aménagements identiques : lorsque les mortaises en queue d'aronde communiquent avec l'œil, elles peuvent servir, tantôt de logements d'anille, tantôt à introduire le grain dans le moulin (fig. 191).

Les derniers témoins matériels du centrage de la rotation sont les vestiges d'anilles dites « barrettes » scellées dans des encoches ménagées de part et d'autre de l'œil sur la face supérieure du catillus (œil de type 3). Souvent assimilées à de petits marteaux dévolus au travail de la pierre, elles font comme les précédentes et avec précaution l'objet d'une réattribution au sein des corpus d'objets métalliques⁵⁸³. Comme les renforts d'anilles boîtard, de telles barrettes ont en effet une forme qui pourrait être adaptée à différents usages domestiques et artisanaux, et ne peuvent être reconnues qu'en association avec un matériel de mouture doté d'aménagements adéquats.

Si les scellements de plomb sont parfois observés sur les meules (fig. 189), les anilles retrouvées « en place » dans l'œil des catillus sont extrêmement rares. Un exemplaire provient d'un moulin manuel particulièrement bien conservé découvert à bord d'une épave romaine dans un bras du Rhin à Utrecht (Pays-Bas)⁵⁸⁴. L'anille est fermement assujettie au catillus par un scellement de plomb et percée au centre d'une perforation circulaire. Y pivote l'axe central fiché dans l'œil de la meta. L'épave De Meern 1 a d'ailleurs livré cet élément en fer, logé dans un manchon de bois qui assure l'étanchéité de l'œil (fig. 190). Sa section supérieure est circulaire, rendant possible la rotation du catillus ; sa section inférieure est carrée pour assurer son maintien dans le manchon de bois. L'ensemble s'interrompt au niveau de la face inférieure de la meta, montrant que l'œil perforant de la meta n'est pas nécessairement synonyme de réglage de l'écartement des meules.

Figure 188 Catillus en roche volcanique de Heerlen (Limbourg néerlandais), découverte non localisée. Les trous triangulaires détachés de l'œil central sont interprétés comme des trous de chargement du grain.

Figure 189 - Scellement en plomb d'une anille-barrette supérieure. Meule en roche volcanique n° 341 de Heerlen (Limbourg néerlandais).

583 FORT, TISSERAND 2017, p. 784, fig. 5 ; p. 785

584 MANGARTZ 2007, p. 246-255

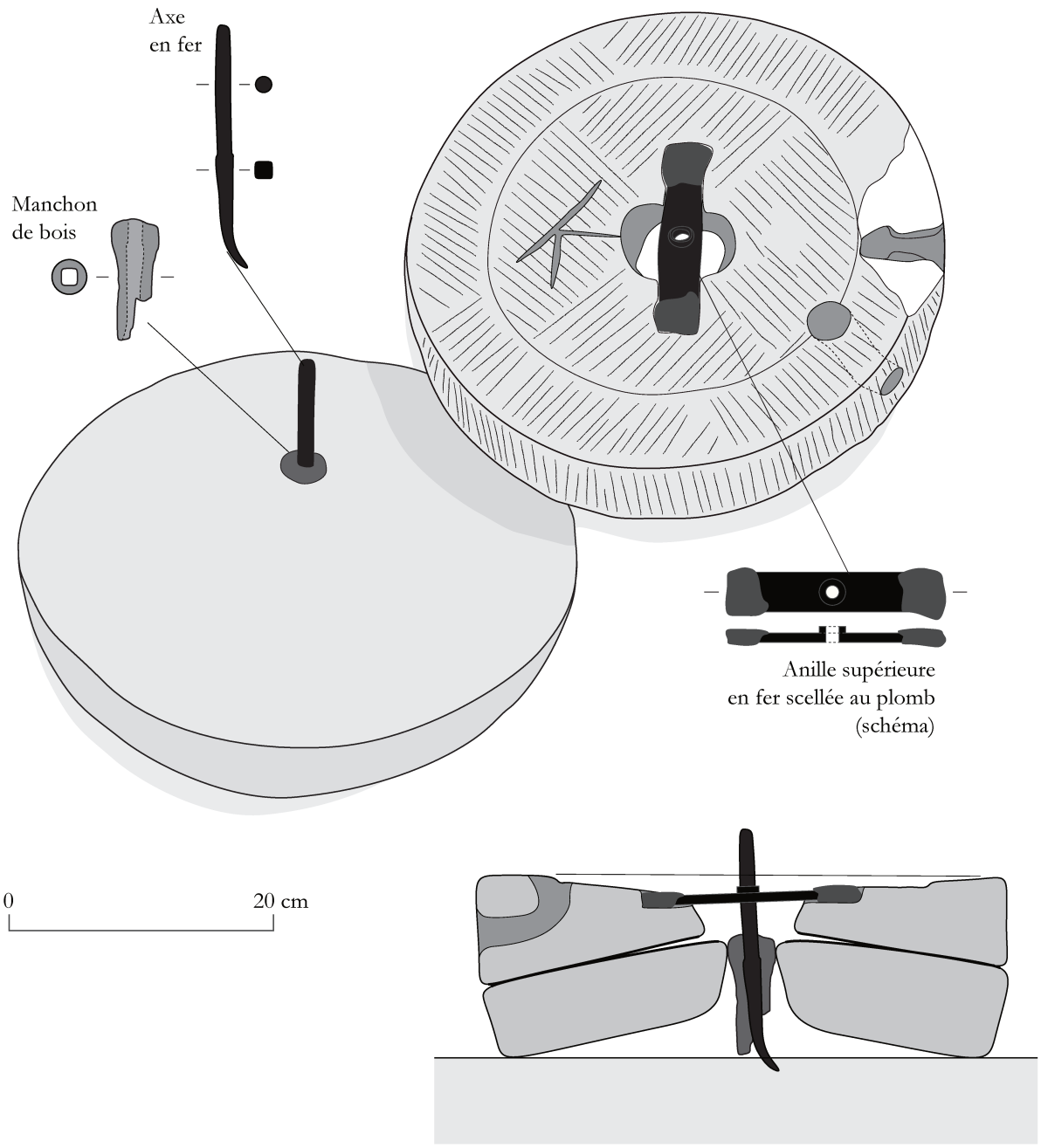


Figure 190 Moulin complet mis au jour à bord de l'épave De Meern 1, Utrecht (Pays-Bas), dessin éch. 1/5, d'après MANGARTZ 2007, fig. 8.70, 8.71 et 8.72.

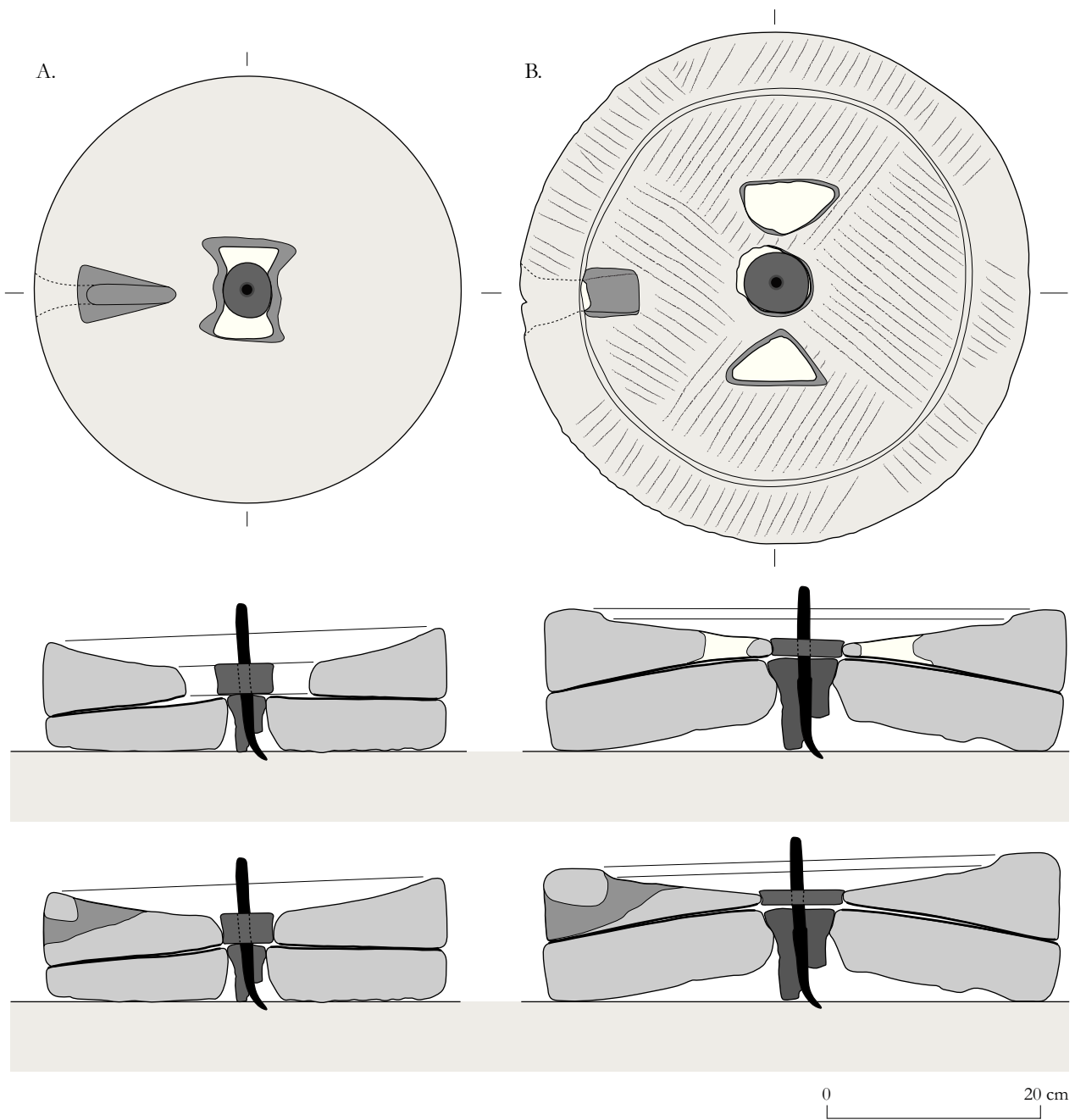


Figure 191 Hypothèse de restitution du système de centrage des moulins manuels à œil complexe (A.) et à œil simple + trous de chargement (B.), d'après les traces d'usures observées sur les catillus de notre corpus et les découvertes de l'épave De Meern 1 à Utrecht (Pays-Bas).

9.2 Les moulins de grand format

En réponse à de nombreuses découvertes récentes en Europe de l'ouest où l'archéologie préventive est dynamique, les structures de moulins ont fait l'objet d'un nouveau tour d'horizon à Lons-le-Saunier en 2011, et la synthèse qui en découle ne peut actuellement être plus exhaustive avant de nouvelles découvertes⁵⁸⁵. Nous ne rappellerons que les cas compris entre Seine et Rhin afin de comprendre la place qu'occupe la mouture de rendement dans le nord de la Gaule et en Germanie.

9.2.1 Stigmates d'entraînement périphérique sur les meules

Dans la péninsule ibérique, les moulins « poussés » de l'Âge du Fer sont dotés d'aménagements spécifiques destinés à la fixation de barres de traction. Il en va de même des moulins de type « Pompéi » dont les catillus sont équipés de deux oreilles latérales proéminentes qui doivent accueillir le cadre de suspension par lequel il est entraîné (fig. 192). Le relief du tombeau du boulanger *Eurysacès* daté du I^{er} siècle av. J.-C.⁵⁸⁶, mais aussi celui de « *Vigna delle Tre Madonne* » provenant d'un sarcophage du III^e siècle découvert à Rome⁵⁸⁷, et d'autres représentations recensées par A. Wilson et K. Schörle, montrent très clairement une chaîne arrimée à ce cadre et tractée par un équidé. Le spécialiste des systèmes d'attelage G. Raepsaet, s'intéresse brièvement à l'entraînement de ces moulins et confirme la nécessité de recourir à un trait (lien de cuir, corde, chaîne) entre le bât et la bête pour éviter une trop grande rigidité des systèmes de traction⁵⁸⁸. Un attelage direct de la bête au bât empêcherait tout réglage en hauteur et contraindrait un même animal à toujours tourner le même moulin dont les faces actives ne s'useraient pas.

En Germanie romaine, les grands catillus cylindriques dits de type « Haltern-Rheingönheim » ne posent pas non plus de problème d'interprétation technique puisqu'ils sont creusés de deux encoches verticales en queues d'aronde dans la partie supérieure du flanc, destinés à recevoir un levier diamétral ou deux emmanchures diamétralement opposées. Une variante de ce type de moulin est représentée sur le sarcophage de *L. Annius Octavius Valerianus*⁵⁸⁹ où le levier horizontal semble fixé à l'anneau central et non pas sur le bandeau du catillus (fig. 193).

Dans le nord de la Gaule, l'interprétation de moulins encore inédits en arkose grossière et en arkose rose est plus délicate car leurs aménagements techniques sont moins caractéristiques d'une mise en rotation pé-

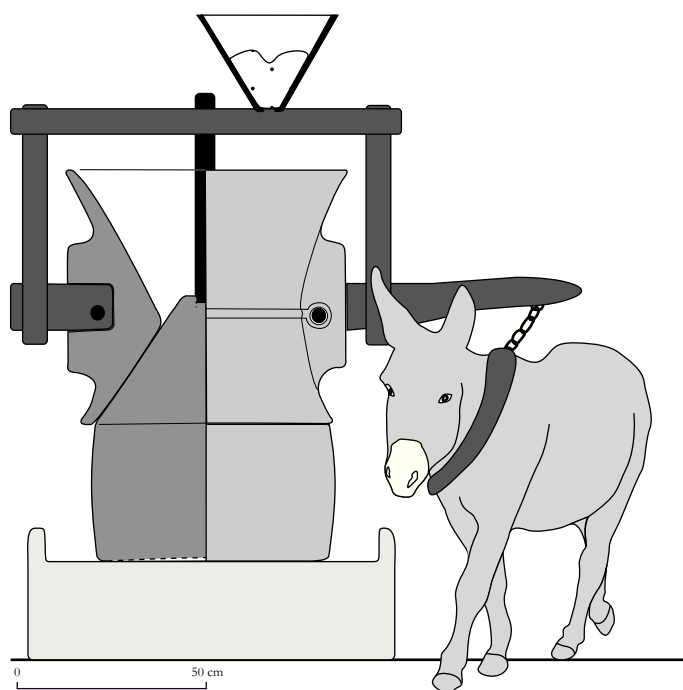


Figure 192 Schéma de principe du moulin à traction périphérique de type « Pompéi ».

585 Outre les moulins fouillés tout au long du XX^e siècle (Barbegal, Janicule à Rome...), plusieurs études de cas récentes ont été présentées lors du colloque de Lons-le-Saunier en 2011 (JACCOTTEY, ROLLIER 2016). Une synthèse incontournable sur les moulins hydrauliques et à traction animale antiques a par ailleurs été proposée en 2014 comme une piste pour la reconnaissance des structures de mouture à la campagne (BRUN *et al.* 2017).

586 CIL-I-1203-1205. Rome, *Porta Maggiore*. BRANDT 1993

587 Vatican, Musée Chiaramonti, inv. 1370. WILSON, SCHÖRLE 2009, p. 115, fig. 17

588 RAEPSAET 2002, p. 261-263

589 CIL-VI-11743. Vatican, Musée Gregoriano Profano, 10536. D'après GOMEZ-PALLARÈS 2009, p.149, fig. 7



Figure 193 Sarcophage de L. Annius Octavius Valerianus, Rome. CIL-VI-11743. Vatican, Musée Gregoriano Profano, inv. 10536. D'après GOMEZ-PALLARES 2009, p.149.

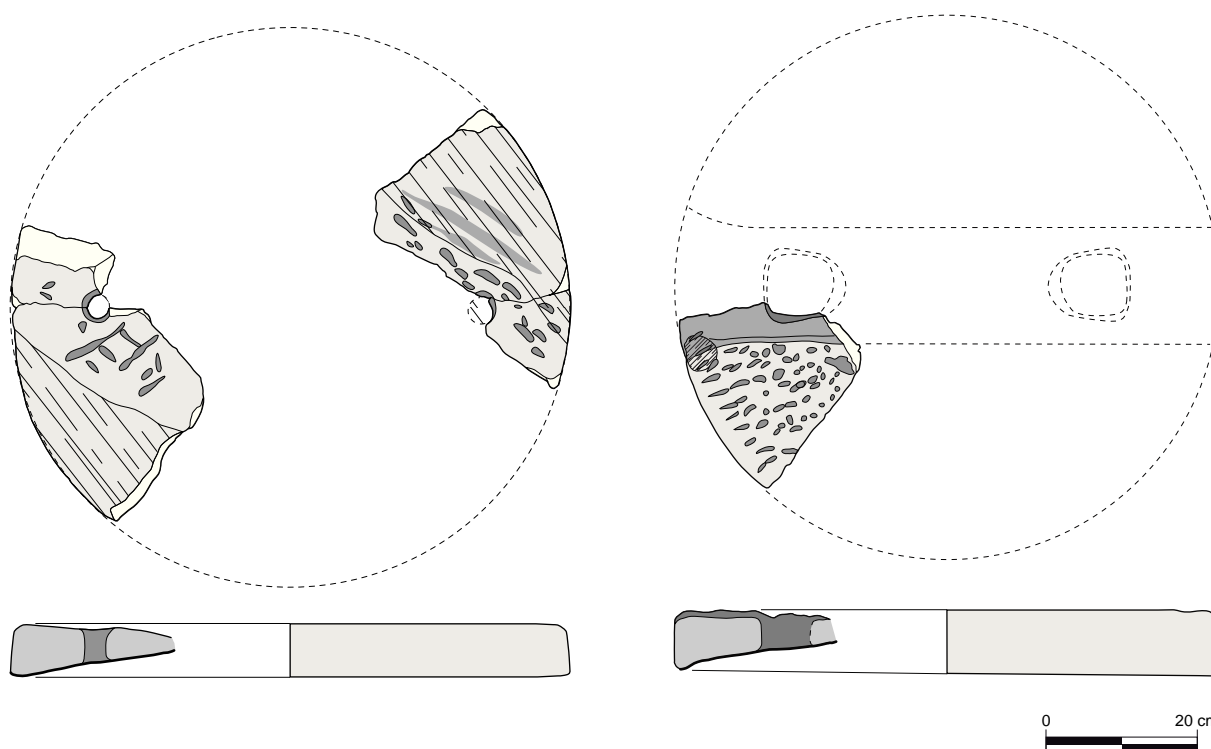


Figure 194 Exemples de catillus en arkose grossière à traction périphérique de type «Brillon». Les perforations verticales servent à l'ancrage d'un levier diamétral pour l'entraînement périphérique du moulin. A. Catillus n° 1160, Steene (Nord) « le Château II ». B. Catillus n° 823, Lambres-lez-Douai (Nord) « les Marlières ».

riphérique que les précédents. Quand leur système est conservé, il est en effet constitué de simples perforations verticales percées sur la face supérieure de part et d'autre de l'œil, à mi-chemin entre sa paroi et le flanc (fig. 194). Au colloque de Lons-le-Saunier en 2011, nous avons d'abord interprété ces aménagements comme des logements d'anille-crampons associés à un entraînement central du moulin⁵⁹⁰. Par la suite, la fréquence d'enregistrement de ces moulins dans les établissements ruraux, et surtout la découverte d'Oisy-le-Verger (catillus à perforations verticales à côté d'une base de socle

590 PICAVET 2016

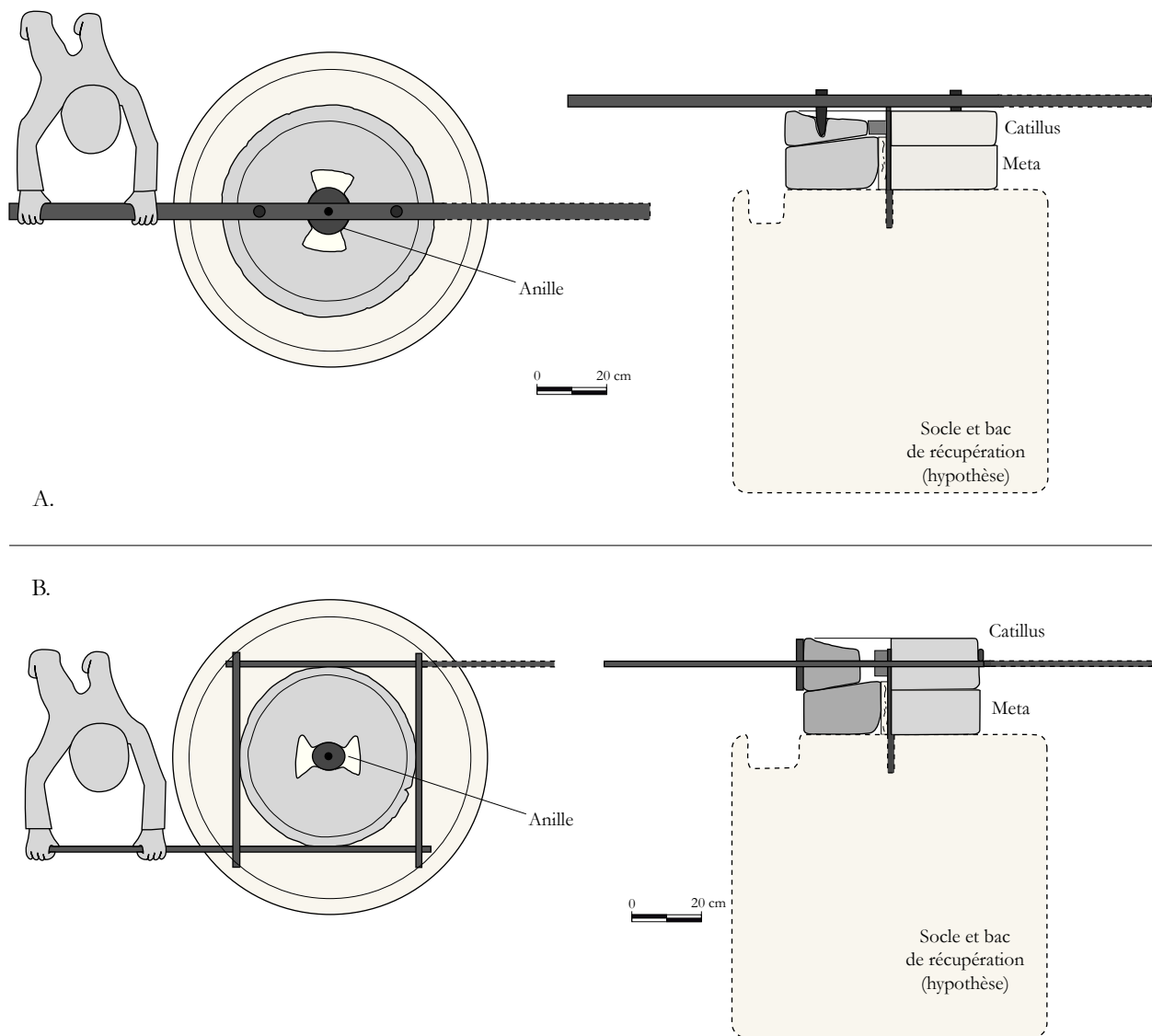


Figure 195 Hypothèses de restitution du fonctionnement des moulins à traction périphérique de type « Oisy-le-Verger », vue de dessus et vue de face, dessins éch. 1/20. A. Levier diamétral horizontal fixé grâce aux mortaises verticales creusées dans la face supérieure du catillus. D'après les traces et les aménagements observés sur le catillus n° 1588 d'Oisy-le-Verger (Pas-de-Calais). B. Fixation d'un cadre périphérique en bois. D'après les traces d'usure observées sur le flanc du catillus n° 1561 de Marquion (Pas-de-Calais).

circulaire, fig. 196) ont permis de poser les bases de nouvelles possibilités. Certains de ces catillus ont par exemple livré des traces d'oxyde de fer sur le flanc, trahissant leur cerclage par des bandes métalliques et écartant définitivement l'idée d'un entraînement central au profit d'une traction périphérique.

Quelques indices confortent encore cette idée, notamment certaines traces d'usure liées au mode d'entraînement du moulin. Disposées sur le flanc, sur le rebord ou sur la face supérieure du catillus, ces stigmates témoignent directement du frottement des dispositifs utilisés. Plusieurs systèmes peuvent alors être reconstitués : levier diamétral sur le modèle du moulin de type « Haltern-Rheingönheim » ou cadre périphérique ancré sur le flanc. Pour le premier système, plusieurs exemples montrent des traces d'usure déposées en larges plages, voire des creusements spécialement ménagés autour des perforations (fig. 195A). Pour le second, de faibles encoches à parois polies sont les témoins de la fixation de planchette et/ou de perches latérales fermement arrimées sur le flanc (fig. 195B).

Cependant la plupart du temps ces meules façonnées dans des roches très friables souffrent d'un mauvais état de conservation et empêchent d'aborder ces questions techniques.

9.2.2 Structures de grands moulins à traction musculaire

9.2.2.1 Moulins à traction périphérique

Les moulins rotatifs « poussés » attribués à la culture ibérique de l'Âge du Fer sont souvent associés à des socles maçonnés au sein des habitats⁵⁹¹. Matériellement, ces supports sont par leur fonction les héritiers directs des tables de mouture « va-et-vient » identifiées par exemple dans l'habitat privilégié de l'Âge du Fer de La Mata (Badajoz, Espagne)⁵⁹². Ces tables sont tantôt constituées d'empièvements, de dalles, tantôt recouvertes d'argile crue séchée, et situées dans les pièces dévolues à la préparation alimentaire domestique. À l'époque romaine, les socles et empièvements étant associés à des meules de grand format, ils sont plutôt localisés à proximité des édifices de stockage et des structures liées aux activités agraires alors que les moulins manuels restent cantonnés au cadre domestique.

Représentant un virage technologique et économique important, le développement des moulins à traction périphérique n'intervient en Gaule chevelue qu'après la conquête romaine alors que l'urbanisation du dernier siècle avant notre ère aurait pu être l'occasion de leur développement pour l'alimentation des populations qui se regroupent. Sur le modèle des célèbres moulins à traction animale de Pompéi, d'Ostie ou d'Herculanum dont les hautes metas reposent souvent sur des empièvements et podiums circulaires⁵⁹³, plusieurs supports de moulins antiques ou leurs fondations ont été identifiés ces dernières années dans les villes et les villas de Gaule romaine où ils sont parfois associés à des meules de grand format⁵⁹⁴.

Ils sont pour le moment répertoriés dans les régions où les problématiques liées à la mouture sont exploitées par des spécialistes qui associent de frustes structures circulaires à des meules qui peuvent s'y adapter (essentiellement dans le quart nord-est de la France). Citons, pour le nord de la France, l'exemple d'Oisy-le-Vergeur (Pas-de-Calais) où un catillus à traction périphérique en arkose rose a été découvert aux côtés d'une semelle de craie circulaire de 1,70 par 1,33 m (fig. 196)⁵⁹⁵. Mis au jour lors d'un diagnostic préalable au creusement du Canal Seine-Nord Europe, ce site n'a pas fait l'objet d'une prescription de fouille et restera très largement attribué à la période romaine par le mobilier associé. Par ailleurs, seules les fondations en craie du bâtiment et de la structure sont apparues, ce qui empêche de comprendre le fonctionnement de l'ensemble et son insertion dans l'environnement de l'établissement auquel il se rattache.

À la lumière de cette découverte, une structure circulaire comparable, faite de craie et d'environ 2 m de diamètre, peut être interprétée de la même manière dans la villa de Dourges (Pas-de-Calais – fig. 197). Abrisée sous un appentis sur poteaux de bois, la semelle a été partiellement dallée de carreaux de terre cuite et réemployée comme support de foyer après le II^e siècle. Aucun fragment de meule ne peut donc y être directement associé dans ce contexte, mais le site a livré plusieurs fragments de meules à traction périphérique en arkose grossière réemployés et dispersés⁵⁹⁶.

591 ALONSO, PÉREZ-JORDÀ 2014, p. 247-253 ; ALONSO *et al.* 2016, p. 600-612

592 RODRIGUEZ-DIAS *et al.* 2014, p. 207, fig. 13, n° 3, 4 et 8

593 PEACOCK 1989, p. 211

594 À la campagne : BRUN *et al.* 2017 ; dans la ville de Lyon : BELLON *et al.* 2016, p. 146

595 NOTTE, MARCY 2009, p. 38 : « Dans la pièce occidentale [du bâtiment] et légèrement décentré, a été dégagé un aménagement calcaire de fonction inconnue (st. 356) ; un fragment de meule mobile (catillus) gisait légèrement enfoncé dans les colluvions sous-jacentes et à l'interface avec le niveau d'abandon du bâtiment. Aucun autre aménagement de sol ou d'accès n'a été mis en évidence ».

596 Étude P. Picavet dans GEORGES (rapport en cours)

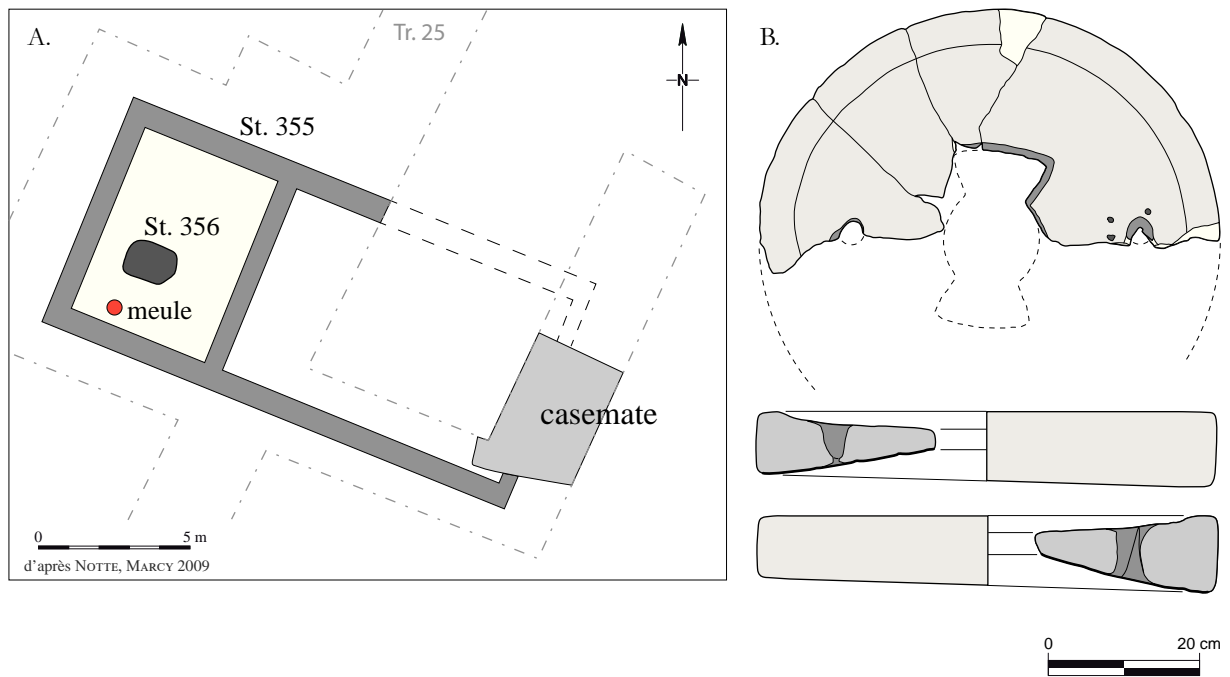


Figure 196 Plan du bâtiment 355 et du socle 356 du site 2 gallo-romain de Oisy-le-Verger (Pas-de-Calais). B. Catillus en arkose rose mis au jour au sud du socle 356, bâtiment 355.

Figure 197 - Structure circulaire en craie damée fouillée dans la villa gallo-romaine de Dourges (Pas-de-Calais). La partie centrale a été réemployée comme support de foyer après le II^e siècle mais la semelle de circulation de périphérique encavée est bien visible. Cliché reproduit avec l'aimable autorisation de J. Georges, Archéopole ©.

9.2.2.2 Moulins à traction centrale

Plus difficile à interpréter et suivant le même principe de disponibilité de l'énergie motrice, la découverte d'éléments de moulins hydrauliques ou de meules dites « hydrauliques » sur des éminences ou des lieux éloignés de tout cours d'eau amène souvent les archéologues à imaginer la possibilité d'un moulin « à manège » à traction animale centrale. Le cas le plus connu est celui des pièces de moulin, meules, anille et lanterne fixées au gros fer, issues d'un puits du fort romain de Zugmantel

(Hesse) en 1912⁵⁹⁷. Commentant cette découverte, plusieurs historiens des techniques proposent l'adaptation à la traction animale du modèle de moulin à eau à engrenage de Vitruve⁵⁹⁸, remplaçant la roue verticale par un bât horizontal (fig. 198)⁵⁹⁹. Une bête de trait entraîne ce levier fixé à un axe vertical qui met en rotation l'anille et la meule *via* le gros fer. Le catillus est donc mis en rotation par le centre à l'étage sus-jacent, et une accélération de la rotation est rendue possible par l'installation d'un engrenage horizontal non coudé. Le fonctionnement et l'axe du mouvement approchent alors celui du moulin hydraulique à roue horizontale connu à Chemtou (Tunisie) à la fin du IV^e et au début du V^e siècle⁶⁰⁰, sur le site antique de « Gannes » à Beaulieu-sur-Loire (Loiret)⁶⁰¹, ou encore au Proche Orient à l'époque omeyyade⁶⁰², ce qui rend son existence techniquement très probable au regard des compétences des ingénieurs romains. Le moulin à manège n'apparaît toutefois dans la littérature qu'au XIII^e siècle⁶⁰³ et les mentions se multiplient dans les traités techniques de la Renaissance⁶⁰⁴. À l'époque moderne, il permet notamment aux troupes d'emporter en campagne un moulin mobile et de moudre à grande échelle sans avoir recours à l'eau courante ni au vent (fig. 199). Le système était encore utilisé au XX^e siècle dans certaines régions du monde à l'économie vivrière (fig. 200).

Jusqu'ici, ce type de moulin ne devait pas être reconnu pour l'Antiquité car il n'apparaît dans aucun texte. Pourtant, de rares indices tendraient à évoquer leur existence. En Grande-Bretagne, la villa romaine de Stanwick (Northamptonshire) a livré un bâtiment circulaire interprété par le fouilleur comme le lieu d'un moulin à traction animale à étage dont il restitue une vue axonométrique⁶⁰⁵. Une meule énorme (« *huge quern* ») a été retrouvée à proximité⁶⁰⁶. Aucun élément supplémentaire n'est fourni et la meule n'est pas décrite dans la publication ; le bâtiment circulaire pourrait donc aussi bien accueillir un moulin à traction périphérique.

À Arras (Pas-de-Calais), une piste circulaire imprimée de traces de piétinement a été fouillée dans le camp militaire théodosien de la « rue Baudimont ». Creusée d'une vingtaine

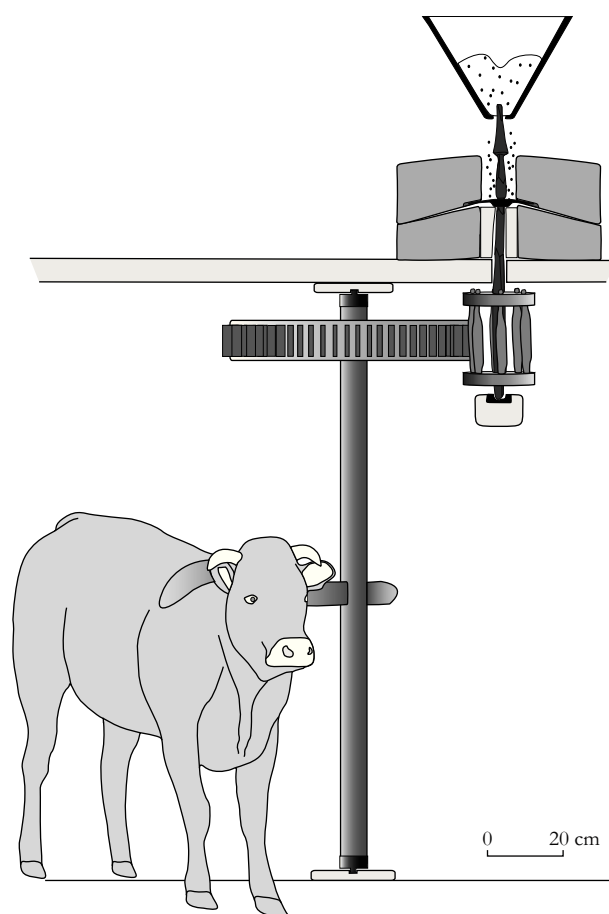


Figure 198 Hypothèse d'adaptation de la traction animale au système de moulin à engrenage de Vitruve (De Arch., X, 5, 2) et aux meules gallo-romaines à entraînement central. D'après BAATZ 1995, fig. 16.

597 JACOBI 1912

598 VITRUVÉ, *Les dix livres d'architecture*, X, 5, 2

599 JACOBI 1912 ; MORITZ 1958, p. 123-128 ; JOHNSON 1987 ; BAATZ 1995 ; JUNKELMAN 2006

600 WILSON 1995

601 BRUN, BORRÉANI 1998, p. 313 et 315

602 GENEQUAND 2016

603 COMET 1992, p. 408

604 BESSON 1578, fig. XXVI et XXVII ; RAMELLI 1588, fig. CXX à CXXIII ; ZONCA 1607, fig. IX et X

605 NEAL 1996, p. 42

606 NEAL 1989, p. 165

Figure 199 « Le moulin-manège pour moudre en campagne, inventé par Pompeo Targone, ingénieur d'Ambrosio Spinola, général de Sa Majesté Catholique [d'Espagne] en Flandre ». Dans ZONCA 1621, fig. 31.

Figure 200 Moulin-manège utilisé au Pendjab (Inde) au XX^e siècle. Dans O'KELLY, FORSTER 1992, fig. 96.
© FAO 162-A-10

de centimètres et large d'environ 0,70 m, elle forme un cercle d'environ 3,50 m de diamètre extérieur (d'après photo : fig. 201). À proximité immédiate a été découvert un grand catillus à entraînement central en Grès de Macquenoise qu'il est tentant de lui associer (fig. 202)⁶⁰⁷. En effet, la rue Baudimont surplombe le cours actuel de la Scarpe (ancien cours de la Sensée avant la canalisation de la Scarpe⁶⁰⁸) d'un dénivelé de 20 m, à près de 500 m de distance, ce qui paraît écarter la possibilité d'un entraînement hydraulique. Rappelons néanmoins que légèrement en surplomb du site, des thermes bénéficient d'une adduction d'eau⁶⁰⁹ et que le réseau d'évacuation des eaux du quartier est entretenu au Bas-Empire⁶¹⁰.

Une structure comparable à celle d'Arras mais datée d'époque moderne a été fouillée lors d'un diagnostic réalisé à Vermand (Aisne)⁶¹¹. Une piste circulaire large de 0,85 m pour 5,70 m de diamètre extérieur entoure un plot maçonné en calcaire de 1,20 m par 1,40 m installé à 1,70 m de profondeur (fig. 203). Ces vestiges ont d'emblée été interprétés comme ceux d'un moulin à manège à traction animale centrale, peut-être destiné à remplacer le moulin à eau détruit 250 m plus loin en 1639⁶¹². Le principal contre-argument opposé à cette application de la traction animale au système vitruvien dans l'Antiquité réside en la possibilité d'approvisionner un moulin hydraulique par de simples canalisations, et non par un courant d'eau vive en fond de vallée. Songeons au texte de Fortunatus

Figure 201 Piste circulaire excavée du camp théodosien de la rue Baudimont à Arras (Pas-de-Calais). Cliché reproduit avec l'aimable autorisation de C. Hosdez, Inrap ©.

607 Arras (Pas-de-Calais) « rue Baudimont » (fouille A. Jacques) : meule n° 1324

608 DEMOLON *et al.* 1990

609 JACQUES 2007, p. 67

610 COQUELET 2011, p. 271

611 HOSDEZ 2006

612 HOSDEZ 2006, p. 10

décrivant la villa de Nicetius sur la Moselle au VI^e siècle : « *L'onde sinueuse est apportée par des conduits rigides, et elle entraîne une meule qui fournit sa nourriture à la population* »⁶¹³. C'est d'abord le cas des célèbres moulins de Barbegal (Bouches-du-Rhône)⁶¹⁴, de ceux du Janicule à Rome⁶¹⁵, probablement de ceux du Palatin⁶¹⁶, ou encore de ceux d'Éphèse (Turquie) à l'époque byzantine⁶¹⁷, dont les rangées de roues hydrauliques sont mues par le flot d'un aqueduc. Plus modestement, c'est aussi le cas du moulin de l'Agora d'Athènes au V^e siècle⁶¹⁸, de celui de Champlitte (Haute-Saône)⁶¹⁹, de la villa de Goiffieux à Saint-Laurent-d'Agny (Rhône)⁶²⁰, du port de Toulon (Var)⁶²¹, ou encore de celui de Saepinum (Samnium, Italie) aujourd'hui interprété comme un moulin à tan mais alimenté par un aqueduc et rejetant l'eau de fuite dans les égouts de la ville⁶²². En remontant dans le contexte économique et climatique de notre région d'étude, la villa du « Nouret » à Tremblay-en-France (Val-d'Oise) a livré un ensemble de meules de type « hydraulique » ainsi que les traces d'un aqueduc qui tendent à évoquer l'existence d'un moulin à eau non reconnu dans l'emprise de la fouille⁶²³. Ainsi, et même si les vestiges du camp théodosien d'Arras sont des plus convaincants, les moulins à manège à entraînement central demeureront hypothétiques pour l'Antiquité jusqu'à ce que des fouilles soient menées sur ces aménagements avec autant de soin qu'en bénéficient les moulins à eau.

9.2.3 Structures de moulins hydrauliques

Dans la lignée du recensement exhaustif des moulins à eau antiques par O. Wikander⁶²⁴, plusieurs archéologues et historiens des techniques se sont lancés dans un exercice de revalorisation de la technologie gréco-romaine. En effet, le fameux article de M. Bloch⁶²⁵ dont l'on retient que « *d'invention antique, le moulin à eau ne connut son réel développement qu'au Moyen Âge* », avait longtemps instauré un certain blocage de la recherche en Histoire des techniques en instil-

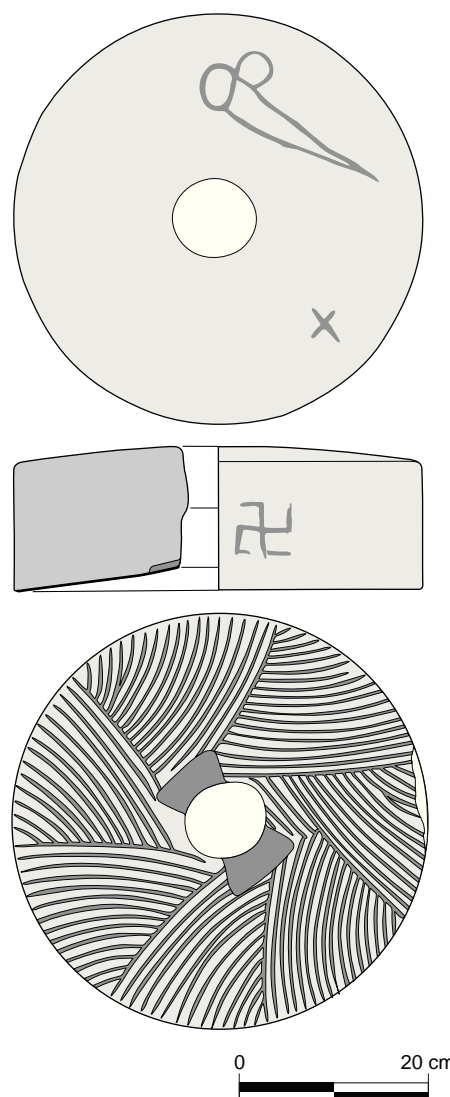


Figure 202 Le catillus n° 1324 à entraînement central en Grès de Macquenoise de la « rue Baudimont » à Arras (Pas-de-Calais). Dessin éch. 1/10.

613 FORTUNATUS, *Poésies*, III, XII, 37-38.

614 LEVEAU 2007

615 BELL 1994, p. 80

616 WILSON 2003, p. 104

617 WEFERS 2015 ; WEFERS 2016

618 PARSONS 1936, p. 78, fig. 9 et p. 81, fig. 12 et 13.

619 HERVÉ *et al.* 2016, p. 152-153

620 POUX *et al.* 2013, p. 144-146

621 BRUN 2016, p. 31

622 BRUN, BORRÉANI 1998, p. 312 ; BRUN 2016, p. 44

623 BAUCHET, LEPAREUX-COUTURIER 2016

624 WIKANDER 1984

625 BLOCH 1935, p. 545

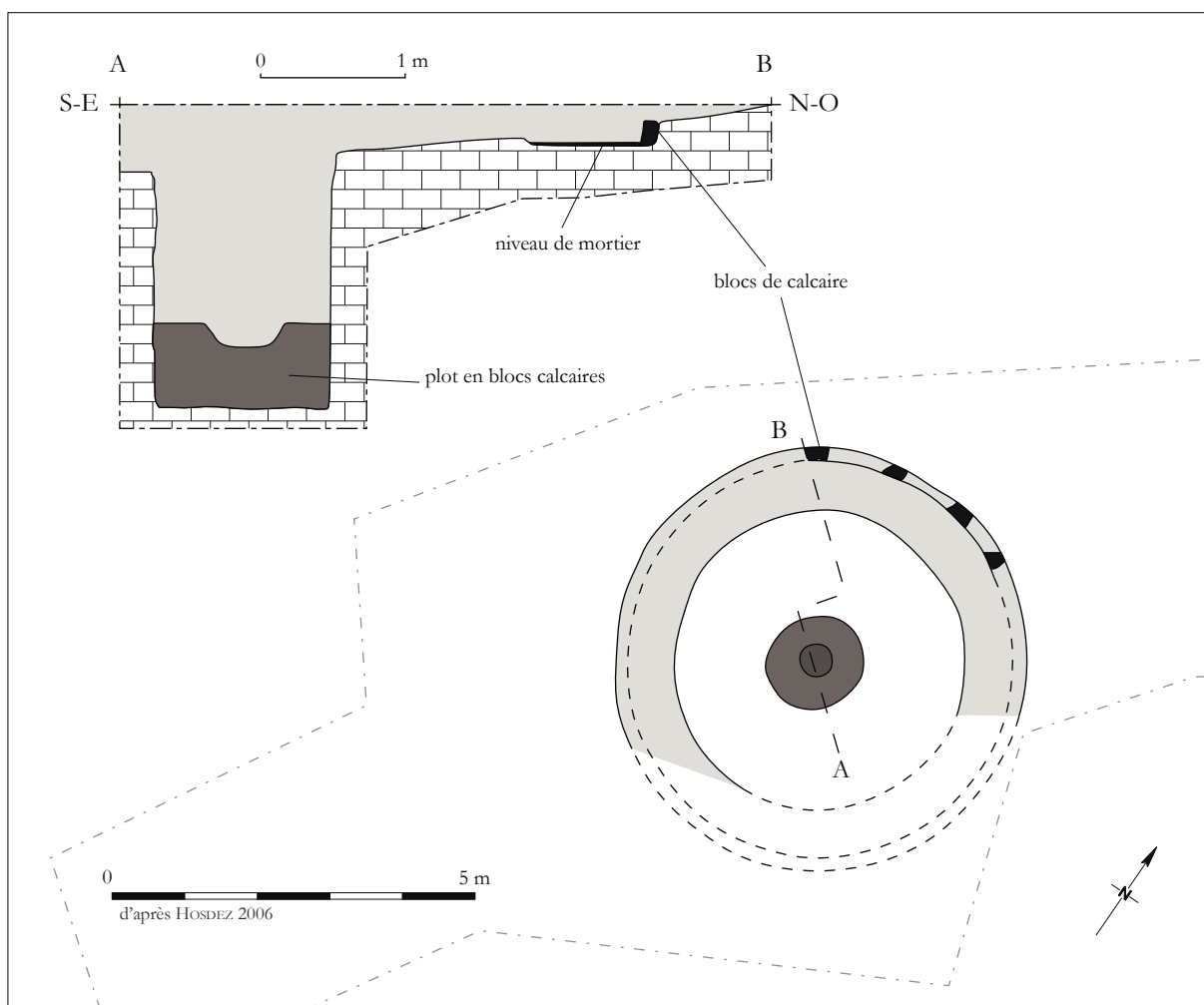


Figure 203 Vestiges du moulin-manège moderne fouillé à Vermand (Aisne). La piste circulaire entoure un plot installé à 1,70 m de profondeur pour accueillir le pivot central. DAO P. Picavet d'après HOSDEZ 2006, fig. 3.

lant l'idée, largement répandue, que la pratique de l'esclavage aurait bloqué le progrès technique en Occident⁶²⁶.

Pourtant, Vitruve décrit dès la fin du I^{er} siècle av. J.-C. un système de moulin de grand format mis en rotation grâce à une roue verticale installée au fil de l'eau et entraînant un engrenage cou-dé (fig. 204)⁶²⁷. Depuis les années 1990, la multiplication des fouilles préventives a instauré une nouvelle dynamique et les vestiges de ces moulins ont fait l'objet d'une meilleure identification en Europe de l'Ouest. Ils sont désormais identifiés formellement dès le I^{er} siècle, voire légèrement avant notre ère si l'on considère l'exemple d'Art-sur-Meurthe (Meurthe-et-Moselle)⁶²⁸. De grands moulins approvisionnent des villes entières comme Rome, Arles ou Éphèse et jouent le rôle des grandes boulangeries urbaines connues à Ostie ou à Pompéi. Les traces de tels moulins sont très ténues au nord de la Gaule et en Germanie, mais la fréquence de découverte des meules de grand format en suggère l'activité. Prenons l'exemple du *vicus* d'Heerlen (Limbourg néerlandais), dont la plupart des grandes meules à entraînement central provient de terrains situés directement en contrebas des thermes⁶²⁹. Plusieurs roues peuvent y avoir été entraînées par les eaux d'évacuation des bains, comme le suggère Palladius à la fin du IV^e ou au début du V^e siècle⁶³⁰.

626 La controverse est particulièrement bien abordée d'un point de vue historiographique et critiquée par M.-C. Amouretti : AMOURETTI 1986, p. 240-244

627 VITRUVÉ, *Les dix livres d'architecture*, X, 5, 2

628 DEFFRESSIGNE *et al.* 2016

629 Étude P. Picavet dans JENESON *et al.* (à paraître)

630 PALLADIUS, *De l'Agriculture*, I, 42

Parallèlement à cette mouture à grande échelle, de petits moulins hydrauliques sont présents en milieu rural ou en périphérie des villes (Avenches et Hagendorn en Suisse). Leur nombre reste encore faible au regard de la quantité de grandes meules découvertes dans les villas, les relais routiers, les camps militaires et les agglomérations, mais leur répartition montre qu'ils sont présents dans tout le bassin méditerranéen et partout en Occident, du *limes* breton à la Narbonnaise en passant par la Franche-Comté, la Suisse ou le Centre de la France⁶³¹. Dans la région de Toulon par exemple (Var), plusieurs villas voisines disposent de leur propre moulin à eau dès la fin du I^{er} siècle ap. J.-C. : celles de « Saint-Michel » et de « la Grande Chaberte » à La Garde, celle de « Reganas » à La Farlède, celle des « Mesclans » à La Crau, de « Saint-Pierre/les Laurons » aux Arcs, de « Saint-Martin » à Taradeau, etc.⁶³²

Quel que soit le mode de construction du moulin, en pierre ou sur structure légère en bois, le coursier est l'élément principal de son identification. C'est une fosse rectangulaire et profonde, creusée dans la roche ou tapissée de cailloutis⁶³³

ou de planches⁶³⁴ et qui a accueilli la roue verticale maintenue dans deux mortaises pratiquées dans les parois latérales. Dans le sud de la France et en Italie, plusieurs coursiers montrent des parois très entartrées, couvertes de concrétions calcaires épaisses de plusieurs centimètres à plusieurs dizaines de centimètres, dont les traces en négatif laissées par la roue en donnent le diamètre⁶³⁵. La salle d'engrenage est directement adjacente au coursier puisqu'ici se transmet le mouvement de la roue au gros fer via un engrenage coudé. Les superstructures sont plus difficilement perçues, mais sont parfois restituées grâce aux négatifs de trous de poteaux dans le cas des moulins en bois. L'arrivée d'eau, souvent aérienne quand l'alimentation est faite par aqueduc, n'est pas toujours conservée non plus, alors que l'évacuation est souvent creusée en contrebas. Quand le moulin est installé sur un bief ou un chenal, comme c'est le cas à Avenches à l'époque romaine⁶³⁶ ou à Saleux⁶³⁷ à l'époque carolingienne, les arrivées d'eau et canaux de fuite en bois peuvent être mieux conservés par l'humidité inhérente au milieu où s'installent les moulins à eau.

Dans le sud de la France ont été fouillés des moulins à roue horizontale établis dès le Haut-Empire ; c'est le cas de celui de « Saint-Martin » à Taradeau (Var)⁶³⁸. Leur fonctionnement est plus simple que celui des moulins à roue verticale qui nécessitent un engrenage coudé pour transmettre la force motrice. L'eau retenue en amont est dirigée vers la roue à pales ou à cuillères par une conduite forcée,

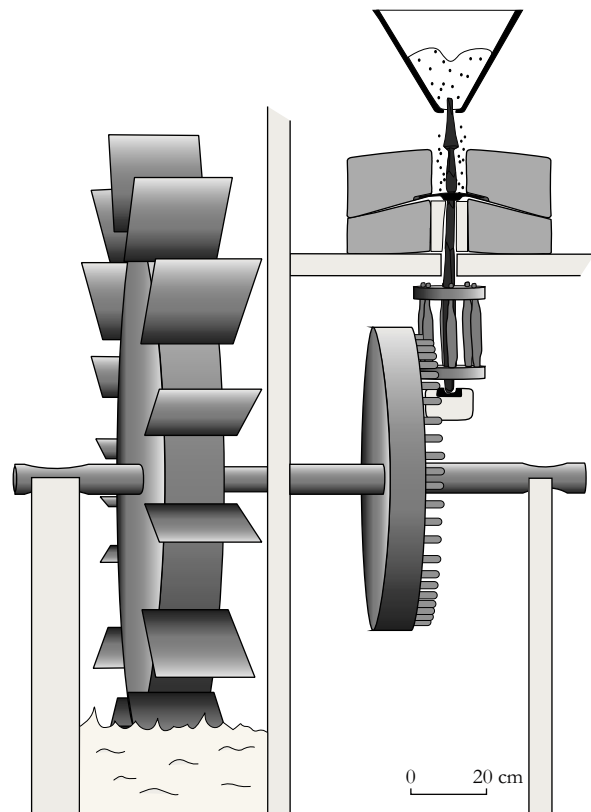


Figure 204 Le moulin à roue verticale et engrenage coudé, d'après la description de Vitruve (*De Arch.*, X, 5, 2) et les découvertes de Liberchies (DEMANET et al. 2014) et de Zugmantel (JACOBI 1912, BAATZ 1995).

631 BRUN 2016, carte p. 25, fig. 1

632 BRUN et al. 2017, p. 135

633 DESCHODT 2005, p. 168

634 CASTELLA 1994, p. 34-35 ; HARB 2016, p. 94 ; BERNARD et al. 2016, p. 100-105

635 BRUN, BORRÉANI 1998, p. 296, fig. 22 et p. 319-321

636 CASTELLA 1994, p. 34-35

637 HARNAY et al. 2014, p. 248

638 BÉRATO 2004

et évacuée en aval. L'axe vertical est directement fixé au moyeu et retransmet l'énergie aux meules sans intermédiaire. Du fait de cette simplicité, les traces qu'ils ont pu laisser ne sont qu'exceptionnellement identifiées sur le terrain mais sont probablement à rechercher en priorité pour expliquer le grand nombre de meules de type « hydraulique » dans les campagnes. Les dizaines de moulins du haut Moyen Âge fouillés en Irlande sont par exemple de ce type et s'établissent parfois sur de très petits cours d'eau, voire même à leur source⁶³⁹. Le coût en est faible et ils peuvent s'adapter à différents types de terrain sans trop d'aménagements.

Dans le nord de la Gaule, les traces de moulins sont extrêmement rares et correspondent pour le moment à des moulins à roue verticale. Des structures assimilées à un coursier et à un barrage sur pieux ont été fouillées dans les basses terrasses de la Somme, en aval d'Amiens ; les pieux du barrage sont datés du V^e siècle par dendrochronologie⁶⁴⁰. Les aménagements prennent place sur un chenal séparé naturellement du lit principal de la Somme mais probablement recreusé (traces de bêche). Une levée créant une retenue d'eau en amont du barrage est simplement constituée d'un amoncellement de blocs de craie locale, comme en sont tapissées les parois du coursier ; le fond de la retenue est enrobé d'un cailloutis de silex. Aucune autre structure ni aucune meule n'y ont été identifiées, mais ce site représente le seul indice de moulin hydraulique tardo-antique dans la pointe nord de la France. Il mettait vraisemblablement en œuvre une roue « en dessous » ou « de côté » à partir d'une faible chute. La modestie de ces aménagements témoigne d'une structure légère, construite avec des matériaux locaux sur un chenal naturel. Si l'investissement lié à l'installation et à l'entretien d'un moulin à eau est considéré comme non négligeable, il est dans ces conditions relativement réduit et répond à une demande locale en produits alimentaires, probablement liée à l'établissement gallo-romain repéré à proximité⁶⁴¹.

Plus à l'est, le moulin d'Art-sur-Meurthe en périphérie de Nancy est tout aussi modeste et probablement le plus précoce en Gaule, daté de la fin du I^{er} siècle av. J.-C. ou de la première moitié du I^{er} siècle de notre ère⁶⁴². Établi en pleine campagne avec des matériaux locaux, il est bâti sur pilotis de bois sur un paléo-chenal de la Meurthe. Ses canaux d'amenée et de fuite sont simplement consolidés à l'aide de clayonnages pour un entraînement de la roue à aubes verticale « au fil de l'eau ». Pour une période presque aussi précoce, la même simplicité des structures est attestée dès la première moitié du I^{er} siècle à Saint-Doulchard (Cher)⁶⁴³, puis dans le courant du siècle en Suisse dans les moulins d'« En Chaplix » et des « Tourbières » à Avenches (canton de Vaud)⁶⁴⁴, de Cham « Hagedorn » (canton de Zoug)⁶⁴⁵ et de Rodersdorf « Kleinbüel » (canton de Solothurn/Soleure) ; à Vannes (Morbihan) dans la seconde moitié du I^{er} siècle⁶⁴⁶ ; à Bourgoin-Jallieu (Isère) à la fin du I^{er} siècle⁶⁴⁷. Il faut ensuite traverser la Manche pour trouver d'autres moulins à eau, la plupart du temps liés à des établissements militaires aux abords du mur d'Hadrien, ou à de grandes villas⁶⁴⁸.

Dans les cas septentrionaux connus, les moulins sont installés sur des chenaux naturels ou sur des biefs aménagés à partir de cours d'eau naturels. Contrairement au sud de la Gaule, l'hydrographie ne nécessite pas en effet d'importer l'eau par aqueduc, au moins à la campagne. Les nombreuses meules de type « hydraulique » découvertes sur des promontoires ou des hauts de vallons posent

639 RYNNE 2009 et 2011

640 Amiens (Somme) « Étouvie » : DESCHODT 2005

641 DESCHODT 2005, p. 168

642 DEFFRESSIGNE *et al.* 2016

643 CHAMPAGNE *et al.* 1997

644 CASTELLA 1994 ; BLANC, VUICHARD PIGUERON 2007 ; BLANC, CASTELLA 2016

645 SCHUCANY, WINET 2016

646 BERNARD *et al.* 2016

647 BLEU *et al.* 2016

648 SPAIN 1984

donc la question, d'une part de l'énergie employée pour leur mise en rotation, d'autre part de la conservation d'éventuelles canalisations en bois difficilement identifiables en dehors des milieux humides.

D'autres moulins ont été attribués à la fin de l'époque mérovingienne ou à l'époque carolingienne et sont également établis sur des cours d'eau naturels. Celui du « Pré Paillard » à Belle-Eglise (Oise) a livré différents vestiges des systèmes de vannes et d'acheminement de l'eau, et celui d'Audun-le-Thiche (Moselle) montre deux états successifs attribués au milieu du IX^e siècle, le premier étant probablement installé « au fil de l'eau », le deuxième sur un bief. La fouille d'un bief sur le site de Saleux (Somme) suggère l'existence d'un autre moulin associé à un habitat rural⁶⁴⁹. En Bavière, l'emplacement d'un site de moulin fait preuve d'une permanence exceptionnelle entre l'époque romaine et l'époque carolingienne⁶⁵⁰. L'édifice est déplacé selon les variations du méandre de la Paar sur lequel il est installé, et trois bâtiments successifs sont décelés, chaque fois colmatés par un niveau d'inondation : un premier est établi au début du II^e siècle, un suivant à l'époque mérovingienne (VIII^e siècle) après un hiatus important, puis un troisième à l'époque carolingienne (IX^e siècle). Il est significatif de noter que les meules soient importées du lointain Eifel à l'époque romaine puis acquises régionalement au haut Moyen Âge⁶⁵¹.

9.2.4 Pièces de moulins hydrauliques

Outre les meules et en l'absence de structures archéologiques, les pièces de moulins constituent des témoins de premier ordre pour l'identification des activités de mouture. Pourtant, à cause de leurs difficultés d'interprétation, leur recensement complet reste à faire, les quelques tentatives d'inventaire étant très lacunaires. Si les pièces de bois sont peu conservées pour des raisons taphonomiques, des collections entières d'objets métalliques sont à revoir afin de réinterpréter certaines haches, pointes de *pilum*, piquets de tente, etc. En outre, le phénomène de récupération et de recyclage du fer est très important et explique en grande partie la rareté des éléments de moulins dans les séries archéologiques. Dès l'époque mérovingienne, la *loi salique* protège le gros fer du moulin en promettant contre son vol une peine équivalente à celle punissant le vol d'un taureau⁶⁵².

Quelques sites ont néanmoins livré des assemblages de plusieurs pièces qui favorisent une interprétation correcte. Un puits de la seconde moitié du II^e siècle fouillé dans le fort de Zugmantel (Saalburg, Hesse) a fourni un ensemble complet constitué d'un catillus à logement d'anille infère, d'une anille fichée sur son gros fer à l'autre bout duquel est assujettie une lanterne d'engrenage⁶⁵³. Dans le *vicus* de Liberchies (Hainaut), ce sont un gros fer, une anille, un cône de dosage et une crapaudine en fer qui ont été découverts dans un bâtiment doté d'un séchoir à canaux rayonnants et qui a pu servir d'édifice de stockage aux II^e et III^e siècles (fig. 205)⁶⁵⁴. Une anille fixée à un gros fer a aussi été mise au jour dans la villa de Schmidt (Nideggen, Rhénanie-du-Nord-Westphalie)⁶⁵⁵. Dans tous les cas, que ce soit par la présence de la lanterne ou par la section du gros fer, l'existence d'engrenages multipliant la vitesse de rotation est attestée dès le Haut-Empire.

Les sites de moulins médiévaux sont mieux conservés et ont souvent livré des pièces de bois significatives, analysées par P. Mille dans le cadre de la table-ronde de Lons-le-Saunier sur les moulins⁶⁵⁶.

649 SALEUX (Somme) « les Coutures » : HARNAY *et al.* 2014, p. 248

650 CZYSZ 2016

651 *Ibid.*, p. 265-368

652 *Loi salique*, manuscrits BNF 4403 et 252 N.D., III, 8 (taureau chef de troupeau : 45 sous d'or) et XXII, 2 (outil de fer dans un moulin : 45 sous d'or)

653 JACOBI 1912 ; MORITZ 1958, p. 123-125, pl. 14 ; BAATZ 1995, fig. 14

654 DEMANET, VILVORDER 2013 ; DEMANET *et al.* 2014

655 BUTLER 2005

656 MILLE 2016, p. 800-801, fig. 3

Ce sont des pales et entretoises de roue, des arbres de transmission, des parties d'engrenage (alluchons, fuseaux, pignons, etc.) ou des vannes qui offrent une restitution assez fiable des systèmes d'entraînement des moulins. Plusieurs se rattachent à l'époque carolingienne : à Notre-Dame-du-Marillais (Maine-et-Loire, VII^e-X^e siècle), Saleux (Somme, fin VIII^e siècle), Dieulouard-Scarpone (Meurthe-et-Moselle, IX^e siècle), Audun-le-Tiche (Moselle, IX^e-X^e siècles), Thervay (Jura, IX^e-X^e siècles), Colomby (X^e siècle) et Belle-Église (Oise, X^e siècle).

9.2.4.1 Les anilles

Influencés par leur connaissance des moulins modernes, les traducteurs de Vitruve restituent un crampon en fer (*subscudem ferream*) « en forme de hache » transmettant le mouvement rotatif de l'engrenage à la meule sus-jacente⁶⁵⁷. Il se trouve que les anilles infères ou « par-dessous » adoptent cette forme dès le I^{er} siècle alors que les anilles-crampons « par-dessus », peu connues archéologiquement, semblent n'être constituées que de tiges métalliques scellées au plomb.

L'anille en double queue d'aronde est aisément identifiée dans les corpus d'objets métalliques. Sa forme est très caractéristique de la fonction qu'elle remplit, puisqu'elle s'insère dans deux encoches de même forme creusées dans la face active du catillus de part et d'autre de l'œil. Elle est épaissie en son centre et percée d'un trou quadrangulaire dans laquelle s'encastre la section supérieure carrée du gros fer.

B. Fort et N. Tisserand en ont identifié une série dans quelques publications, auxquelles s'ajoutent celles conservées dans les collections de musées et non répertoriées à ce jour. Citons celles du musée d'Heerlen (Limbourg néerlandais)⁶⁵⁸ ou de la villa de Kirchberg 1 (Rhénanie-Palatinat)⁶⁵⁹ qui confortent encore l'existence de meuneries à haut rendement dans les agglomérations et les villas de Germanie romaine.

À l'inverse, l'anille-crampon en forme de grosse agrafe massive est difficilement reconnue dans les corpus archéologiques. Des scellements de bois ou de plomb confirment leur fixation dans les perforations verticales servant de logement d'anille⁶⁶⁰, et un fragment de crampon en fer de section carrée scellé au plomb a été découvert sur un catillus du moulin à eau de Champlitte « Le Paquis » (Haute-Saône)⁶⁶¹. B. Fort et N. Tisserand proposent un système composite constitué d'une pièce de bois horizontale à laquelle sont assujettis des crampons verticaux en fer massif, ancrés dans la face supérieure du catillus⁶⁶².

9.2.4.2 Le gros fer et la crapaudine

Le gros fer est une épaisse tige métallique qui sert d'axe de rotation au moulin. Il repose verticalement et pivote sur une crapaudine en fer. Solidaire de la lanterne d'engrenage en partie inférieure et de l'anille en partie supérieure, il transmet le mouvement rotatif au catillus en traversant l'œil de

Figure 205 (page de droite) Restitution du système de mise en rotation des meules à entraînement central d'après les découvertes de Liberchies (DEMANET et al. 2014) et de Zugmantel (JACOBI 1912, BAATZ 1995)

657 VITRUVÉ, *Les dix livres d'architecture*, X, 5, 2

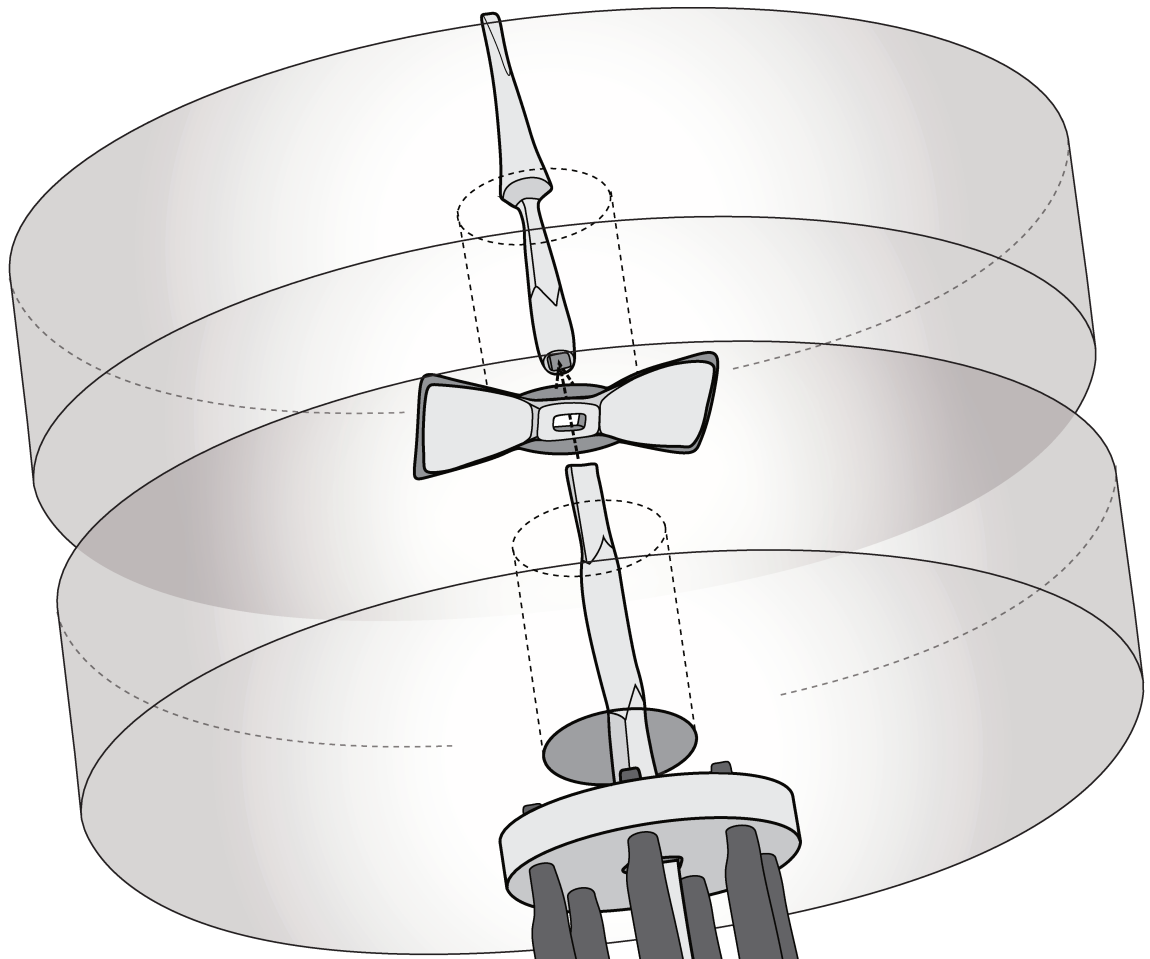
658 Étude P. Picavet dans JENESON *et al.* (à paraître)

659 SANDEK 1992, p. 106 et 107, fig. 8

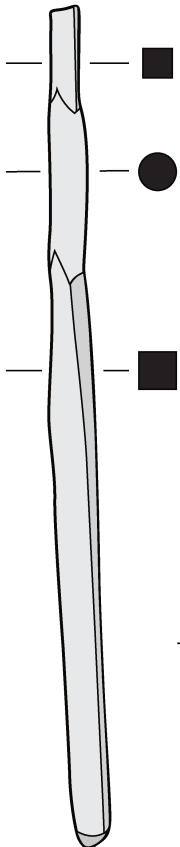
660 Du bois percé de clous à Avenches (Suisse) : CASTELLA 1994, p. 47 ; du plomb à Saint-Bézard (Aspiran, Hérault : LONGEPIERRE 2011a, p. 84 et 85) et à Barbegal (Fontvieille, Bouches-du-Rhône : LEVEAU 2007, p. 194, fig. 13, catillus 3).

661 HERVÉ *et al.* 2016, p. 155, fig. 6 n° 1 ; p. 158, fig. 11

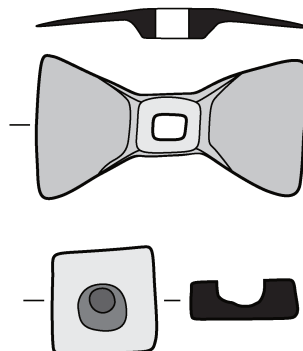
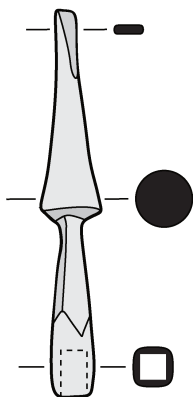
662 FORT, TISSERAND 2016, p. 781



Gros fer



Cône de dosage



Anille

Crapaudine

Lanterne

0 10 cm

la meta. À ce titre, sa section carrée lui évite de pivoter dans ces deux pièces ; au contraire, la partie dominant la lanterne prend une section circulaire ou octogonale pour tourner dans le manchon de l'œil de la meta tout en préservant son étanchéité. Cette succession de portions de section différente est récurrente sur tous les objets archéologiques connus depuis l'Antiquité jusqu'à l'époque moderne⁶⁶³ et confirme son emploi dans un moulin à engrenage⁶⁶⁴. Seule variante, un trou de goupille horizontal est tantôt absent, tantôt présent en dessous de la place réservée à la lanterne pour la maintenir en place.

En raison de leur caractère ubiquiste, les crapaudines ne peuvent être associées à la meunerie qu'en présence d'autres éléments plus caractéristiques. Elles sont de forme parallélépipédique et creusées au centre d'une cupule au diamètre du gros fer. Celle de Liberchies (Hainaut), en fer, reposait avec d'autres pièces de moulin antiques ; une autre en fer provient du moulin à eau antique de Veauche (Loire)⁶⁶⁵, et quatre en roche volcanique proviennent du moulin antique de Vichy, installé contre une culée de pont sur l'Allier⁶⁶⁶. Pour le haut Moyen Âge, une crapaudine en fer a été découverte dans le moulin carolingien de Notre-Dame-du-Marillais (Maine-et-Loire).

Ces pièces sont sans surprise recensées dans toute l'aire géographique où sont attestés des moulins à eau, en Europe de l'ouest notamment⁶⁶⁷.

9.2.4.3 Les roues et pièces d'engrenage

Les éléments d'entraînement hydraulique, depuis la roue jusqu'à la lanterne d'engrenage, sont extrêmement rares pour l'Antiquité mais les découvertes se sont multipliées ces dernières années. D'autre part, les vestiges sont mieux conservés sur les sites médiévaux qui permettent d'aborder les questions relatives à la multiplication de la vitesse de rotation des meules et au rendement énergétique des moulins⁶⁶⁸.

Une seule lanterne d'engrenage est connue pour l'Antiquité. Il s'agit de celle de Zugmantel, datée de la deuxième moitié du II^e siècle. Elle est constituée de deux plaques de chêne circulaires de 20 cm de diamètre (appelées « tournes » en meunerie moderne) traversées en leur centre par le gros fer et maintenues parallèles entre elles à une vingtaine de centimètres de distance par une série de six fuseaux verticaux en métal. Entre ces fuseaux viennent s'encaster successivement les alluchons du rouet vertical solidaire de l'arbre de la roue. Témoignent de ce système un fragment d'alluchon et une pale de roue en bois qui proviennent du moulin de « l'Embanie » à Art-sur-Meurthe⁶⁶⁹. Dans le moulin de la « Grande Chaberte » à La Garde (Var), des alluchons accompagnaient le renfort en fer d'un rouet⁶⁷⁰. D'autres alluchons et éléments de roue à godets ont été identifiés à Vannes (Morbihan) et restituent une roue d'environ 4 m de diamètre entraînant un rouet particulièrement puissant⁶⁷¹. Sur le site de Cham « Hagendorn » (Suisse), ce sont plusieurs éléments de bois qui ont dû supporter l'arbre central de la roue et montrent les traces de sa rotation⁶⁷². D'autres bois dont

663 Un gros fer et une lanterne trouvés dans le Doubs et datés entre le XV^e et le XVII^e siècle par radiocarbone présentent exactement les mêmes caractéristiques de forme et de section que les pièces antiques connues : BONNAMOIR, JACCOTTEY 2016, p. 489 et 491, fig. 6.

664 FORT, TISSERAND 2016, p. 778

665 ARGANT, TOURGON 2011

666 TROUBAT 2016, p. 166

667 BRUN 2016, fig. 10 ; en Allemagne à Zugmantel et Niedeggen (BAATZ 1994, KRÜGER 2006, p. 264, fig. 12) ; en Grande-Bretagne à Silchester et Great Chesterford (MANNING 1964, WATTS 2011) ; en Belgique à Liberchies (DEMANET, VILVORDER 2013) ; un gros fer controversé à Alésia (FLUZIN, MANGIN 2006, fig. 8)

668 MILLE 2016

669 DEFFRESSIGNE *et al.* 2016, p. 82

670 LEMAIRE, RAMONA 2017

671 BERNARD *et al.* 2016, p. 105-106

672 SCHUCANY, WINET 2016, p. 192-194

un moyeu en chêne et des fragments de pales y ont également été conservés et restituent trois roues successives dont deux de 2,40 m de diamètre et une de 1,20 m⁶⁷³. Comme dans le moulin du II^e siècle fouillé dans la vallée de la Paar en Bavière⁶⁷⁴, le fond du coursier est constitué d'une pièce de bois monoxyle évidée permettant d'éviter la perte de puissance liée au passage de l'eau entre les pales et le bord du coursier⁶⁷⁵. Des coursiers en auge de ce type ont encore été mis au jour dans le moulin du début du XI^e siècle de « la Perruque » à Colomby (Manche)⁶⁷⁶, et dans celui du XIII^e siècle de Bourges (Cher)⁶⁷⁷.

Plus nombreuses sont les pièces d'engrenage découvertes ces dernières années pour l'époque médiévale, montrant encore la permanence technologique de ces éléments. Seul leur format évolue pour se conformer à l'évolution générale de l'échelle de mouture, de la taille des roues à aubes et des meules⁶⁷⁸.

Dans le moulin carolingien de Thervay (Jura), plusieurs pales monoxyles et pièces d'engrenage ont été découvertes, ainsi que d'autres pales, un pignon de lanterne et les courbes de trois roues à aubes assemblées pour le moulin d'époque féodale⁶⁷⁹. Le rouet carolingien mesure 85 cm de diamètre et est équipé de 24 alluchons ; le rouet d'époque féodale est plus grand (100-105 cm) pour 29 ou 31 alluchons. Cette transformation doit être mise en lien, d'une part avec le passage des roues à pales monoxyles aux roues composites à aubes assemblées, d'autre part avec l'augmentation du diamètre des meules, de 80 cm à l'époque carolingienne à 105 cm aux XI^e-XII^e siècles⁶⁸⁰.

À Colomby (Manche), seule une lanterne du XI^e siècle à 6 fuseaux est conservée, alors qu'à Notre-Dame-du-Marillais (Maine-et-Loire), des fragments de rouet et de roue ainsi qu'un support d'arbre en bois sont attestés aux VII^e – X^e siècles⁶⁸¹. Dans le moulin mérovingien de la vallée de la Paar (Bavière)⁶⁸² comme dans celui du monastère carolingien de Fulda (Hesse)⁶⁸³, et encore dans le moulin installé au XI^e siècle dans le lit de la Thielle (canton de Neuchâtel, Suisse)⁶⁸⁴, des alluchons de rouet, des fuseaux de lanterne et des pales de roue à aube ont été découverts.

À Audun-le-Tiche (Moselle), 104 fragments de pales et d'aubes, ainsi que 2 fragments de roue témoignent de l'activité du moulin fouillé mais aussi d'autres probablement établis en amont jusqu'à la fin du X^e siècle⁶⁸⁵. Ils illustrent encore l'évolution de la construction des roues et leur gain de puissance.

Le système mentionné par Vitruve⁶⁸⁶ fait donc preuve d'une grande permanence entre les époques romaine et carolingienne. Il connaît une mutation entre le IX^e et le XII^e siècle, caractérisée par une amélioration de l'assemblage des roues et donc de leur rendement énergétique pour l'entraînement de meules au diamètre croissant. Ce modèle, encore décrit pour les moulins à eau et à vent dans l'encyclopédie de Diderot et D'Alembert au XVIII^e siècle (lanterne à 10 fuseaux)⁶⁸⁷, reste visible de nos jours dans les moulins qui ont survécu aux démantèlements du XX^e siècle.

673 *Ibid.*, p. 194-199

674 CZYSZ 2016, p. 259 et 261

675 *Ibid.*, p. 199 et 202

676 BERNARD *et al.* 2016, p. 350-351

677 MAROT 2016, p. 424-425

678 MILLE 2016, p. 811

679 ROLLIER *et al.* 2016

680 *Ibid.*, p. 336

681 VIAU 2016, p. 291-296

682 CZYSZ 2016, p. 263-264

683 KIND 2016, p. 280-281

684 PILLONEL, PLUMETTAZ 2016, p. 366-368

685 ROHMER *et al.* 2016 ; MUIGG *et al.* 2018

686 VITRUVÉ, *Les dix livres d'architecture*, X, 5, 2

687 DIDEROT, D'ALEMBERT, T. 10, 1751, p. 792-817 : « Moulin », pl. V, fig. 7.

9.2.4.4 Les cônes de dosage

Fiché verticalement sur la partie supérieure du gros fer et dominant le catillus, un cône de fer vient alternativement fermer ou libérer l'ouverture de la trémie sus-jacente selon que l'ensemble est débrayé (catillus levé ou allégé⁶⁸⁸) ou embrayé (catillus baissé ou atterré⁶⁸⁹) par le réglage de la trempure. Ces cônes de dosage sont d'abord identifiés et inventoriés par D. Baatz qui les distingue clairement des pointes de lance, de baliste, de drapeau ou de piquet de tente avec lesquels ils étaient jusque-là confondus⁶⁹⁰. Il montre que ces objets morphologiquement proches présentent des dimensions et des caractéristiques bien différentes. Plusieurs éléments particularisent précisément ces cônes de dosage : une douille de section quadrangulaire accueillant le sommet du gros fer de même section, une masse pleine impliquant un poids beaucoup plus important que celui des autres objets (de 500 à 2000 g), et une pointe aplatie qui doit agiter le grain dans la trémie pour son bon écoulement (fig. 206). Leur longueur ne correspond également qu'à celle des fers de lance les plus allongés (plus d'une trentaine de centimètres).

Plusieurs d'entre eux sont maintenant connus en Belgique⁶⁹¹, en France, à l'ouest de l'Allemagne⁶⁹² et en Grande Bretagne⁶⁹³, mais de la même manière que les pièces précédentes, ces objets souffrent d'un défaut d'identification.

La trémie en bois qui serait associée au cône de dosage pour la distribution du grain est difficilement repérable, les pièces de bois pouvant la constituer étant peu caractéristiques. Seul le site de Cham « Hagendorn » (Suisse) a livré des vestiges qui peuvent être assimilés à une trémie, sous la forme de planchettes dont la tranche est taillée en biseau ; celles-ci sont présentées par les auteurs avec beaucoup de précautions parmi les bois du moulin⁶⁹⁴.

Figure 206 Cône de dosage en fer conservé au Thermen Museum d'Heerlen (Limbourg néerlandais).

688 PANCKOUCKE 1788, p. 44

689 *Ibid.*, p. 20

690 BAATZ 1994, fig. 9

691 Dans le vicus de Velseke et le sanctuaire de Wijnegem : RENIERE *et al.* 2014 ; dans le vicus de Liberchies : DEMANET, VILVORDER 2013 et BAATZ 1994 ; dans le vicus de Waudrez : BAATZ 1994.

692 En France et en Allemagne : BAATZ 1994

693 Villa de Mansfield (Nottinghamshire) « Woodhouse » : WATTS 2011

694 SCHUCANY, WINET 2016, p. 208

10.1 Groupes et types

10.1.1 Présentation du corpus statistique

Dans la littérature, toutes les données ne sont pas acquises de manière équivalente et ne se prêtent pas pareillement à des analyses statistiques. Il est nécessaire que l'acquisition des données ait été pratiquée de manière homogène, en tenant compte de certains critères déterminants et en prenant toujours les mesures de la même façon. Seules les meules étudiées physiquement avec des méthodes rigoureuses peuvent donc être prises en compte pour des études fiables, au contraire des analyses de répartition des roches qui peuvent aisément incorporer des données issues de la littérature à condition que la roche ait été identifiée et qu'un NMI puisse être estimé.

Parmi ces 2066 meules individualisées et enregistrées suivant les normes du *Groupe Meule* entre le milieu du III^e siècle av. J.-C. et le XI^e siècle ap. J.-C., seront écartés 302 exemplaires de catégorie indéterminée, ainsi que 23 catillus et 19 metas dont ni la forme ni le contexte de découverte n'autorisent l'attribution à une période chronologique large (La Tène, époque romaine, haut Moyen Âge). Enfin, 11 catillus et 5 metas de type « Pompéi » provenant de références publiées sont au contraire ajoutés à l'ensemble (dont 9 catillus et 1 meta de type « Pompéi » déjà répertoriés) pour le grand intérêt que présente leur recensement exhaustif⁶⁹⁵.

Pour l'étude statistique du corpus, sont ainsi conservés 969 catillus et 760 metas qui permettent d'aborder les caractéristiques morphologiques des meules sur près d'un millénaire et demi⁶⁹⁶. Sur la base des résultats de leur analyse, certaines pièces identifiées dans la littérature pourront être cartographiées pour combler certains vides et compléter la répartition de tel ou tel type de moulin.

10.1.2 Discrimination statistique des groupes et types

10.1.2.1 La Tène moyenne/finale

À l'époque gauloise, les premiers moulins rotatifs sont manuels et adoptent une forme trapue (faible diamètre pour épaisseur élevée) ; les types de meules sont très similaires entre eux mais des groupes statistiques se distinguent. Les variantes sont essentiellement dues aux différences de matériaux, et donc probablement de géographie de la technologie. Déviant de l'approche choisie par le *Groupe Meule* en Champagne-Ardenne⁶⁹⁷, il faudra s'écarter de la typologie ternaire de C. Pommepuy, très adaptée aux productions de la vallée de l'Aisne et donc aux collections champenoises approvisionnées par ce district meulier. Si les catillus de type 1 (forme cylindrique à cuvette supérieure) demeurent clairement individualisés et toujours cantonnés à la vallée de l'Aisne, la distinction des types Pommepuy 2 et 3 s'avère parfois délicate et peu adaptable au mobilier plus septentrional et occidental. La généralisation des formes trapues à flanc incliné est bien confirmée, mais les deux types axonais ne pourront pas être opposés tels quels alors que seront distingués les catillus à flanc

⁶⁹⁵ JACCOTTEY *et al.* (à paraître)

⁶⁹⁶ La méthode d'analyse repose sur le classement des séries statistiques par quantiles qui exposent sans interprétation la distribution de la majorité des variables d'un effectif autour d'une valeur médiane (50 % au-dessus, 50 % en-dessous), en accordant peu d'importance aux phénomènes rares que constituent les déciles extrêmes (10 % supérieurs et inférieurs). Les 80 % de chaque série sont ainsi considérés comme représentatifs de cette série. Les quantiles sont répartis graphiquement dans des « boîtes à moustaches » (*Box Plots*) qui offrent une bonne visualisation graphique d'un ensemble de données morphométriques.

⁶⁹⁷ JACCOTTEY *et al.* 2017a ; BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2017b

rentrant plat de ceux à flanc rentrant convexe. Par ailleurs, il est important de signaler qu'aucune meule ne peut se rapporter aux moulins « poussés » de grand format que connaît la péninsule ibérique aux siècles précédents et à la même époque⁶⁹⁸.

Il conviendra ensuite de distinguer brièvement les meules laténiennes des meules d'époque augusto-claudienne qui témoignent d'une période charnière succédant à la conquête de la Gaule, et qui précisent l'évolution morphologique des objets entre La Tène finale et le Haut-Empire.

10.1.2.2 Époque romaine

Dès le Haut-Empire apparaissent des meules de grand format, alors que les meules manuelles demeurent omniprésentes. Face à la grandeur du corpus gallo-romain, une analyse statistique posera des hypothèses de travail préalablement au classement typologique des meules. Ces tests détermineront les principaux critères morphologiques qui sont à la base des variations typologiques. Seront ainsi définis différents types de meules manuelles d'une part, de meules de grand format d'autre part, souvent en lien avec la lithologie ; en acceptant les postulats émis, les individus les plus mal conservés pourront être intégrés à ces différents groupes.

10.1.2.3 Haut Moyen Âge

Pour le haut Moyen Âge, la série statistique est très réduite et n'expose que des tendances générales. Les roches exploitées sont aussi moins nombreuses qu'à la période romaine, ce qui restreint les possibilités de variations typologiques. On séparera donc simplement et logiquement les meules manuelles des meules de grand format à entraînement central.

10.2 Époque gauloise : les meules manuelles

10.2.1 Répartition géographique et chronologique du corpus

La plupart des 188 meules gauloises enregistrées ont été étudiées sur le territoire français et se répartissent chronologiquement entre La Tène C (La Tène moyenne) et la conquête romaine (fig. 207 et 208). Elles sont quasi absentes des collections belges où on les retrouve principalement et en très faible quantité sur des sites d'*oppida* de La Tène D⁶⁹⁹ et sur le sanctuaire de la « Plaine de Bieure » à Matagne-la-Petite (Hainaut). Elles sont aussi assez rares aux Pays-Bas où les premiers moulins rotatifs semblent arriver de l'Eifel à la transition entre le III^e et le II^e siècle av. J.-C. (La Tène C2)⁷⁰⁰. Ils sont principalement répertoriés dans le Drenthe au nord du pays, ce qui déborde le territoire pris en compte ici, mais témoignent d'une distribution à grande distance vers le littoral de la Mer du Nord au tournant de La Tène moyenne et finale.

Au Grand-Duché de Luxembourg, le seul site étudié pour cette période est celui de l'oppidum du Titelberg (Pétange) dont l'occupation commence à La Tène D. Peu de meules y sont enregistrées en contexte archéologique, mais trois catillus en roche volcanique de l'Eifel sont antérieurs à la conquête romaine ; un exemplaire en calcaire à cérithes de La Tène D2b atteste en outre un contact avec la vallée de l'Aisne à l'ouest.

Dans le nord de la France, les exemplaires les plus précoces sont datés de La Tène C1 et sont répartis dans un grand bassin meulier qui fournissait déjà des meules va-et-vient⁷⁰¹ et qui demeure en

698 ALONSO *et al.* 2016

699 *Oppida* du « Plateau des Cinqes » à Olloy-sur-Viroin (Prov. Namur : PLEUGER, WARMENBOL 2013, p. 252) et du « Trinchi » à Cugnion (Bertrix, Prov. Luxembourg : MATTHYS, HOSSEY 1979, p. 17). Les autres meules de forme gauloise sont issues de prospections pédestres et donc dépourvues de contexte archéologique précis.

700 HARSEMA 1967 et 1979 ; HARTOCH *et al.* 2015

701 Dans la vallée de l'Aisne : POMMEPUY 1999

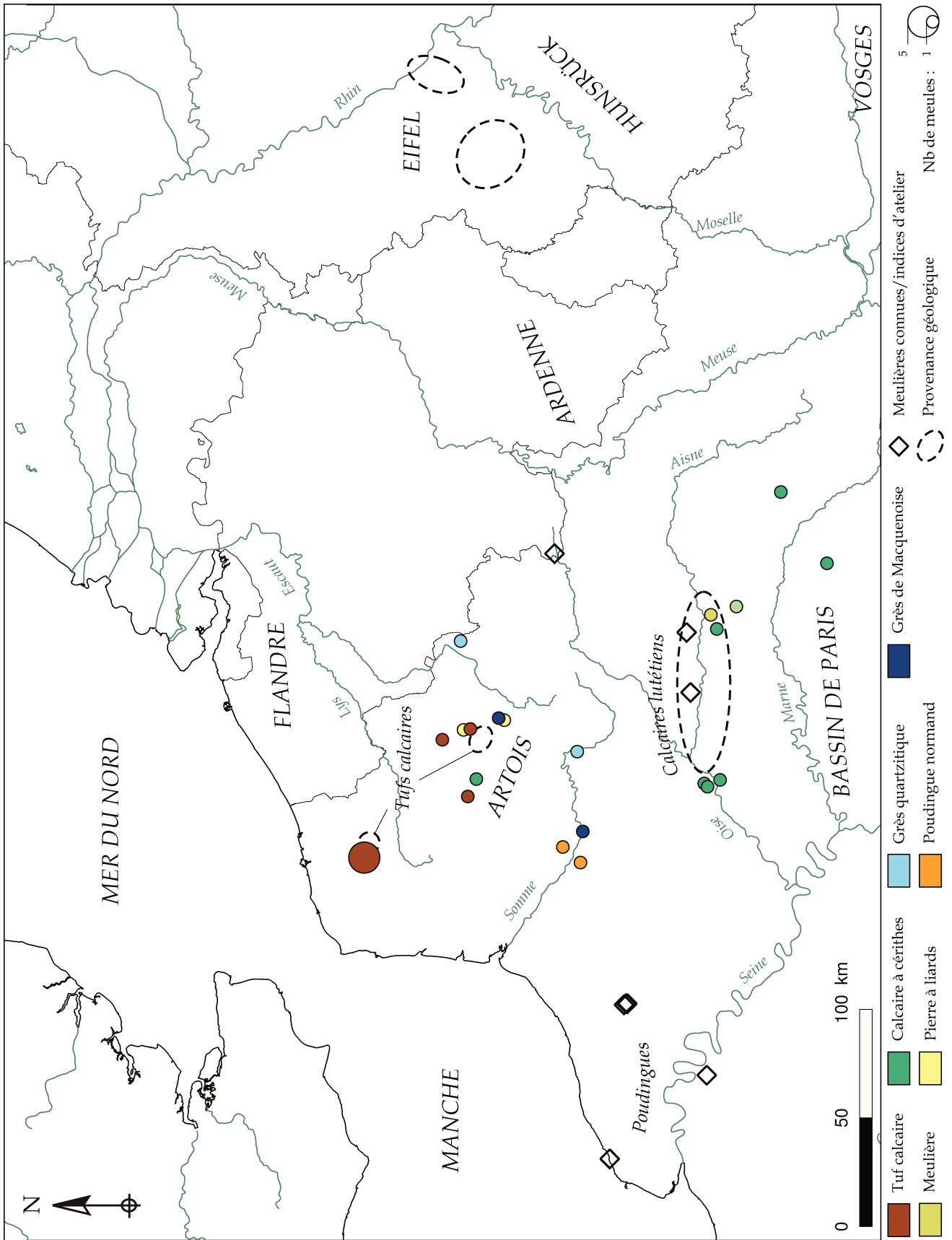


Figure 207 Répartition par roche des meules rotatives manuelles de La Tène moyenne (La Tène C). Projection conjointe des pièces étudiées physiquement et identifiées dans la bibliographie.

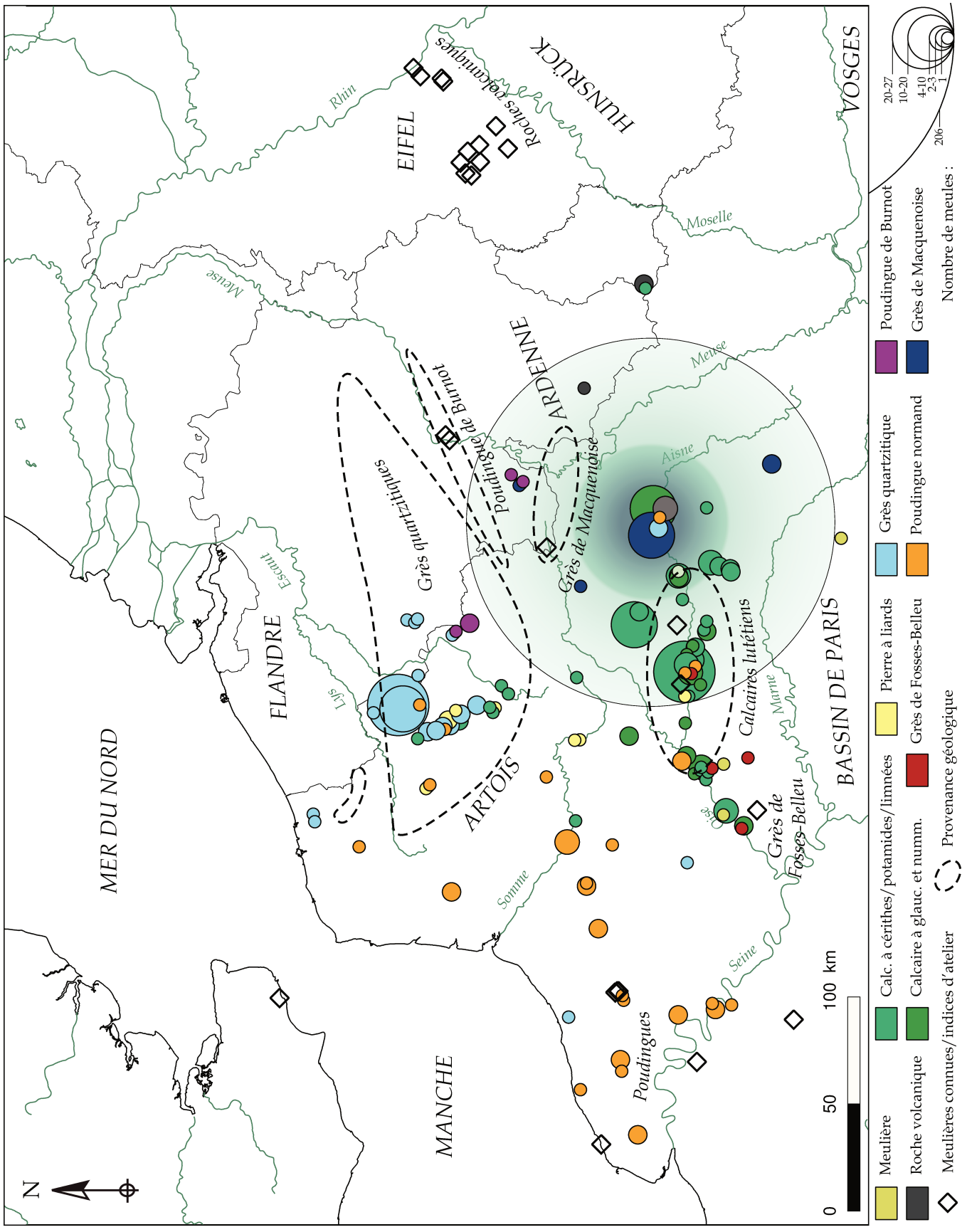


Figure 208 Répartition par roche des meules rotatives manuelles de La Tène finale (La Tène D). Projection conjointe des pièces étudiées physiquement et identifiées dans la bibliographie.

activité par la suite : celui des calcaires lutétiens du nord du Bassin parisien (territoires des Rèmes, des Suessions et des Viromanduels). Les poudingues normands issus du territoire des Calètes, qui fournissaient également des meules va-et-vient⁷⁰², (ré)apparaissent à La Tène C2 sur les sites de Saleux et de Glisy (Somme)⁷⁰³. D'autres pièces, taillées dans des tufs calcaires locaux, sont observées à La Tène C chez les Atrébates, les Nerviens et les Morins, dans les vallées de l'Aa, de la Scarpe et de l'Escaut. Elles y sont remplacées, au cours de La Tène D, par des roches régionales plus dures : le Grès de Macquenoise et le Poudingue de Burnot à l'ouest et au nord du massif ardennais, et les grès quartzitiques tertiaires dits « landéniens », très fréquents sur les sites du Hainaut à la fin de la période⁷⁰⁴.

Le territoire supposé des Atrébates (Artois actuel) est caractérisé par des importations fréquentes de produits suessions, tant à La Tène C qu'à La Tène D, malgré son éloignement des sources de matériaux. Quant au territoire des Morins (Pas-de-Calais actuel), il est largement approvisionné en meules en poudingue normand à La Tène D, et ne produira quelques meules rotatives qu'à l'extrême fin de la période.

Autour de l'estuaire de la Seine enfin, parallèlement aux productions de meules en poudingue, des meules en grès coquillier apparaissent à La Tène D2b, notamment sur l'établissement rural de Heudebouvile (Eure) et sur l'oppidum César-Augustéen d'Orival (Seine-Maritime). Leur faible nombre pourrait trahir leur importation depuis la rive gauche de la Seine ou l'exploitation mineure d'un matériau local pour répondre à des besoins ponctuels à une époque troublée où les circuits de distribution semblent défaillants.

10.2.2 Le diamètre

Parmi les 177 meules et fragments de meules datés entre La Tène C et la conquête romaine, 109 ont un diamètre restituable. Quel que soit le matériau, il est compris entre 24 et 45,5 cm pour une médiane qui s'élève à 34 cm. L'exclusion des deux déciles extrêmes de la série livre un ensemble resserré à 80 % entre 30 et 40 cm.

Rapportées au matériau, les mesures sont assez variables d'une roche à l'autre mais révèlent quelques faits notables. Par exemple à La Tène C, la médiane atteint 39 cm pour les meules en tuf calcaire découvertes dans le Nord et le Pas-de-Calais, alors qu'à La Tène D elle se limite à 32 cm pour les grès coquilliers normands et 32,5 cm pour les calcaires à glauconie et nummulites du Soissonnais. La sériation des diamètres est ainsi très pertinente lorsque l'on a la possibilité d'affiner

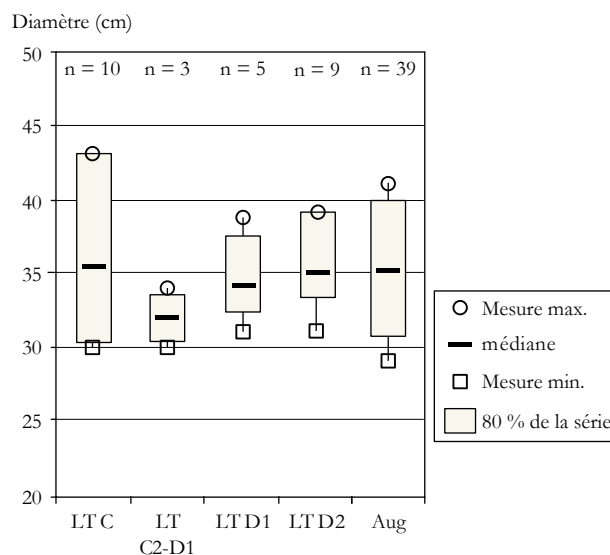


Figure 209 Répartition par quantiles et évolution du diamètre des meules de La Tène C1 à l'époque augustéenne à partir des pièces étudiées physiquement.

702 En Seine-Maritime : un exemplaire connu à Harfleur « les Coteaux du Calvaire » (étude P. Picavet dans BOISSON 2015) et un à Saint-Ouen-du-Breuil « les Terres du Bois du Pendu » (étude inédite P. Picavet)

703 Glisy (Somme) « les Quatorze » (fouille S. Gaudefroy) : meule n° 1967 ; Saleux (Somme) « la Vallée du Bois de Guignémicourt » (fouille S. Gaudefroy) : meule n° 2058

704 Ces meules sont particulièrement nombreuses sur les établissements ruraux de Villeneuve d'Ascq, de Lesquin (Nord) et de Carvin (Pas-de-Calais).

la chronologie. Dans ces conditions, la tendance entraperçue à l'échelle du territoire français⁷⁰⁵ et validée récemment sur les séries champenoises⁷⁰⁶, se confirme ici malgré la faiblesse numérique du corpus daté avec une précision de moins d'un siècle (27 individus – fig. 209). Toutes roches confondues, les premières meules rotatives de La Tène C affichent en effet une fourchette de diamètres assez étendue entre 30 et 43 cm (médiane 35,25 cm ; effectif : 10). Cette variété des mesures trahit les premiers tâtonnements techniques qui ont accompagné l'appropriation régionale du moulin rotatif. La fourchette se resserre entre 30 et 34 cm au cours de La Tène C2-D1 et la valeur médiane s'abaisse à 32 cm (effectif : 3). Les périodes de La Tène D voient l'augmentation progressive de ces mesures jusqu'à l'époque augustéenne : entre 31 et 38,5 cm (médiane 34 cm ; effectif : 5) à La Tène D1 et entre 29 et 39 (médiane 35 cm ; effectif : 9) à La Tène D2.

Comparaison est faite par le *Groupe Meule* avec le Languedoc où le même phénomène est observé au cours du Second Âge du Fer⁷⁰⁷.

10.2.3 L'épaisseur

Les meules gauloises, *catillus* comme *metas*, affichent un profil trapu caractérisé par un diamètre réduit et une épaisseur élevée. La mesure de l'épaisseur, bien que dépendant de l'usure de la meule, présente un grand intérêt lorsqu'elle est confrontée à celles des autres périodes car elle met en évidence la transformation générale de la forme des meules.

Pour les *catillus*, la hauteur du flanc correspond à la hauteur maximale de la meule. Pour les *metas* en revanche, dont la face active s'élève vers le centre, la hauteur maximale est atteinte au niveau de l'œil. Cependant, l'œil des *metas* n'est pas systématiquement conservé et il convient de mesurer la hauteur du flanc pour toutes les meules, *catillus* comme *metas*, chacun étant classé dans une série différente. Diamètre et hauteur peuvent ainsi être confrontés.

10.2.3.1 Les *catillus*

Le flanc des *catillus* gaulois est épais de 5,5 à 21,6 cm (médiane générale 10,8 cm – fig. 210). La distinction par roche présente peu d'intérêt, de même que la séparation des flancs verticaux, rentrants convexes et rentrants plats. En effet, les deux médianes extrêmes sont représentées par des meules au flanc vertical : 7,5 cm pour celles en Grès de Fosses-Belleu⁷⁰⁸ et 14,2 cm pour celles en roche volcanique.

Les premières meules rotatives de la vallée de l'Aa, taillées en tuf calcaire et datées de La Tène C, montrent des mesures conformes à la tendance de l'ensemble de la période gauloise : entre 8,1 et 11 cm (médiane 10,25 cm).

Les mesures des meules en calcaire du nord du Bassin parisien sont également assez homogènes d'un faciès de roche à l'autre, et à peine supérieures à la médiane générale de ce corpus (médiane de 10,35 cm pour les calcaires à cérithes, 11,5 cm pour les calcaires à glauconie et nummulites et 12 cm pour la Pierre à liards). Toutefois, ce groupe pétro-typologique comprend aussi les individus les plus extrêmes de la série (5,5 et 21,6 cm).

Les *catillus* en grès quartzitique du Hainaut montrent une médiane de 9,45 cm inférieure à la médiane générale, alors que ceux en poudingue normand sont parmi les plus épais (médiane 13,8 cm).

705 JACCOTTEY *et al.* 2011e

706 JACCOTTEY *et al.* 2017a, p. 79 et 81

707 *Ibid.*, p. 91, d'après LONGEPIERRE 2014

708 Le faible nombre d'individus pour la série des *catillus* en Grès de Fosses-Belleu rend ces mesures peu représentatives. À titre de comparaison, les six *catillus* enregistrés en Île-de-France et en région Centre montrent un flanc tantôt rentrant plat, tantôt vertical, et épais de 9 à 12 cm ; la face supérieure est légèrement concave, voire horizontale ; le trou d'emmanchement latéral rejoint l'œil central (type 2) : LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017a, p. 220-221.

Les roches primaires ardennaises (Poudingue de Burnot et Grès de Macquenoise) sont enfin très peu représentées à cette époque, et affichent des valeurs supérieures à la tendance générale : entre 9,5 et 12,6 cm pour le premier faciès (médiane 11,8 cm) et entre 11,7 et 14,7 cm pour le second (médiane 13,2 cm).

10.2.3.2 Les metas

Pour les metas, les mesures de hauteur du flanc s'étalent entre 3,5 et 14 cm (médiane de 7,7 cm – fig. 210). Réparties par roche, les mesures sont très régulières autour de cette tendance générale, avec des valeurs médianes comprises entre 5,05 cm pour les metas en Pierre à liards et 10,25 cm pour celles en poudingue normand. Les metas sont donc globalement plus basses que les catillus, ce qui confère probablement au moulin une plus grande stabilité en abaissant le centre de gravité de l'axe de rotation. Seules quelques pièces en calcaire à cérithes, en grès quartzitique fin et en poudingue atteignent la hauteur des catillus.

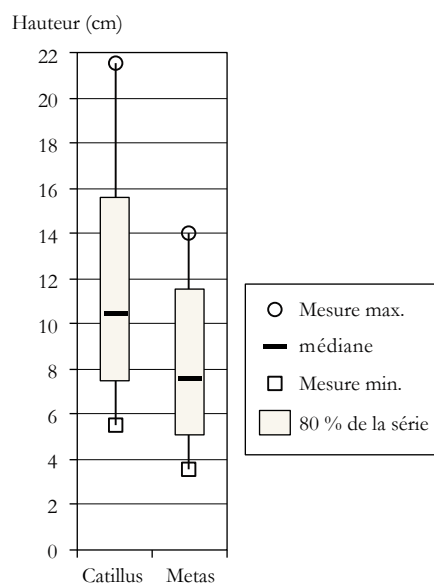


Figure 210 Répartition par quantiles de l'épaisseur du flanc des meules gauloises (cm). Les catillus sont statistiquement plus épais que les metas.

10.2.4 La ligne du flanc

Comme la faiblesse du diamètre, l'inclinaison du flanc des catillus est très caractéristique de la période laténienne puisque leur forme est quasi systématiquement tronconique ou hémisphérique, alors qu'elle tend au cylindre après la conquête romaine. Au contraire, le flanc des metas est moins incliné, voire souvent vertical (19 cas).

Sur les 86 catillus gaulois, la pente du flanc peut être mesurée dans 64 cas (fig. 211A). Elle est alors comprise entre 38 et 90° (médiane 69°). Sur les 67 metas, 52 ont un flanc dont la pente est mesurable ; elle est comprise entre 88 et 145°, avec une médiane de 94,5° (fig. 211B).

Les meules laténiennes tendent donc vers les types 2 et 3 décrits par C. Pommepuy dans la vallée de l'Aisne, définis comme les plus précoces mais aussi les plus fréquents sur les occupations⁷⁰⁹. Les catillus au flanc vertical qui correspondraient au type Pommepuy 1, sont ici très minoritaires (fig. 212C : 2 exemplaires étudiés dans la vallée de l'Aisne – n° 34, 35). Les meules cylindriques en roche volcanique et en Grès de Fosses-Belleu en diffèrent encore par leur face supérieure entièrement creusée en cuvette (fig. 212D).

La courbure du flanc semble autrement importante puisqu'une tendance géographique se dessine parmi les 76 catillus gaulois dont le flanc est au moins en partie conservé. Cette tendance semble cependant liée au matériau puisque les meules en poudingue normand affichent majoritairement (13 meules sur 16) un profil hémisphérique avec un flanc rentrant à la convexité très marquée (fig. 212B). Cette forme se retrouve d'abord sur les 4 meules rotatives précoces (La Tène C) de Salperwick dans la vallée de l'Aa (Pas-de-Calais), et apparaîtra encore sur les 6 meules tardo-laténiennes en calcaire jurassique du Boulonnais, alors que la région est connue pour son importante concentration de meules en poudingue importées de Normandie⁷¹⁰.

Sur les catillus en calcaires lutétiens du nord du Bassin parisien, ce profil est aussi observé en proportion comparable avec celle des flancs rentrants plats et verticaux.

709 POMMEPUY 1999, p. 128 ; BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2017b, p. 124

710 PICAVET (à paraître)

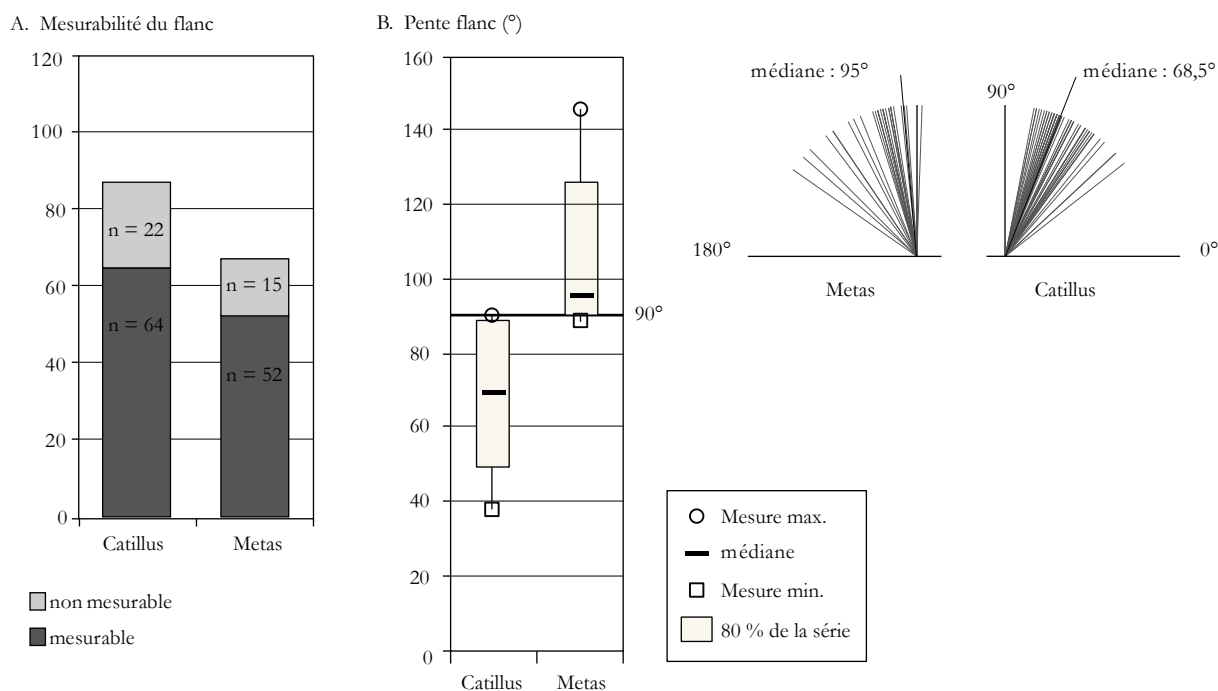


Figure 211 A. Mesurabilité de la pente du flanc parmi le corpus des meules gauloises. B. Répartition des mesures d'inclinaison du flanc des catillus et des metas par quantiles et représentation graphique des deux séries.

Les catillus en grès quartzitique du Hainaut et en Grès de Macquenoise affichent en revanche systématiquement un flanc rentrant plat (fig. 212A) alors que ceux en roche volcanique de l'Eifel montrent un flanc exclusivement vertical, voire légèrement sortant (fig. 212D).

10.2.5 La face supérieure des catillus

Deux types de faces supérieures se distinguent pour les catillus de la fin de l'Âge du Fer et ce, dès La Tène C. Le premier rassemble les catillus qui, malgré un flanc fortement incliné, sont creusés en cuvette après la délinéation d'un bandeau plus ou moins large qui en matérialise le bord (fig. 212A). Le second groupe comprend les catillus hémisphériques dont le flanc convexe est confondu avec la face supérieure (fig. 212B). La dépression centrale « en entonnoir » qui s'apparenterait à la cuvette précédente est très étroite et profonde, et n'est pas toujours différenciée de l'œil de la meule.

La lithologie entre clairement en ligne de compte dans ce classement puisque, sur les 73 catillus dont la face supérieure est identifiable, les 45 creusés en cuvette sont taillés en grès quartzitique fin (21 cas), en Grès de Fosses-Belleu (1 cas), en calcaires lutétiens (4 en calcaire à cérithes, 3 en Pierre à liards, 1 en calcaire à glauconie et nummulites), en roche volcanique (3 cas), en Poudingue de Burnot (3 cas) et en Grès de Macquenoise (2 cas).

Les catillus hémisphériques à dépression centrale étroite sont essentiellement ceux en poudingue normand (17 cas), auxquels se joignent les meules en tuf calcaire de la vallée de l'Aa (4 cas) et une série de meules en calcaires lutétiens picards (9 en calcaire à cérithes, 1 en Pierre à liards, 2 en calcaire à glauconie et nummulites).

Comme pour la forme du flanc, les meules en calcaires lutétiens montrent une diversité de faces supérieures, les cuvettes étant liées aux flancs verticaux et rentrants plats, et les dépressions étroites aux flancs rentrant convexes.

Le même constat d'association apparaît pour les meules en poudingue normand qui affichent exclusivement un profil hémisphérique avec flanc rentrant convexe et dépression centrale étroite plus ou moins différenciée de l'œil.

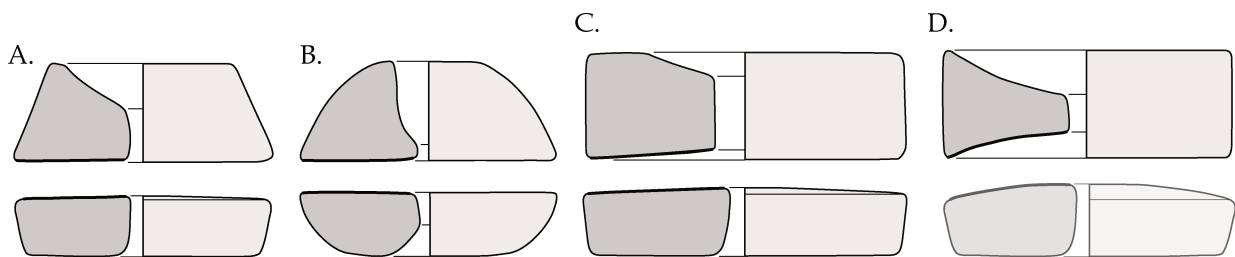


Figure 212 Profil des quatre principaux types de meules gauloises. A. Le flanc est incliné, plat, et la face supérieure du catillus est creusée en cuvette. B. Le flanc est incliné et convexe, conférant aux meules une forme en portion de sphère ; l'oeil du catillus est creusé au fond d'une profonde dépression. C. Le flanc est vertical, la face supérieure du catillus est entamée d'une faible cuvette. D. Le flanc du catillus est vertical, sa face supérieure est creusée d'une cuvette profonde ; les metas qui pourraient s'y associer sont hors-contexte (sur l'oppidum du Titelberg).

Les autres catillus provenant de la partie est de la zone d'étude (grès ardennais et roches volcaniques) montrent exclusivement des faces supérieures creusées en cuvette, toujours liées à un flanc vertical ou rentrant plat.

10.2.6 La face inférieure des metas

La face inférieure des metas, conservée dans 55 cas, est simplement destinée à asseoir le moulin et non à être vue. Elle fait donc souvent l'objet d'une attention moindre que les surfaces du catillus. Elle est tantôt horizontale, tantôt concave ou convexe.

Les faces inférieures concaves sont très rares à la fin de l'Âge du Fer à l'ouest du massif ardennais, et quand elles le sont, la concavité est alors très peu marquée. Le creusement de cette face ferait presque figure d'accident de fabrication. Deux cas sont toutefois observés pour une même roche, le grès quartzitique fin ; une meule en tuf calcaire présente le même trait morphologique mais est très mal conservée.

Une concavité marquée est en revanche caractéristique des metas en roche volcanique du massif de l'Eifel distribuées le long du Rhin, de la Moselle et de la Meuse⁷¹¹. L'évidement de leur face inférieure est supposé alléger la meule pour faciliter son transport sur de longues distances⁷¹².

14 metas affichent ensuite une face inférieure convexe, ce qui en pratique suppose leur calage dans une structure ou un sol de terre battue. Ce sont 6 meules en poudingue normand, 6 en grès quartzitique fin, 1 en Pierre à liards et 1 en Grès de Macquenoise.

Les 38 autres metas ont la face inférieure plane, parfois finement travaillée à la pointe mais souvent à peine régularisée par enlèvement d'éclats. Toutes les roches sont représentées mais les calcaires à cérithes du nord du Bassin parisien sont majoritaires (15 meules) suivis des grès quartzitiques fins du Hainaut (9 meules).

10.2.7 La face active

L'inclinaison de la face active est un paramètre plus diagnostique que l'épaisseur de la meule puisqu'elle ne varie pas, ou peu, à mesure de l'usure de la meule. Elle est aussi entretenue régulièrement par le rhabillage qui maintient un appariement parfait entre les deux éléments du moulin. La pente est par ailleurs considérée suivre des contraintes techniques qui évoluent avec le temps. L'examen de ses variations chronologiques éclaire indirectement les questions techniques de la mise en rotation du moulin (voir § 8.2.1.3).

⁷¹¹ Dans le massif des Ardennes sur l'oppidum du Trínchi à Cugnon (Prov. Luxembourg : MATTHYS, HOSSEY 1979, fig. 14)

⁷¹² WEFERS 2006a, p. 21

Toutes roches confondues, 103 meules développent une face active dont la pente est mesurable, soit 55 catillus et 48 metas. La médiane de l'ensemble de la série est de 1° pour les catillus et 0° pour les metas ; la valeur médiane pour chaque roche est aussi relativement stable (fig. 213). À La Tène C, elle est de 0° pour les catillus en tuf calcaire. Elle évolue peu à La Tène D, allant de 0° à 1° pour les catillus en grès quartzitique du Hainaut (0°), en grès coquillier normand (0,5°), en calcaire à glauconie et nummulites (0,5°), en calcaire à cérithes (1°), en Poudingue de Burnot (1°) et en Grès de Macquenoise (1°) ; elle atteint 2° pour les catillus en poudingue normand et 5° pour ceux en Pierre à liards et en Grès de Fosses-Belleu. Les catillus en roche volcanique de l'oppidum du Titelberg (Luxembourg) font exception avec une conicité médiane qui atteint 11,5° (respectivement 10 et 13°).

Parmi les metas, la médiane des pentes atteint statistiquement 1° sur les meules en tuf calcaire de La Tène C. Elle reste proche de l'horizontale à La Tène D pour les meules en meulière (0°), en Pierre à liards (0°), en grès quartzitique du Hainaut (0°), en grès coquillier et en poudingue normands (0°), en Poudingue de Burnot (0°) et en Grès de Fosses-Belleu (0,5°). Elle atteint au maximum 2,5° pour les metas en calcaire à cérithes.

Premier constat, la face active des meules laténiennes est quasi horizontale à l'exception de celles en roche volcanique dont la conicité atteint plus de 10°. Contrairement aux meules du village gaulois d'Acy-Romance (Ardennes), qui constituent la série de meules rotatives la plus fournie en France pour La Tène C-D, les meules à conicité négative (catillus à face active convexe ou meta à face active concave) font ici figure d'exception. En effet, un seul fragment de meta en Grès quartzitique fin du Hainaut découvert à Dourges (Pas-de-Calais) présente une inclinaison de -5° alors qu'à Acy-Romance, les metas à conicité négative sont au nombre d'une dizaine⁷¹³. Ce phénomène particulier implique techniquement une mauvaise évacuation du produit moulu en périphérie du moulin, voire la nécessité de vider manuellement ce produit avant l'ajout de grain⁷¹⁴. Il est présumé, dans l'attente d'une multiplication de ces observations et d'éventuelles expérimentations fournissant un produit particulier (semoule, etc.), n'être dû qu'à une usure « accidentelle » des meules⁷¹⁵ ou à un rhabillage trop appuyé.

Deuxième constat, l'écart de pente entre les catillus et les metas s'élève ici à 1°. Cet écart, appelé « lumière » et dont le ménagement est recommandé dans les manuels de meunerie modernes⁷¹⁶, demeure constant tout au long de l'histoire. Il favorise l'introduction puis le déroulage progressif du grain dans le moulin jusqu'à obtenir un produit fin en périphérie où les meules sont en contact étroit. Pour l'Âge du Fer, un écart théorique de 2° entre les deux meules avait déjà été proposé par F. Boyer et O. Buchsenschutz pour la fabrication expérimentale d'un moulin à main « celtique » à partir des séries archéologiques du rempart de Bibracte⁷¹⁷. Cet intervalle, qui peut varier entre 1 et 2°, est systématiquement validé sur les corpus qui ont fait l'objet de ce contrôle statistique⁷¹⁸. Il se vérifie aussi sur les couples de meules retrouvés en contexte archéologique (fig. 214). À La Tène D il atteint 1° sur le moulin en poudingue de Val-de-Reuil, 1 à 2° sur le moulin en grès dévonien d'Olloy-sur-Viroin, 1° sur le moulin en grès quartzitique de Carvin, 2 à 3° sur le moulin en poudingue de Gouy-Saint-André et à peine plus de 0° sur un moulin en grès quartzitique de Villeneuve d'Ascq.

713 BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2017b, p. 123

714 *Ibid.*

715 *Ibid.*, p. 124

716 BÉGUILLÉ 1775, p. 50-51

717 BOYER, BUCHSENSCHUTZ 1998, p. 203

718 Notamment pour le Grès de Macquenoise (PICAVET *et al.* 2017a, p. 274 et 275), les roches volcaniques (PICAVET *et al.* 2011, p. 187), la meulière (LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017b, p. 248), et à l'échelle de la France dans la base de données du *Groupe Meule* : LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017c, p. 324

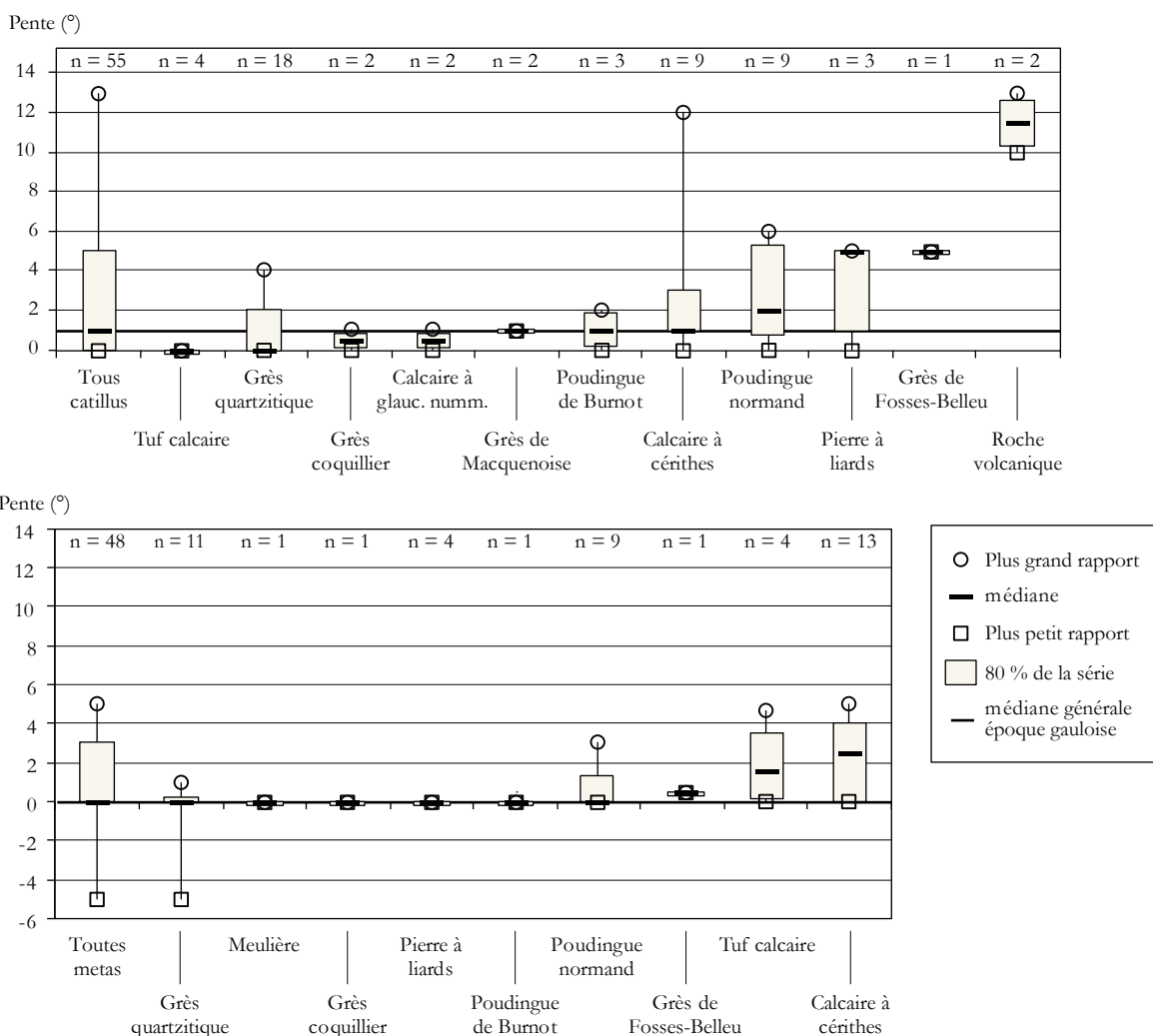


Figure 213 Répartition par quantiles des mesures d'inclinaison de la face active des catillus et des metas de La Tène moyennel finale.

10.2.8 L'œil

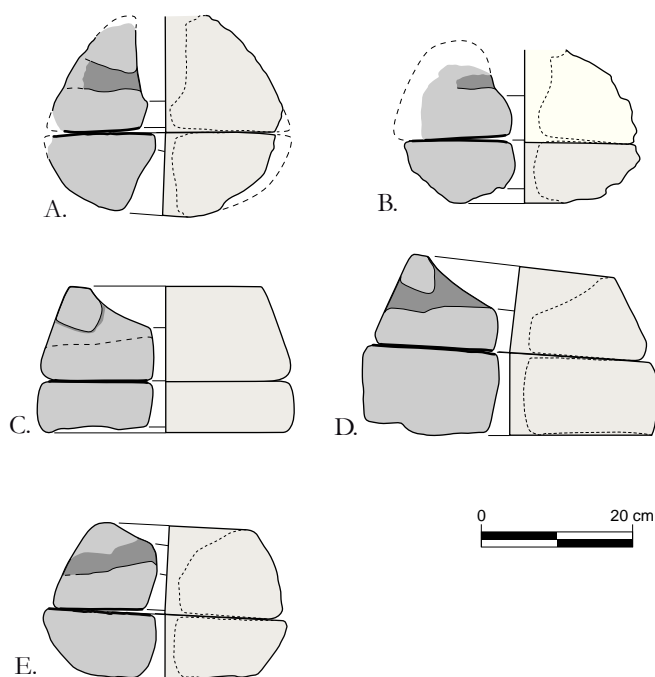
10.2.8.1 Forme de l'œil

Sur 99 cas où la forme de l'œil est identifiable (53 catillus et 46 metas), 97 montrent un œil identique entre catillus et meta. Il est circulaire, la plupart du temps cylindrique ou tronconique, et perce totalement la meule verticalement. Pour les catillus cet œil simple correspond au type 1A de la typologie technique du *Groupe Meule* (fig. 215)⁷¹⁹. Il suppose la rotation libre du catillus autour d'un axe simple fiché dans l'œil de la meta, comme le confirme l'observation des traces d'usure sur la paroi des œils de catillus. La partie inférieure de cette paroi, la plus resserrée, est en effet souvent fortement polie à lustrée et affectée de nombreuses et fines stries horizontales parallèles qui trahissent des frottements répétés (voir § 9.1.4.1).

L'œil de la meta, totalement perforé lui aussi, ne présente au contraire pas de poli de la paroi, mais un aspect parfois patiné qui peut trahir le calage d'une pièce de bois favorisant le centrage de la rotation du catillus. Contrairement au reste de la France où les œils sont majoritairement voire exclusivement aveugles, aucun œil n'est ici partiellement perforé. Cet aspect soulève un pro-

719 ROBIN, BOYER 2011, p. 353

Figure 214 Couples de meules gauloises. Dessins éch. 1/10. A. Val-de-Reuil (Eure) « Le Clos Saint-Cyr, La Cerisaie », poudingue, meules n° 139 et 140. B. Gouy-Saint-André (Pas-de-Calais) « Le Rossignol », poudingue, meules n° 1479 et 1480. C. Villeneuve d'Ascq (Nord) « La Haute Borne », grès quartzitique fin, meules n° 1187 et 1201. D. Carvin (Pas-de-Calais) « ZI du Château », grès quartzitique fin, meules n° 1369 et 1370. E. Olloy-sur-Viroin (Hainaut) « Plateau des Cinques », grès grossiers Dévonien inférieur, meules n° 234 et 235.



blème technique important puisque la perforation de l'œil de la meta laisse théoriquement traverser l'axe de rotation pour régler l'écartement des meules au moyen d'un levier sous-jacent⁷²⁰. Toutes les metas étant ici perforées, nous ne disposons pas d'élément contextuel de comparaison et devons conclure à un trait culturel plus

que fonctionnel. Aucun élément ne vient en effet démontrer la possibilité d'un réglage de l'écartement des meules à la fin de l'Âge du Fer.

Corroborant cette idée, un seul catillus en Grès de Macquenoise et un en calcaire à cérithes présentent un œil complexe. Le premier est circulaire ou ovalaire et pourvu de part et d'autre de deux mortaises arrondies (type 2A du *Groupe Meule*⁷²¹). Le type suivant est circulaire et prolongé de deux mortaises quadrangulaires (type 2E du *Groupe Meule*⁷²²). Ces aménagements assimilés à des logements d'anille peuvent accueillir une anille de centrage, mais non de soutien du catillus. Ces deux pièces ne peuvent donc pas faire l'objet d'un réglage.

À titre de comparaison, les meules de types Pommepuy 1 et 2 analysées dans la vallée de l'Aisne exhibaient majoritairement un œil complexe de type 2 (œil circulaire ou ovalaire avec mortaises adjacentes)⁷²³, tout comme celles recensées par le *Groupe Meule* dans le même secteur géographique⁷²⁴. Dans les régions voisines, les catillus de l'est de la France montrent plutôt des mortaises arrondies (type 2A)⁷²⁵ alors que les mortaises quadrangulaires (type 2E) sont caractéristiques de l'Île-de-France⁷²⁶. Les œils simples (type 1A) sont présents à travers toute la Gaule quand des séries ont été étudiées⁷²⁷, mais ne se transmettent massivement à la période romaine que dans le sud de la France⁷²⁸.

10.2.8.2 Diamètre de l'œil

Sur l'ensemble du corpus, 53 catillus et 44 metas ont un œil conservé et mesurable. La mesure du diamètre ne pose pas de difficulté pour les œils circulaires de type 1A. Pour les œils complexes en

720 AMOURIC 1997 ; CHAUSSEAT 2011

721 *Ibid.*

722 *Ibid.*, p. 354

723 POMMEPUY 1999, p. 136-137

724 LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017c, p. 328, fig. 10

725 ROBIN, BOYER 2011, p. 354

726 *Ibid.*, p. 355. Par ailleurs, les meules en Grès de Fosses-Belleu d'Île-de-France ont un œil simple de type 1A : LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017a, p.220-221.

727 LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017c, p. 328, fig. 10

728 ROBIN, BOYER 2011, p. 353

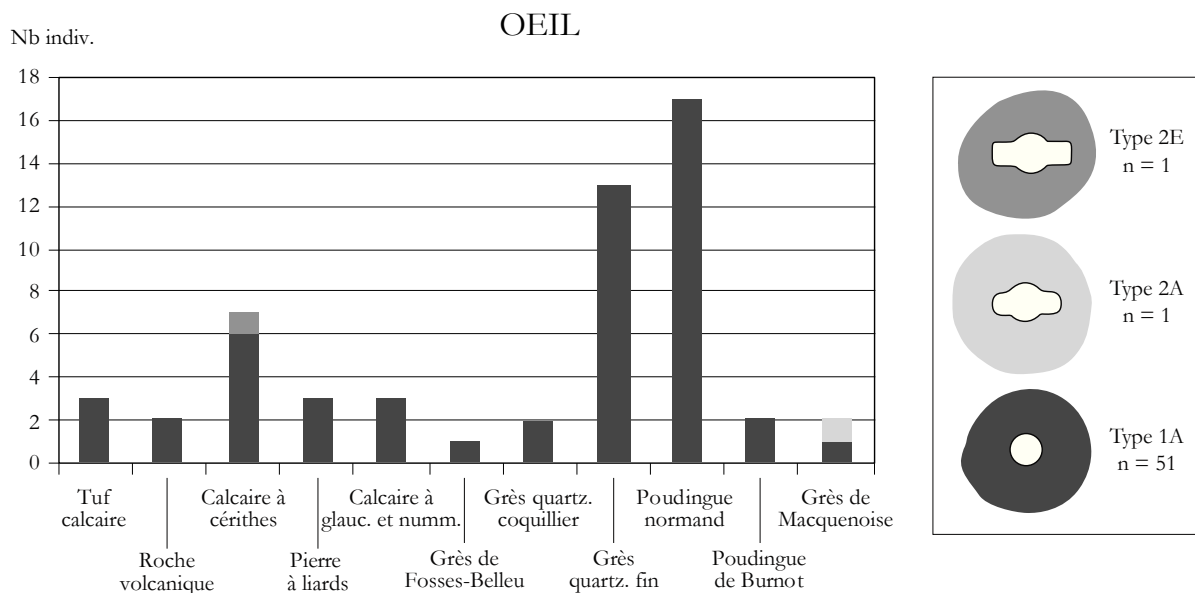


Figure 215 Proportion des types d'œil pratiqués sur les catillus gaulois classés par roche, d'après la typologie du Groupe Meule (ROBIN, BOYER 2011)

revanche, la mesure doit être prise transversalement au plus grand axe pour que les dimensions puissent être comparées aux précédentes ; le plus grand axe ne correspond pas en effet à l'œil proprement dit mais à la longueur de l'œil adjoint des mortaises assimilées à un logement d'anille.

La mesure médiane du diamètre est de 4 cm pour les catillus (2,5 à 12 cm) et 3,2 cm pour les metas (2,5 à 5 cm). En excluant les deux déciles extrêmes de ces séries statistiques, les mesures se resserrent entre 3,2 et 6,9 cm pour les premiers et entre 2,8 et 4 cm pour les secondes (fig. 216).

Si les mesures des catillus varient de plusieurs centimètres, le diamètre de l'œil des metas est extraordinairement constant autour de la valeur médiane. On ne peut donc distinguer différents groupes de metas sur ce critère pour l'époque gauloise.

Le diamètre de l'œil des catillus étant plus important que celui des metas, un espace ménagé entre la paroi et le pivot central fiché dans l'œil de la meta sert à l'introduction du grain dans le moulin. Comme indiqué plus haut, les catillus dotés d'un œil simple tournent librement autour de cet axe de rotation, alors que les œils complexes sont vraisemblablement pourvus d'une autre pièce de bois, dite anille « boîtard », qui vient s'encaster sur le pivot central pour le maintien et le centrage de la rotation.

10.2.9 Le dispositif d'entraînement

Sur 86 catillus, 48 présentent un aménagement destiné à l'entraînement du moulin (fig. 217). Les autres catillus sont mal conservés car trop fragmentés, et aucune meule gauloise n'est dépourvue de trou d'emmanchement comme ce peut être le cas à l'époque romaine.

La grande majorité des meules qui ont conservé leur trou d'emmanchement (44 sur 48, soit plus de 91 %) montrent une perforation latérale prolongée horizontalement dans l'œil central (type 2 de la typologie du *Groupe Meule*⁷²⁹). Les autres sont des per-

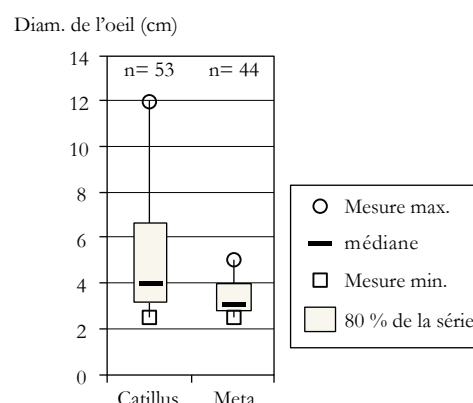


Figure 216 Répartition par quantiles du diamètre de l'œil des catillus et des metas.

729 JODRY *et al.* 2011, p. 303

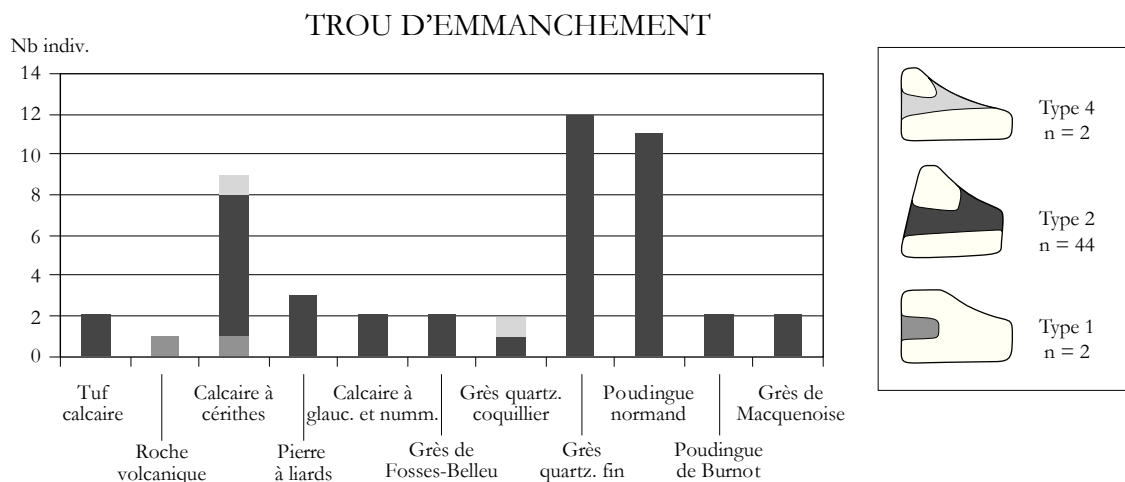


Figure 217 Proportion des types de trou d'emmanchement pratiqués sur les catillus gaulois classés par roche, d'après la typologie du Groupe Meule (JODRY *et al.* 2011)

forations horizontales partielles (type 1⁷³⁰ : 1 catillus en calcaire à cérithes et 1 en roche volcanique), ou des perforations latérales prolongées à l'oblique dans la face supérieure sans rejoindre l'œil (type 4⁷³¹ : 1 en calcaire à cérithes, 1 en grès coquillier normand).

Chronologiquement, le type 2 (perforation latérale prolongée dans l'œil) est observé dans le nord de la Gaule dès les premiers moulins rotatifs de La Tène C⁷³² et reste massivement employé jusqu'à La Tène D1 entre le littoral de la Mer du Nord, la Champagne-Ardenne⁷³³ et le bassin moyen et inférieur de la Seine⁷³⁴. Il demeure ensuite en usage jusqu'à la conquête romaine au nord de la Somme, et étonnamment jusqu'à la fin de l'époque romaine sur les meules en poudingue de Normandie. Dans le reste de la Gaule, il n'apparaît en revanche que ponctuellement dans les corpus de meules rotatives de l'Âge du Fer. Citons celles de la deuxième moitié du I^{er} siècle av. J.-C. découvertes sur le site des « Thermes » à Aix-en-Provence dont on pense qu'il pourrait s'agir de pièces d'influence septentrionale⁷³⁵.

Au contraire le type 1 (perforation latérale partielle), bien que très fréquent ailleurs en Gaule⁷³⁶, est très minoritaire au nord et à l'ouest de la vallée de l'Aisne et seulement repéré sur les meules en calcaire à cérithes de La Tène D. Or, comme l'avait remarqué C. Pommepuy, la vallée de l'Aisne, qui constitue ici la marge méridionale de l'étude, produit principalement des meules à trou latéral partiel à cette époque⁷³⁷. Les trous prolongés dans l'œil y sont limités aux catillus de type 3 (forme hémisphérique ou tronconique haute) que l'on retrouve plus fréquemment au nord et à l'ouest.

Pour les meules en roche volcanique, le creusement de trous d'emmanchement latéraux partiels de type 1 semble assez systématique autour et à l'est du district meulier de l'Eifel à La Tène D⁷³⁸. Néanmoins certains cas, notamment néerlandais, montrent déjà une perforation oblique aboutissant dans la cuvette telle qu'on l'observe à l'époque romaine⁷³⁹.

730 *Ibid.*, p. 301

731 *Ibid.*, p. 303

732 Meules de Salperwick (Pas-de-Calais) « les Nouvelles Marnières » en tuf calcaire à limnées.

733 JACCOTTEY *et al.* 2017a, p. 82

734 LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017c, p. 326, fig. 8

735 LONGEPIERRE 2014, p. 306-307

736 À Mandeuire dans le Doubs : JACCOTTEY 2009, p. 337 ; en Mayenne : HAMON *et al.* 2012, p. 213 ; de manière générale avec 40 % des perforations étudiées en France : LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017c, p. 326, fig. 8

737 POMMEPUY 1999, p. 127-128

738 HÖRTER 1994, p. 24 ; WEFERS 2006a, p. 20, fig. 5

739 HARTOCH *et al.* 2015, p. 29, d'après HARSEMA 1967

Par ailleurs, aucune trace d'oxyde métallique n'indique un éventuel cerclage du flanc des catillus laténiens. Pourtant, un catillus entier en poudingue découvert à Fransures (Somme), daté de La Tène D, comporte une bande de fer complète munie d'un anneau horizontal, en plus d'un trou d'emmanchement de type 2 (fig. 179)⁷⁴⁰. La présence de ces deux aménagements conjoints est difficile à expliquer et ce cas fait figure d'*unicum* dans le nord de la Gaule indépendante alors que les traces d'oxyde de fer sont plus fréquentes à l'époque romaine. Cette pièce étant largement assignée à La Tène finale par la céramique qui l'accompagnait, il faut supposer qu'elle s'intègre dans ses phases les plus tardives.

10.2.10 De la typologie croisée à la définition de bassins techno-culturels

Le corpus des meules gauloises est assez restreint comparé à celui de la période romaine et constitue une base statistique encore insuffisante. Par ailleurs, la plupart des pièces enregistrées le sont côté français puisque les recherches sur le second Âge du Fer y sont plus dynamiques que dans les pays limitrophes grâce à l'archéologie préventive, mais également à la faveur d'une bonne conservation des vestiges. Aux Pays-Bas où le cours des grands fleuves a fréquemment dévié, les vestiges de l'Âge du Fer sont rarement décelés.

Toutefois quelques constats, étayés par des comparaisons interrégionales, se dégagent et rejoignent la plupart du temps ceux émis par le *Groupe Meule* à l'échelle du territoire français⁷⁴¹.

Malgré l'uniformité présumée d'un matériel de mouture limité aux seules meules manuelles à la fin de l'Âge du Fer, l'analyse statistique de la série met en évidence l'existence de différents types morphologiques dont le lien avec une lithologie variée est indéniable. Néanmoins, ce lien n'est pas tout à fait exclusif puisque des tendances géographiques et chronologiques dépassant la simple distinction pétrographique dessinent en filigrane des traits culturels propres à différentes régions.

10.2.10.1 Massivité : rapport hauteur/diamètre des catillus

De manière générale sur l'ensemble du corpus laténien, le rapport hauteur/diamètre des catillus est de 1/3 (ratio médian : 0,3351). La médiane de ce rapport varie toutefois d'une roche à l'autre, allant de moins d'1/4 (0,24) pour le catillus cylindrique en Grès de Fosses-Belleu, à près d'1/2 (0,42) pour les catillus tronconiques en calcaire à glauconie et nummulites. Trois groupes se distinguent ainsi (fig. 218).

Un premier rassemble les catillus dont l'épaisseur approche le quart du diamètre, avec un rapport hauteur/diamètre systématiquement inférieur ou égal à la valeur médiane de tous les rapports (0,3351). Ce sont 1 catillus cylindrique en Grès de Fosses-Belleu de La Tène D (0,24), et 3 en tuf calcaire de la vallée de l'Aa, en portion de sphère et datés de La Tène C (0,24).

Le second groupe montre des valeurs dispersées autour du rapport médian total et une médiane qui s'en approche fortement. Le flanc de ces meules représente donc environ 1/3 du diamètre. Ce sont 13 catillus cylindriques et tronconiques en calcaire à cérithes (0,30), 3 de forme tronconique en Poudingue de Burnot (0,30), 16 tronconiques en grès quartzitique du Hainaut (0,31) et 2 hémisphériques en grès coquillier normand (0,35).

Enfin, le troisième groupe comprend les catillus dont la hauteur représente entre 1/3 et 1/2 du diamètre, avec des rapports hauteur/diamètre toujours supérieurs au rapport médian total. Ce sont 2 meules tronconiques en Grès de Macquenoise (médiane 0,35), 2 cylindriques en roche volcanique de l'Eifel (0,38), 3 tronconiques en Pierre à liards (0,40), 11 hémisphériques et tronconiques en poudingue normand (0,41) et 3 tronconiques en calcaire à glauconie et nummulites (0,42).

740 Étude P. Picavet dans PERRIER (rapport en cours)

741 LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017c ; JACOTTEY *et al.* 2017a

Individuellement, le rapport le plus faible est de 0,16 pour un catillus en calcaire à cérithes, le plus important est de 0,59, soit près de 2/3 pour une meule en poudingue normand. Le plus haut rapport pour les calcaires à cérithes atteint par ailleurs plus d'1/2 (0,5258), mettant en évidence une amplitude importante pour ce matériau. Cette amplitude s'explique par les différences typologiques qui résident entre les formes cylindriques à cuvette relativement plates (type Pommeputy 1) et les formes hémisphériques et tronconiques hautes à dépression centrale (types Pommeputy 2 et 3).

10.2.10.2 Morphologie formelle et fonctionnelle : forme, œil et trou d'emmanchement

Il existe une forte corrélation entre la forme générale du catillus et le type d'œil et de trou d'emmanchement pratiqué. En effet, le manchon de type 2 (perforation latérale prolongée horizontalement dans l'œil) ainsi que l'œil circulaire simple (type 1A), sont presque systématiquement associés à des catillus tronconiques à cuvette et hémisphériques à dépression centrale (31 cas sur 33 où tous ces caractères peuvent être combinés). Au contraire, les meules au flanc vertical et à la face supérieure en cuvette sont percées de trous de type 1 (perforation latérale horizontale partielle). Une de ces meules cylindriques, en calcaire à cérithes, présente un œil complexe (type 2E) ; celui du catillus en roche volcanique n'est pas conservé mais les autres pièces dépourvues de trou d'emmanchement sont percées d'un œil circulaire simple de type 1A. Enfin, un catillus en Grès de Macquenoise, bien que de profil tronconique et percé d'un trou d'emmanchement de type 2, est pourvu d'un œil complexe de type 2A.

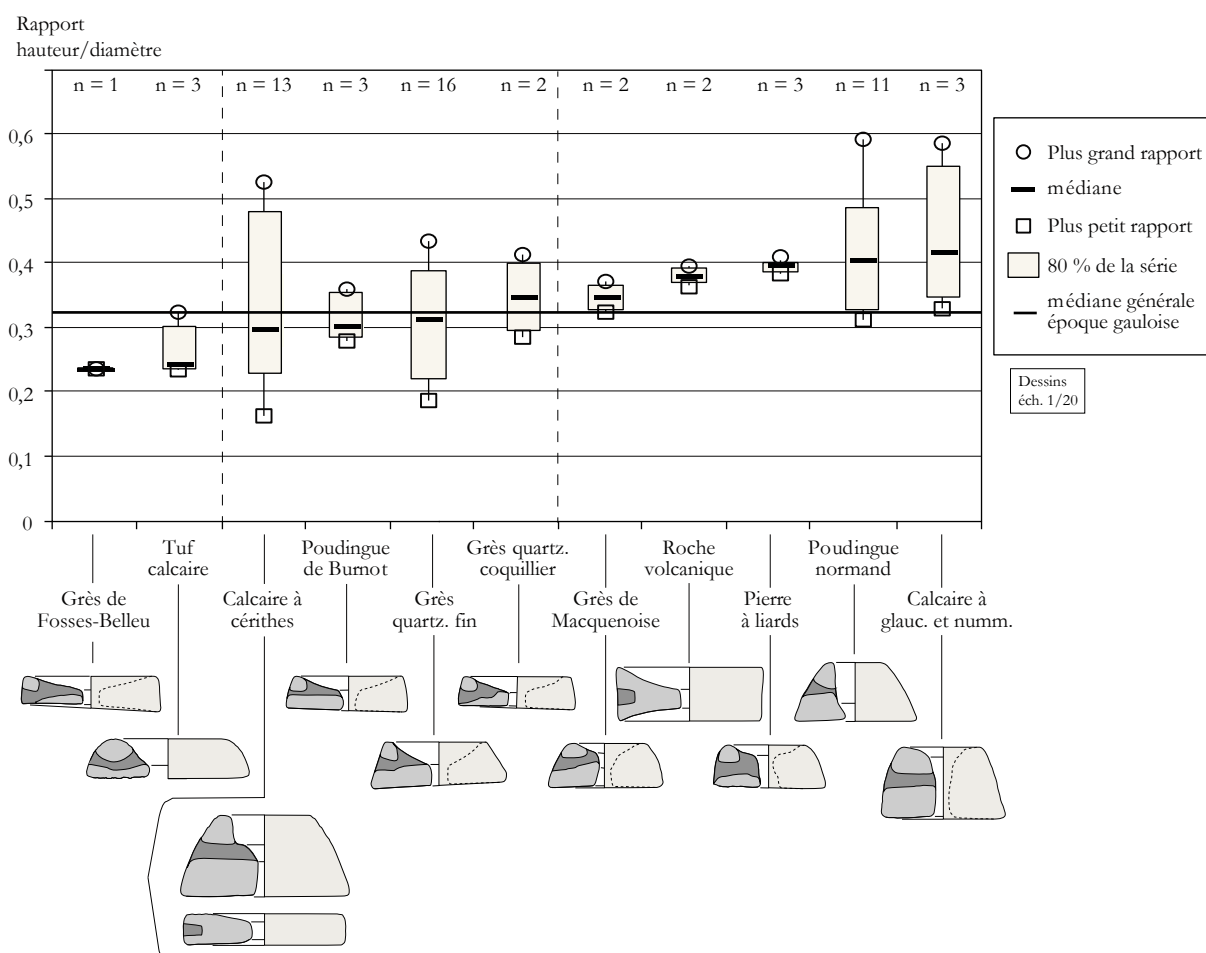


Figure 218 Répartition par quantiles du rapport hauteur/diamètre des catillus gaulois classés par roche.

Un seul catillus, en Grès de Fosses-Belleu⁷⁴², présente à la fois un flanc vertical, une face supérieure en cuvette, et une perforation latérale de type 2. Cet aménagement, associé au profil cylindrique plat de la meule (38 cm de diamètre pour 9 cm d'épaisseur), est très proche des trous de type 4 (perforation latérale prolongée à l'oblique dans la cuvette) qui équipent les meules de l'époque romaine taillées dans le même matériau (voir § 10.4.3.8). Cet exemplaire probablement tardif dans la chronologie de La Tène D pourrait ainsi préfigurer les productions standardisées des ateliers gallo-romains de Fosses/Bellefontaine (Val-d'Oise).

10.2.10.3 Répartition des formes

La répartition spatiale de la forme des catillus (flanc et face supérieure) révèle les contours de trois grandes aires qui concordent avec trois entités géographiques dont l'ensemble de la culture matérielle peut être distingué à l'Âge du Fer⁷⁴³ (fig. 219).

Une zone occidentale suivant le bassin de la Manche depuis le territoire supposé des Calètes jusqu'à celui des Morins est parsemée de meules hémisphériques à dépression centrale. Elles sont surtout réalisées, dès La Tène C, en poudingue normand dont la distribution suit cette logique géographique vers le nord-est. Elles semblent toutefois n'atteindre le Pas-de-Calais qu'au cours de La Tène D alors que les meules en tuf calcaire que l'on y relève à La Tène C affichent déjà la même forme en portion de sphère et les mêmes aménagements techniques (trou d'emmanchement horizontal traversant de type 2 et œil simple de type 1A). Cette forme hémisphérique se retrouvera à la fin de l'époque gauloise jusqu'au milieu du I^{er} siècle de notre ère avec les calcaires jurassiques exploités dans le Boulonnais. Toutefois, le percement ponctuel de trous d'emmanchement de type 1 (perforation latérale partielle) à cette époque pourrait révéler une influence d'outre-Manche, bien que strictement aucune meule de production bretonne n'ait été découverte dans le nord de la France jusqu'à présent. En effet, les trous aveugles sont quasi absents au nord d'une ligne reliant l'estuaire de la Seine à la vallée de l'Aisne, alors qu'ils sont omniprésents, bien que non exclusifs, de l'autre côté de la Manche, quel que soit le matériau et pour des meules trapues en portion de sphère ou « en ruche » (*beehive querns*) de La Tène C à la conquête romaine de la Bretagne par l'Empereur Claude⁷⁴⁴. On les retrouve notamment au sein des productions des ateliers meuliers de « East Wear Bay » à Folkestone (Kent), opérationnels entre La Tène D2 et la conquête⁷⁴⁵.

Suivant le bassin de la Mer du Nord, une zone ardennes-flamande fournit des meules tronconiques à cuvette proches du type Pommepuy 2. Les plus précoces, datées de La Tène C, sont des metas, ce qui empêche de distinguer des spécificités typologiques. Pour La Tène D, le lithocorpus fournissant le modèle-type de cette région est celui des meules en grès quartzitique tertiaire dit « landénien ». Le matériau affleure en de très nombreux gîtes entre l'Artois, le Hainaut et la Belgique orientale, mais l'homogénéité morphologique des productions et leur répartition pourraient révéler l'existence d'un atelier unique chez les Nerviens, dans le Hainaut. Un autre foyer regroupant des meules morphologiquement et pétrographiquement comparables est cerné chez les Ménapiens ; ces dernières pourraient provenir du territoire nervien, mais des ressources lithiques comparables existent aussi sur les monts des Flandres. D'autre part, contrairement aux meules nerviennes qui disparaissent au tournant de l'époque augustéenne, celles des Ménapiens sont encore fréquemment retrouvées dans les niveaux de la première moitié du I^{er} siècle de notre ère.

Aux abords du massif des Ardennes, les productions des secteurs de Macquenoise (chez les Nerviens) et de Lustin (Éburons/Atuatuques/Condruses) prennent de l'ampleur au cours de La Tène D

742 Catillus de Boran-sur-Oise (Oise) « la Pointe Herbière » (fouille S. Gaudefroy), La Tène D : meule n° 1274

743 LEJARS, METZLER 1996, p. 236-238

744 CURWEN 1937, p. 141-142 ; CURWEN 1941 ; PEACOCK 2013, p. 65 ; GREEN 2016b, p. 160-161

745 KELLER 1989 ; GREEN 2016b, p. 161

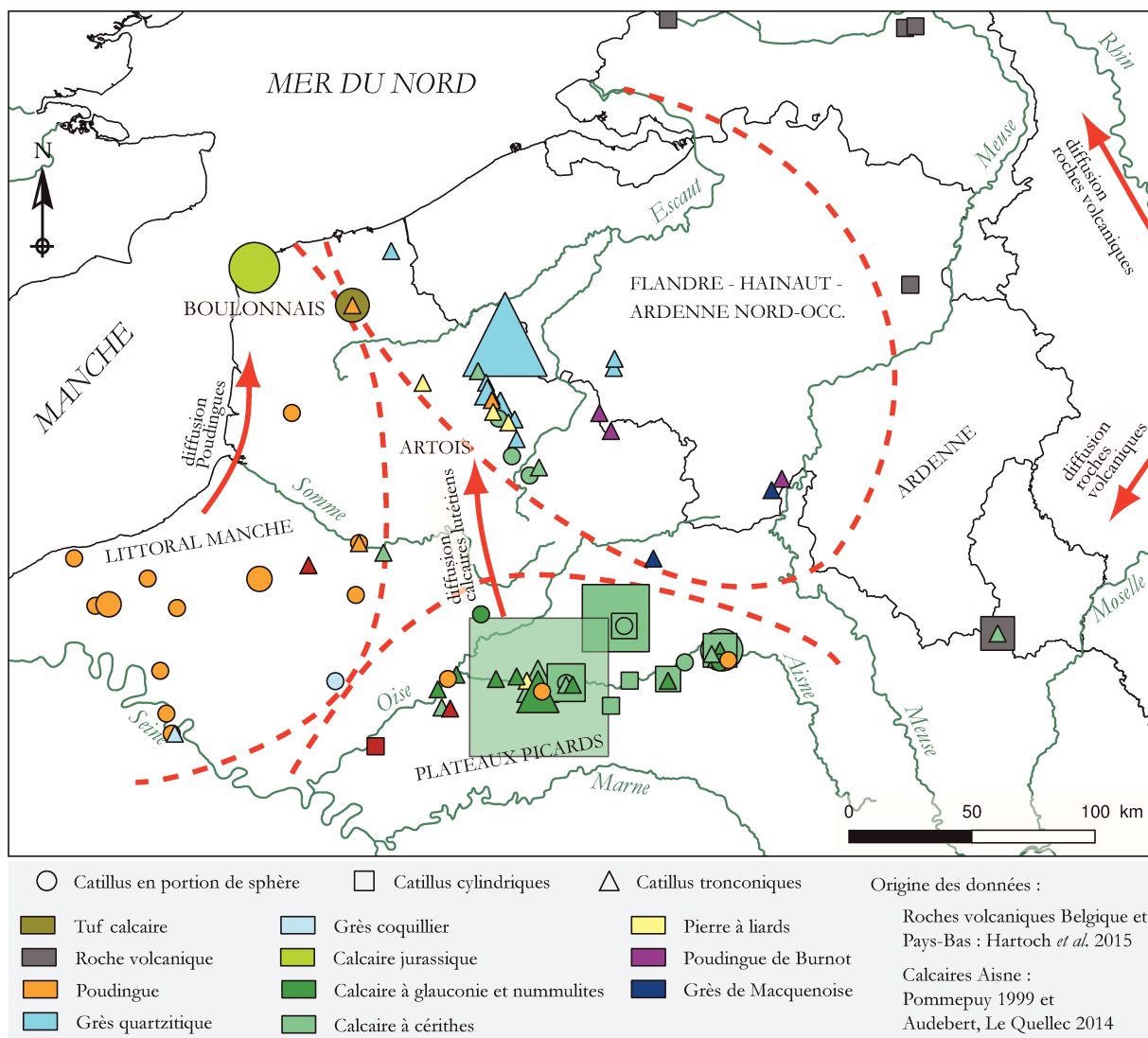


Figure 219 Carte de répartition des catillus gaulois en fonction de la courbe de leur flanc et de la roche qui les constitue. Trois zones sont circonscrites : l'ouest du Bassin parisien le long de la Manche, le centre du Bassin parisien, et le bassin flamand situé au nord du massif ardennais et de l'Artois. Le seuil de l'Artois fait figure de zone intermédiaire accueillant les productions du Bassin parisien. Les productions de l'Eifel sont peu représentées mais circuleraient par le Rhin et la Moselle.

et fournissent aussi des meules tronconiques à face supérieure en cuvette et trou d'emmanchement latéral prolongé dans l'œil (type 2).

Le territoire des Atrébates (Artois actuel), situé entre les deux zones précédentes, ne connaît une production propre qu'au cours de La Tène C, au sein de tufs calcaires holocènes locaux ou régionaux. En revanche, plusieurs meules recensées dans l'Artois à la même époque proviennent du nord du Bassin parisien, traduisant des rapports commerciaux entre les Suessions et les Atrébates.

Le nord du Bassin parisien fournit une gamme de modèles variée, avec des catillus tantôt tronconiques, tantôt en portion de sphère, et une réelle différence de profil entre les faces supérieures. C'est d'ailleurs et surtout cette partie des catillus qui a permis la distinction des types 2 et 3 chez C. Pommepuy. Les meules cylindriques en calcaire à cérithes (type Pommepuy 1), très particulières et peu représentées dans nos corpus, sont fréquentes à La Tène D2 dans le Soissonnais, mais sont essentiellement concentrées sur le site des « Grèves » à Villeneuve-Saint-Germain (Aisne)⁷⁴⁶. Les deux autres types sont présents tout le long de la vallée mais se répartissent différemment selon le faciès

746 POMMEPUY 1999, p. 132

de calcaire exploité. Le calcaire à glauconie est principalement présent dans la basse vallée à l'ouest de Soissons et des carrières de Vauxrezis. Les calcaires à cérithes et à cérithes+bivalves sont observés principalement depuis les alentours de Soissons jusqu'à Acy-Romance à l'est, mais les meules de type 1 (calcaire à cérithes seuls) sont prédominantes dans la moyenne vallée de l'Aisne autour de Villeneuve-Saint-Germain alors que les formes tronconiques (type 3), essentiellement réalisées en calcaire à cérithes+bivalves, sont surtout représentées en amont. L'association des types de trou d'emmanchement et d'œil avec ces formes est révélatrice du même phénomène de répartition. Ainsi l'existence de foyers à la fois typologiques et lithologiques autour de la vallée de l'Aisne nous incite à supposer l'activité de plusieurs carrières et ateliers dans les calcaires lutétiens du nord du Bassin parisien à la fin de l'Âge du Fer.

Enfin le secteur de l'Eifel livre des catillus cylindriques à cuvette qui se distinguent clairement des types précédents. Leur trou d'emmanchement est souvent percé horizontalement sans rejoindre l'œil, mais certains cas montrent des perforations latérales aboutissant dans la cuvette. Ces meules sont distribuées aux Pays-Bas et en Flandre (type « de Brillerij ») via le Rhin dès La Tène C2, et surtout à La Tène D⁷⁴⁷. On les retrouve en amont du Rhin et de ses affluents en Allemagne centrale⁷⁴⁸, mais elles ne sont pas étudiées partout. Bien que taillé dans d'autres matériaux régionaux, le même profil est observé jusqu'en Europe centrale⁷⁴⁹, et encore au sein des productions de la moitié sud de la Gaule, ce qui peut s'expliquer par le lien que constitue le Rhin entre la région de l'Eifel et les territoires celtes continentaux.

Cette série de constats vient confirmer l'existence d'une limite typologique déjà supposée par le *Groupe Meule* à l'échelle du territoire français. Au nord-ouest d'une ligne Bordeaux-Nancy est enregistrée une majorité de meules hémisphériques et tronconiques ; une majorité de profils cylindriques est relevée au sud-est. Le sud de la Picardie et l'Île-de-France, bien que dominées par le profil tronconique, livrent une variété de formes⁷⁵⁰ qui concorde avec leur position intermédiaire entre la Gaule Belgique et le reste de la Gaule.

10.3 Époque augusto-claudienne

Il est intéressant de s'arrêter sur la transition entre l'époque gauloise et la période romaine puisqu'on y décèle les prémices d'une adaptation du marché aux nouvelles contraintes géopolitiques. L'apparition ponctuelle de certaines roches locales montre une stagnation du commerce qui se traduit par une rétractation des réseaux de distribution antérieurement en place, et les mutations de la forme des meules trahissent une amélioration technique des systèmes de mouture dans la première moitié du I^{er} siècle de notre ère.

10.3.1 Répartition géographique et chronologique du corpus

Sur les sites archéologiques, la perception des phases laténiennes tardives, ou gallo-romaines précoces, n'est pas toujours évidente quand elles existent. L'occupation de certains lieux s'interrompt après la conquête césarienne pour ne reprendre qu'à l'époque tardo-augustéenne voire tibérienne⁷⁵¹. Quelques rares sites livrent toutefois des meules attribuées à une période que nous faisons correspondre aux décennies séparant l'organisation des Gaules de la conquête de la Bretagne (fig. 220). À cette période comprise entre le règne d'Auguste et celui de Claude, les territoires gaulois et leurs

747 HARTOCH *et al.* 2015, p. 29-30

748 WEFERS 2012 et 2014

749 En Bohême, les moulins « celtiques » sont cylindriques, biconcaves, et dotés d'un œil bilobé : BERANOVÁ 1980, p. 83

750 LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017c, p. 331-333 et fig. 16

751 En Gaule au nord de la Loire : MALRAIN *et al.* 2013 ; MALRAIN *et al.* 2015 ; en Germanie du nord : ROYMANS, DERKS 2016

réseaux de communications sont profondément remaniés au profit de l'axe Rhin-Rhône qui doit faciliter la conquête de la Germanie. Les zones plus occidentales longeant la Manche et la Mer du Nord paraissent alors mises de côté jusqu'au milieu du I^{er} siècle où l'intérêt des Romains pour l'île de Bretagne entraîne des mutations qui se font sentir dans la culture matérielle. Ce n'est qu'à ce moment que l'ensemble des productions meulières (hormis le poudingue normand) quitte les profils laténiens pour adopter des formes gallo-romaines.

Les contextes de découverte sont très différents les uns des autres puisqu'ils concernent tantôt des sites gaulois dont l'occupation perdure après la conquête (oppida d'Orival, du Titelberg, de la Chaussée-Tirancourt ; sites ruraux de Carvin, Steene, Heudebouvillie, Ittre, Sin-le-Noble), tantôt des sites nouveaux occupés dès l'arrivée des Romains (sites urbains de Boulogne-sur-Mer et Arras). Un total de 31 catillus, 20 metas et 4 individus de catégorie indéterminée sont pris en compte dans cette série. S'y ajoute un fragment de catillus de type « Pompéi » découvert dans les niveaux augustéens de l'oppidum du Titelberg. Cependant, la typologie de ce témoin précoce de l'influence romaine chez les Trévires sera abordée plus loin avec les meules de même type (voir § 10.4.6).

Toutes les meules ne sont pas datées avec précision par le mobilier accompagnant, mais devant la faiblesse du corpus et leur absence dans les contextes plus tardifs, les exemplaires non datés seront rapprochés typologiquement et pétrographiquement de ceux qui reposaient dans des contextes clos. C'est notamment le cas des meules de Tardinghen (Pas-de-Calais), en calcaire jurassique du Boulonnais, qui doivent être comparées au catillus de la « rue Branly » à Boulogne-sur-Mer, précisément daté de l'époque claudienne⁷⁵².

10.3.2 Le diamètre

Le diamètre des meules augusto-claudiennes est compris entre 28 et 41,5 cm, avec une médiane qui s'élève à 35 cm. Ces mesures sont calquées sur celles observées à La Tène D2 (entre 29 et 39 cm, médiane 35 cm).

Les médianes pour chaque roche sont très proches de la médiane générale, ce qui renforce la fiabilité du corpus pour cette période (fig. 221). Les meules en Grès de Macquenoise, dont la postérité est forte dans le bassin flamand à l'époque romaine, montrent des mesures réparties entre 31 et 41 cm (médiane 37,6 cm). Les meules en calcaire jurassique, qui ne font qu'une brève apparition avant le milieu du I^{er} siècle, affichent des dimensions majoritairement faibles, entre 28 et 38 cm (médiane 33 cm). Les meules en poudingue normand, dont la forme fait montre d'une incroyable permanence, connaissent aussi un accroissement depuis La Tène C, atteignant ici des mesures comprises entre 30 et 41 cm (médiane 37 cm pour 34 cm à La Tène C-D).

Le diamètre à cette époque est donc encore globalement celui de meules laténiennes mais poursuit sa lente progression.

10.3.3 L'épaisseur

10.3.3.1 Les catillus

L'épaisseur des catillus varie autour d'une valeur médiane de 9,85 cm (fig. 222). Les mesures les plus faibles sont observées sur les catillus en Grès de Macquenoise (6 à 10 cm, médiane 6,3 cm ; effectif : 3) ; les plus fortes pour ceux en poudingue normand (6 à 20,7 cm, médiane 11,9 cm ; effectif : 7) et en grès quartzitique « landénien » (10,1 à 13,8 cm, médiane 12,5 cm ; effectif : 4). Les autres médianes sont situées autour de la médiane générale : entre 8,6 et 9,4 cm (médiane 9 cm) pour les 2 catillus en grès coquillier normand, entre 7 et 10,4 cm (médiane 9 cm) pour les 7 pièces en calcaire

⁷⁵² Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais) « rue Branly » (fouille O. Blamangin) : meule n° 1334

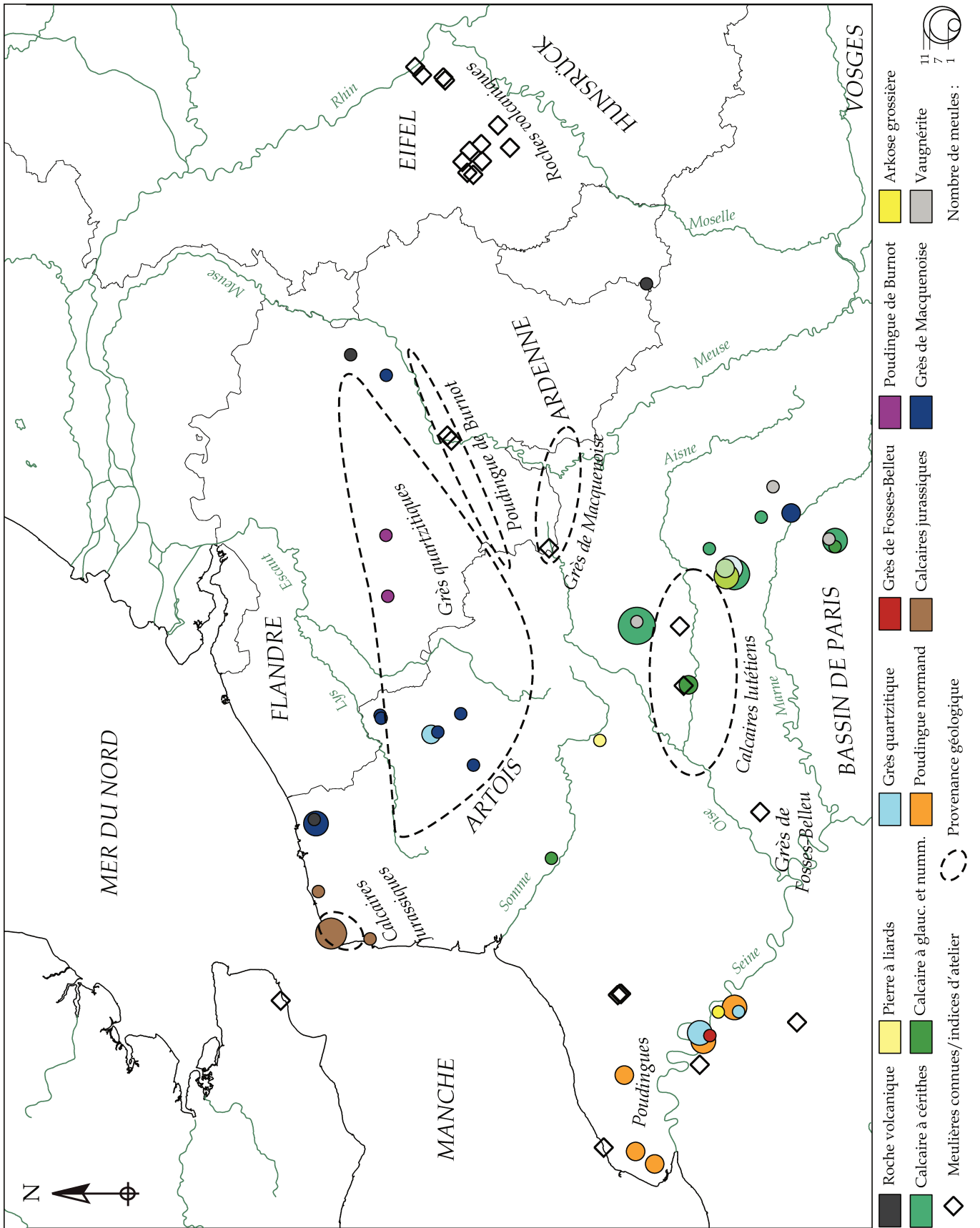


Figure 220 Répartition par roche des meules rotatives manuelles d'époque augusto-claudienne (fin I^{er} siècle av. J.-C. – première moitié I^{er} siècle ap. J.-C.). Projection conjointe des pièces étudiées physiquement et identifiées dans la bibliographie.

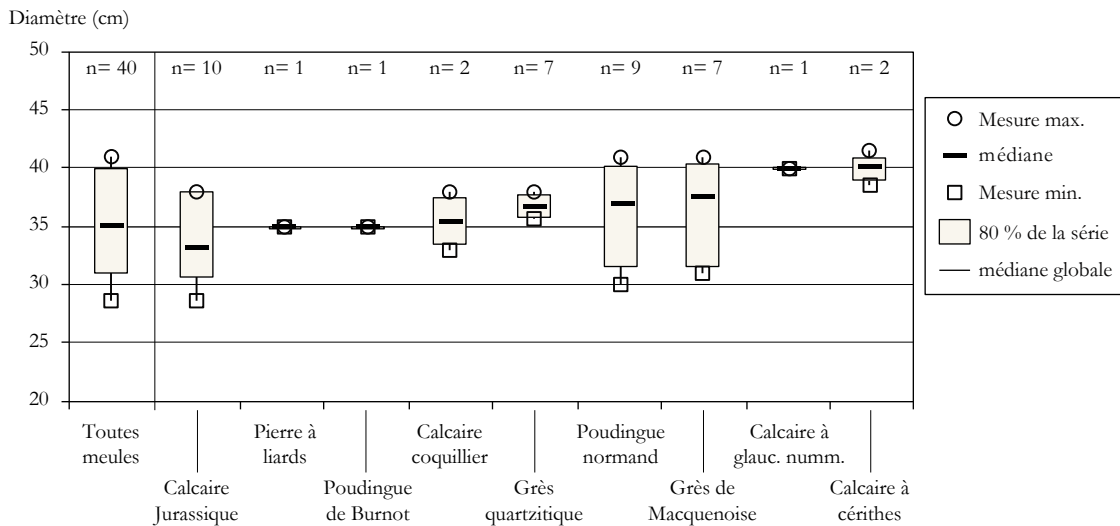


Figure 221 Répartition par quantiles du diamètre des meules augusto-claudiennes selon la roche qui les constitue.

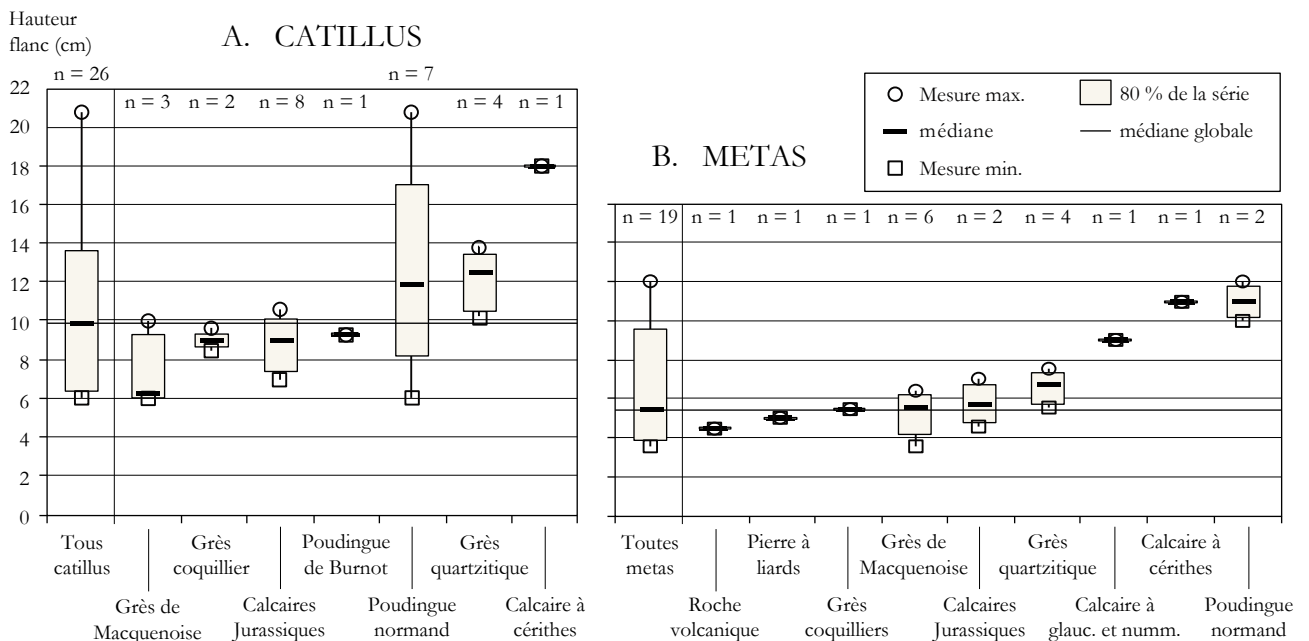


Figure 222 Répartition par quantiles de l'épaisseur des meules augusto-claudiennes selon la roche qui les constitue.

jurassique du Boulonnais, et 9,3 cm pour le catillus en Poudingue de Burnot.

Comme à La Tène C-D, la forme du flanc a peu d'incidence sur l'épaisseur du catillus puisque les mesures les plus faibles sont observées à la fois sur des pièces tronconique (approchant déjà le cylindre) en Grès de Macquenoise, et sur les catillus en calcaire jurassique du Boulonnais, taillés en portion de sphère.

À la charnière entre les époques gauloise et romaine, la prise en compte de l'épaisseur des meules ne montre pas de phénomène global d'évolution à l'échelle de la région d'étude. En revanche en prenant les lithocorpus un par un, cette mesure reflète la capacité de certains centres de production à faire évoluer la forme générale de leurs produits, ou au contraire révèle le fort héritage laténien d'autres ateliers. La persistance des formes tronconiques gauloises parmi les meules en grès quartzitique fin implique un maintien des fortes épaisseurs (ici autour de 12,5 cm), alors que les meules en Grès de Macquenoise, distribuées dans la même région, voient leur diamètre augmenter et leur épaisseur décroître.

10.3.3.2 Les metas

Pour les metas, les effectifs se comptent souvent au nombre d'une ou deux pièces pour chaque roche, les 6 meules en Grès de Macquenoise et les 4 en grès quartzitique faisant figure d'exception. La représentativité de cette série est donc limitée, mais reflète globalement le même phénomène que le groupe des catillus. Les mesures oscillent entre 3,5 et 12 cm (médiane de 5,9 cm – fig. 222), révélant un aplatissement général des formes (médiane de 7,7 cm au cours de La Tène C-D). Répartie par roche, la hauteur du flanc est quasi constante autour de cette tendance générale, avec des valeurs médianes et absolues souvent comprises entre 4 et 6 cm que ne dépassent à peine les mesures des metas en grès quartzitique. Seules les metas en calcaire à glauconie et nummulites, en calcaire à cérithes et en poudingue normand montrent encore des flancs très épais, compris entre 9 et 12 cm.

10.3.4 *La ligne du flanc*

Sur les 31 catillus attribués à la fin de l'époque gauloise jusqu'au milieu du I^{er} siècle, la pente du flanc peut être mesurée dans 25 cas (fig. 223A). Elle est alors comprise entre 29 et 90° pour une valeur médiane qui s'élève à 69° (fig. 223B). Sur les 20 metas, 17 ont un flanc dont la pente est mesurable ; elle est comprise entre 90 et 144°, avec une médiane de 107°.

Ces pentes très affirmées ne reflètent pas tout à fait la réalité de la série puisque deux groupes de catillus de lithologie différente se distinguent. Les mesures les plus basses (29 à 59°), donc les catillus les plus tronconiques héritiers directs des formes laténiennes, sont constitués de poudingue normand et de grès coquillier normands, ainsi que de calcaires jurassiques du Boulonnais. Les formes qui approchent le cylindre (69 à 90°) sont réalisées en grès quartzitique du Hainaut, en Poudingue de Burnot et en Grès de Macquenoise. La même distinction est observée entre les flancs rentrants convexes, toujours présents vers le littoral de la Manche, et les flancs rentrants plats, relevés dans la plaine flamande et le bord du massif ardennais.

La sériation des mesures est plus régulière pour les metas, mais montre toujours une amplitude importante entre les metas en poudingue normand et en calcaires jurassiques, au flanc très évasé (130 à 144°), et celles en Grès de Macquenoise, en roche volcanique et en calcaires lutétiens qui approchent le cylindre (90 à 126°).

10.3.5 *La face supérieure des catillus*

La distinction qui existait à La Tène C-D entre les faces supérieures convexes confondues avec le flanc et percées de dépressions centrales, et les faces supérieures en cuvette, se maintient à l'époque augusto-claudienne (fig. 224). Les cuvettes sont toujours associées à un flanc rentrant plat et observées seulement sur les meules en grès quartzitique fin (5 meules), en Poudingue de Burnot (1) et en Grès de Macquenoise (5), auxquelles se joignent les catillus en grès coquillier normand (2).

Les dépressions centrales étroites, liées à une forme en portion de sphère, s'observent toujours sur les meules en poudingue normand (6 meules), auxquelles s'ajoutent les catillus en calcaires jurassiques du Boulonnais (8).

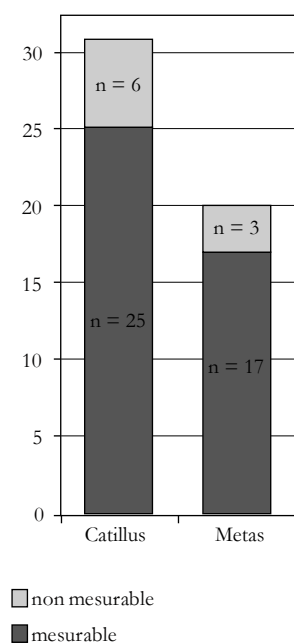
Un profil singulier apparaît sur un catillus en poudingue à Heudebouville (Eure) : un flanc rentrant plat est associé à une face supérieure convexe (inclinaison 8°).

10.3.6 *La face inférieure des metas*

La face inférieure des metas est conservée dans 18 cas. Les faces inférieures concaves sont encore peu représentées et limitées à 1 meta en roche volcanique, 1 en Grès de Macquenoise, 1 en grès quartzitique et 1 en grès coquillier normand.

Les faces inférieures convexes sont toujours caractéristiques des meules en poudingue normand (2

A. Mesurabilité du flanc



B. Pente flanc (°)

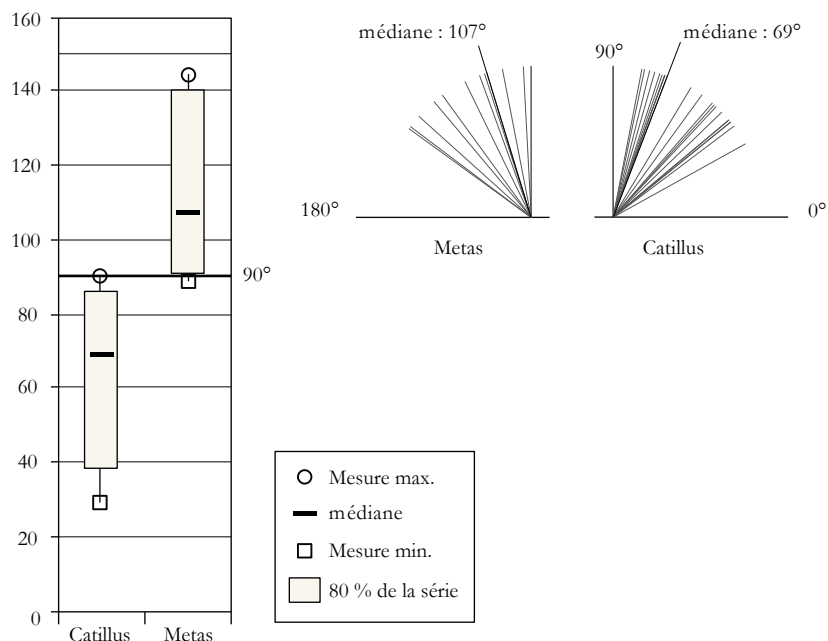


Figure 223 A. Mesurabilité de la pente du flanc parmi le corpus des meules gauloises. B. Répartition des mesures d'inclinaison du flanc des catillus et des metas par quantiles et représentation graphique des deux séries.

cas), auxquelles s'ajoutent les metas en calcaires jurassiques du Boulonnais (2 meules), très proches morphologiquement. Une autre meta en grès quartzitique fin montre une face inférieure à peine dégrossie et donc irrégulière, qui peut s'intégrer dans ce groupe et implique un calage spécifique du moulin.

Les 10 autres metas ont la face inférieure plane et horizontale.

10.3.7 La face active

La conicité de la face active peut être mesurée dans 38 cas, soit sur 20 catillus et 18 metas. La médiane de l'ensemble de la série est de 1° pour les catillus comme pour les metas, mais la faiblesse du corpus rend la répartition par type peu valable. La médiane par roche montre des valeurs réparties entre 0 et 2° pour les catillus, et entre -2 et 1,5° pour les metas (fig. 226). Une meta en roche volcanique affiche une pente de 4° qui, bien que plus faible que celles de La Tène D, montre une fois de plus la spécificité des productions de l'Eifel.

Le seul moulin complet est celui de Reims, taillé en calcaire à cérithes (fig. 225). Les faces actives atteignent aussi 4° et montrent un écart de pente minimale entre le catillus et la meta, inférieur à 1°. Un léger creusement ménagé en partie proximale laisse passer le grain entre les deux meules, puis le son doit rapidement se dérouler avant que l'amande soit écrasée⁷⁵³.

Une seule meta, découverte sur l'oppidum d'Orival, montre encore une face active légèrement concave (-2°) ; comme à l'époque gauloise, cet aspect fait figure d'accident d'usure ou de rhabillage.

753 Reims (Marne), rue des Fuseliers, Médiathèque (fouille P. Rollet) : meules n° 571 et 572

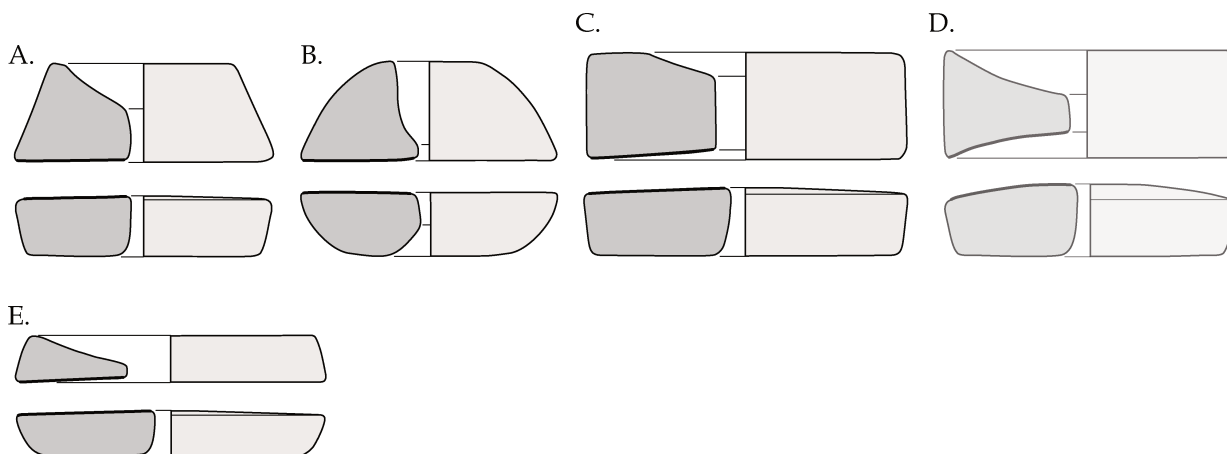


Figure 224 Profil des six principaux types de meules observés à l'époque augusto-claudienne. Les formes gauloises existent toujours alors que se développent les formes basses gallo-romaines. A. Le flanc est incliné, plat, et la face supérieure du catillus est creusée en cuvette. B. Le flanc est incliné, convexe, conférant aux meules une forme en portion de sphère ; l'œil du catillus est creusé en une profonde dépression. C. Le flanc est vertical, la face supérieure du catillus est entamée d'une faible cuvette. D. Le seul fragment de meta en roche volcanique daté d'époque augustéenne est peu identifiable ; la typologie n'est pas connue pour cette période. E. Le flanc du catillus est encore incliné, plat, mais l'épaisseur s'affine fortement.

10.3.8 L'œil

10.3.8.1 Forme de l'œil

La forme de l'œil est identifiable sur 23 catillus et 13 metas. Sur les catillus, il est systématiquement de forme simple, circulaire (type 1A : 21 meules) ou ovale (type 1B : 1 catillus en Grès de Macquenoise). Seul l'œil du catillus de Reims, en calcaire à cérithes, arbore une forme complexe à mortaises quadrangulaires (type 2E). Sur les metas, il est circulaire et perce totalement la meule. Comme aux siècles précédents, cet aménagement suppose la rotation libre du catillus autour d'un axe simple fiché dans l'œil de la meta.

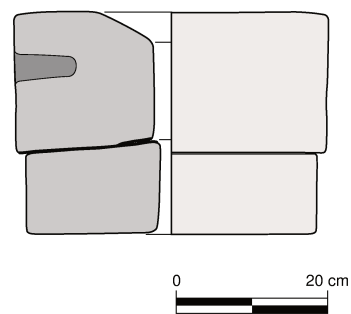


Figure 225 Coupe de meules manuelles en calcaire à cérithes. Reims (Marne) « Médiathèque, rue des Fuseliers ». Calcaire à cérithes, meules n° 571 et 572.

10.3.8.2 Diamètre de l'œil

Sur l'ensemble du corpus augusto-claudien, 22 catillus et 13 metas ont un œil conservé et mesurable (fig. 227).

La mesure médiane du diamètre est de 4,1 cm pour les catillus (3 à 10 cm) et 3,5 cm pour les metas (3 à 5 cm). En excluant les deux déciles extrêmes de ces séries statistiques, les mesures se resserrent plus encore qu'à La Tène C-D. La majorité du corpus est en effet pourvue d'un œil large de 3,75 à 6,5 cm pour les premiers et de 3 à 4,9 cm pour les secondes.

Ici encore, le diamètre de l'œil des metas est constant autour de la valeur médiane, alors que les catillus affichent des mesures plus dispersées.

10.3.9 Le dispositif d'entraînement

Sur 31 pièces, seuls 16 catillus présentent un aménagement destiné à l'entraînement du moulin. La majorité des meules qui ont conservé leur trou d'emmanchement (9 catillus) montrent encore une perforation latérale prolongée horizontalement dans l'œil central (type 2 de la typologie du

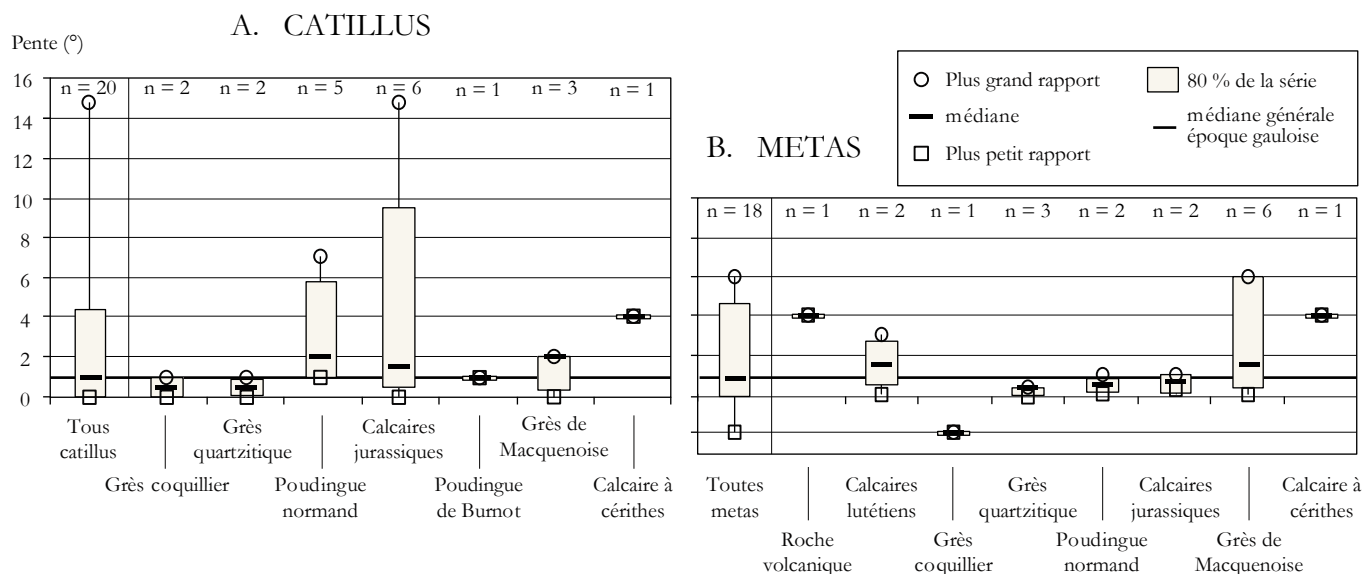


Figure 226 Répartition par quantiles des mesures d'inclinaison de la face active des meules augusto-claudiennes.

*Groupe Meule*⁷⁵⁴). Trois sont creusées de perforations horizontales partielles (type 1⁷⁵⁵ : 1 en calcaire jurassique, 1 en Grès de Macquenoise, 1 en calcaire à cérithes), et 2 autres montrent des perforations latérales prolongées à l'oblique dans la cuvette sans rejoindre l'œil (type 4⁷⁵⁶ : 1 en grès coquillier normand, 1 en Grès de Macquenoise).

Une nouveauté apparaît sur 3 catillus en poudingue normand sous la forme de traces d'oxyde de fer et/ou d'encoches peu profondes réparties en partie inférieure du flanc. Ces encoches servent de points de fixation pour leur cerclage comme cela a été observé sur le catillus laténien entier de Fransures (Somme). D'ailleurs, deux des trois catillus qui comportent ici ce type d'aménagement présentent aussi un trou d'emmanchement de type 2 encore utilisable, comme c'était le cas à Fransures. Cette association de deux dispositifs d'entraînement supposés équivalents et non usagés pose question, d'autant que le troisième catillus, dont la forme est complète, est totalement dépourvu de trou d'emmanchement et donc doté d'un simple cercle métallique auquel était fixé le manche. Le cerclage vient peut-être renforcer un système fragilisé, ou, plus simplement encore en s'engageant dans une histoire anecdotique, le propriétaire du moulin disposait-il d'un équipement cerclé qu'il a adapté sur un catillus pré-percé d'un trou d'emmanchement.

10.3.10 Permanence et mutation des formes laténiennes

Malgré la minceur du corpus de transition entre La Tène finale et l'époque romaine, on perçoit de manière assez fine les changements se produisant à cette période. Le contraste est important entre la persistance de l'usage d'un moulin

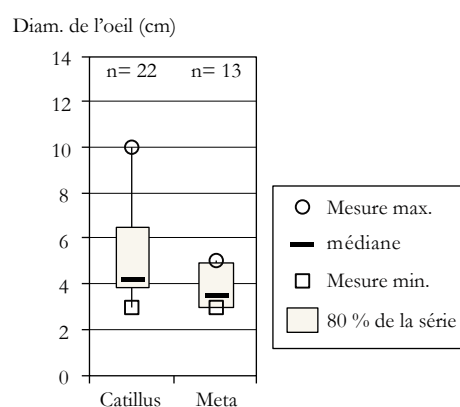


Figure 227 Répartition par quantiles du diamètre de l'œil des catillus et des metas. L'œil simple des catillus est statistiquement plus large que celui des metas.

754 JODRY *et al.* 2011, p. 303

755 *Ibid.*, p. 301

756 *Ibid.*, p. 303

manuel « simple » jusqu'au milieu du I^{er} siècle de notre ère dans le nord de la Gaule, et l'apparition des premières meules de grand format à la même époque.

Si certaines productions font montre d'une permanence à travers le temps, d'autres affichent un profil qui annonce déjà fortement les moulins de la pleine époque romaine.

Ainsi, les meules en poudingue normand conservent leur forme hémisphérique et sont percées d'une dépression centrale peu distincte de l'œil, et d'un trou d'emmanchement latéral qui le rejoint horizontalement. Leur rapport médian épaisseur/diamètre est encore élevé (0,33, soit 1/3). À la fin de La Tène D, ces meules n'arrivent plus chez les Morins : elles sont remplacées par des productions locales sélectionnées au sein des niveaux jurassiques du Boulonnais. Ces dernières héritent directement de la forme en portion de sphère dont étaient façonnées les importations normandes de La Tène D, mais montrent une épaisseur plus faible pour des diamètres variés (rapport médian épaisseur/diamètre : 0,26, soit 1/4).

Dans le bassin ardenno-flamand, les dernières meules en grès quartzitique conservent leur forme tronconique haute (rapport médian : 0,38) avant de disparaître au milieu du I^{er} siècle. En parallèle, les meules ardennaises en Poudingue de Burnot, mais surtout en Grès de Macquenoise dont la postérité est plus grande, montrent un accroissement de leur diamètre et une diminution de la hauteur du flanc (rapports médians 0,26 et 0,19, soit respectivement 1/4 et moins d'1/5). La surface de broyage gagne donc en superficie tout en réduisant la massivité et donc le poids de la meule. L'efficacité du moulin est ainsi améliorée tout en favorisant le transport des meules et donc leur commercialisation à longue distance. Le flanc perd de son inclinaison et tend vers le cylindre caractéristique des meules romaines, entraînant par la même occasion un élargissement de la cuvette supérieure. Accompagnant l'amincissement des catillus, le trou d'emmanchement latéral aboutit plus rarement dans l'œil mais plutôt dans la cuvette, de l'autre côté du bandeau.

Les sites augusto-claudiens qui ont fourni des meules en calcaires lutétiens sont rares, ce qui occulte la perception des mutations pour ces matériaux. Les dimensions sont encore relativement faibles, plaçant ces meules tardo-laténiennes dans la tradition des formes gauloises. La présence des dernières meules en Pierre à liards à cette époque renforce cette impression, tout comme la rupture morphométrique qui apparaîtra au Haut-Empire pour les meules en calcaire à glauconie et nummulites. Toutefois, la présence d'une meta en calcaire à glauconie et nummulites parmi l'*instrumentum* domestique du camp militaire césarien de la Chaussée-Tirancourt (Somme) montre la présence de ces productions régionales dans la société et l'absence d'importations lointaines (italiennes notamment) dans l'équipement romain à cet endroit.

10.4 Empire romain : une gamme variée, reflet du progrès technique

10.4.1 Composition et répartition du corpus

Au cours de la première moitié du I^{er} siècle, l'Empire romain marque le nord de la Gaule et la Germanie de son empreinte. Contrairement aux périodes précédentes, le corpus des meules devient alors substantiel en plus d'être très cohérent. Il est constitué de 820 catillus, 653 metas et 232 individus de catégorie indéterminée. Ces derniers seront écartés des calculs statistiques car leur indétermination tient de leur manque d'éléments diagnostiques. Toutes ces pièces sont réparties chronologiquement entre la première moitié du I^{er} et le début du V^e siècle de notre ère, et géographiquement entre l'estuaire de la Seine et celui du Rhin. La vallée de l'Aisne et celle de la Moselle constituent les marges méridionale et orientale de cet espace.

Tous les types de sites sont représentés, de la petite ferme au chef-lieu de Cité en passant par l'agglomération secondaire, la villa, le camp militaire, le sanctuaire ou le site d'artisanat. L'analyse de

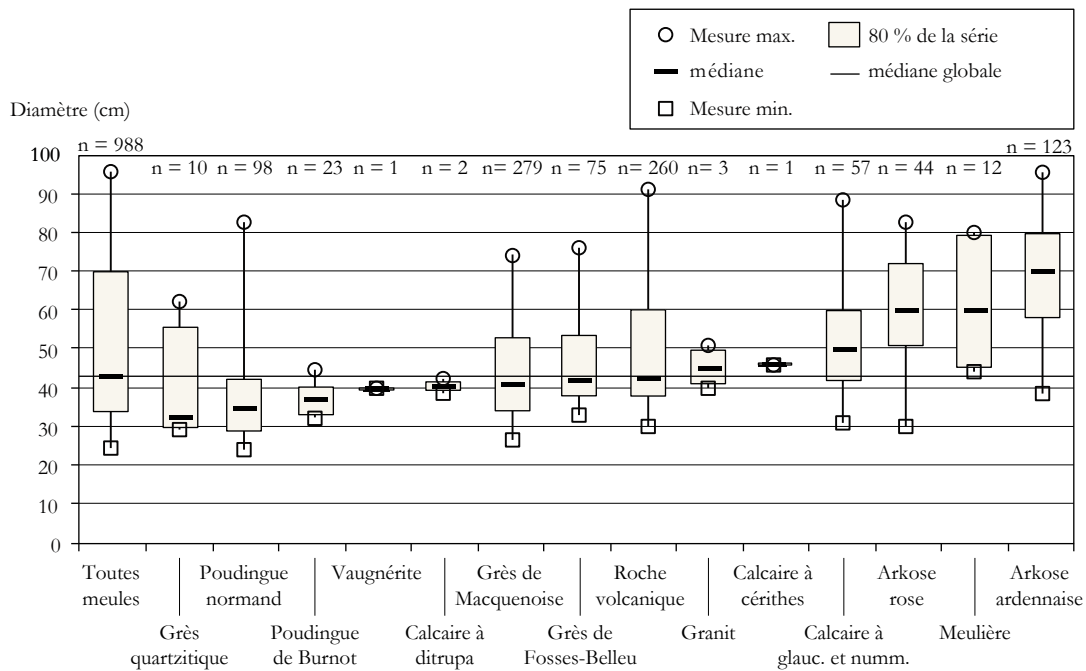


Figure 228 Répartition par quantiles du diamètre des meules d'époque romaines selon la roche qui les constitue, tous types confondus.

la répartition des meules sur ces sites ne pourra être abordée qu'une fois les types de meules bien discriminés morphologiquement.

Parmi les 1705 meules et fragments de meules attribués à cette époque, 988 ont un diamètre restituable. Quel que soit le matériau, il est compris entre 24 et 96 cm pour une médiane globale qui s'élève à 43 cm (fig. 228). Cependant selon les roches, les mesures sont soit resserrées sous la cinquantaine de centimètres, soit réparties entre petits et grands diamètres, soit limitées aux seuls grands formats. Dans le premier cas, la roche n'a fourni que des meules manuelles ou presque ; c'est le cas des meules en poudingue normand, en Poudingue de Burnot, en grès quartzitique « landénien », en calcaire à cérithes et en calcaire à *ditrupa*. Dans le deuxième cas, la roche a livré à la fois des meules manuelles et des meules de grand format ; c'est le cas de la plupart des roches meulières régionales principales, Grès de Macquenoise, Grès de Fosses-Belleu, calcaire à glauconie et nummulites, roche volcanique, meulière. Dans le dernier cas, seules des meules de grand ou de moyen format sont enregistrées pour une même roche ; ce sont essentiellement les meules en arkose grossière ardennaise et en arkose rose. La difficulté pour ces meules réside en la discrimination et la répartition des matériaux puisque des arkoses grossières macroscopiquement comparables ont fourni des types de meules différents autour du massif ardennais d'une part, et en Normandie d'autre part. Il sera important de distinguer les grandes meules en arkose grossière observées dans le premier secteur, des meules manuelles relevées dans le second. Pour bien cerner l'évolution des dimensions des meules, il faut donc comparer des types similaires et séparer les meules manuelles des meules de grand format, les contraintes techniques liées à chacune étant très différentes.

10.4.2 Discrimination statistique des types

10.4.2.1 Énoncé des hypothèses préliminaires

Avant toute observation de leur forme, le rassemblement des données morphométriques des meules et le codage de leurs caractéristiques techniques dans une matrice statistique d'analyse en composantes principales (ACP)⁷⁵⁷ discrimine d'emblée différents groupes de points. L'analyse de la série

⁷⁵⁷ L'analyse en Composantes Principales (ACP) permet, à partir d'une base de données volumineuse, d'identifier

des catillus (fig. 229) pose et oriente ainsi des hypothèses de répartition typologique des meules en lien avec leur lithologie. L'ensemble des données morphologiques et techniques chiffrables sont introduites dans la matrice (diamètre, hauteur du flanc, inclinaison du flanc et de la face active, diamètre de l'œil ; type d'œil, de trou d'emmanchement, de face supérieure ; présence/absence de rayonnage et de dispositif de cerclage). L'analyse montre notamment que, dans la meilleure des situations, les facteurs principaux qui séparent les catillus manuels des catillus de grand format sont sans surprise le diamètre (pourcentage de variance 42,7 %), mais aussi l'inclinaison du flanc (pourcentage de variance 27,5 %). L'inclinaison de la face active, le diamètre de l'œil et le type de face supérieure interviennent en second lieu. Cela signifie que les meules au diamètre le plus faible ont statistiquement un flanc très incliné et une face active quasi horizontale ; les plus grandes ont un flanc qui approche ou atteint la verticale et une face active plus inclinée.

En prenant en compte la lithologie, les meules manuelles en poudingue normand sont très clairement isolées pour leur faible diamètre, leur flanc très incliné et leur face active quasi horizontale. Un second groupe est bien identifié et rassemble les meules manuelles cylindriques plates. Ces catillus ont un diamètre supérieur à celui des meules en poudingue, un flanc moins incliné jusqu'à la verticale, une face supérieure majoritairement creusée en cuvette, et une épaisseur moindre. Plusieurs roches fournissent ce modèle de meules de manière équivalente selon les régions : le Grès de Macquenoise en bleu, le calcaire à glauconie et nummulites en vert, le Grès de Fosses-Belleu en rouge, les roches volcaniques en noir, et le Poudingue de Burnot en violet.

Certaines formes trapues s'approchent néanmoins toujours de celle des meules en poudingue normand ; ce sont quelques meules en Grès de Macquenoise, en Poudingue de Burnot et en grès quartzitique fin.

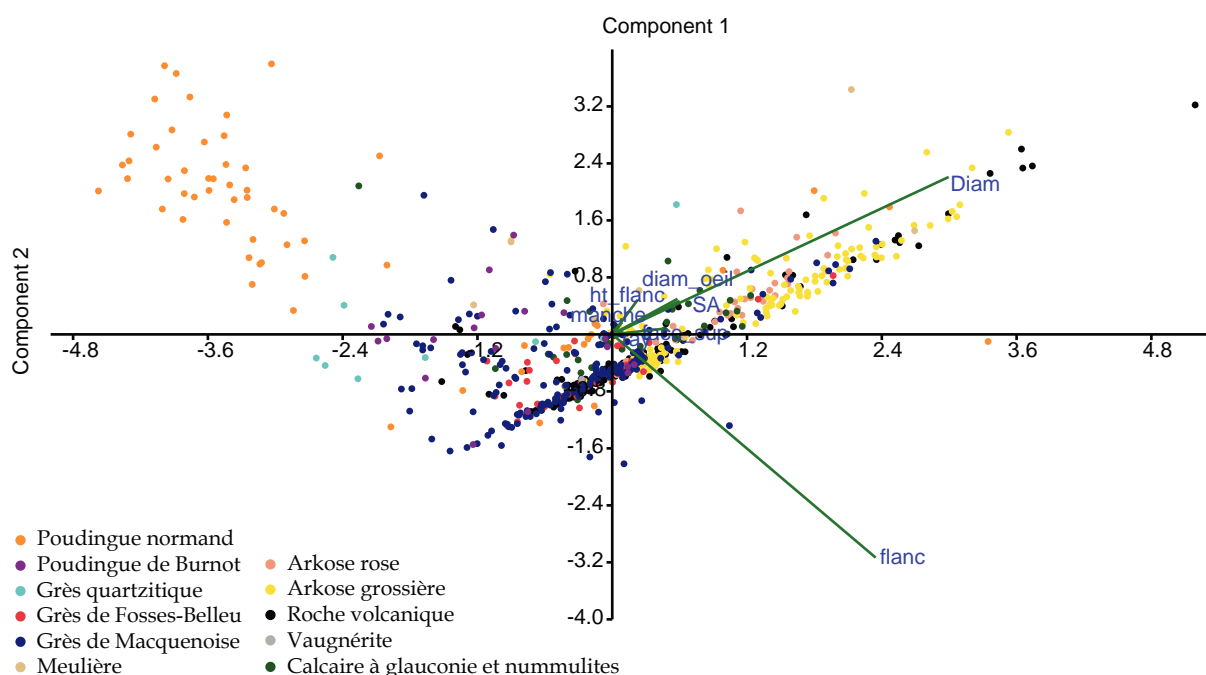


Figure 229 Analyse en Composantes Principales (ACP) de la série des catillus romains avec affichage des biplots (vecteurs associés à chaque composante).

et de corrélérer les variables (les mesures notamment) qui influent sur la définition de groupes homogènes ou au contraire hétérogènes. Chaque ligne comporte les variables (en colonnes) liées à un individu. Des groupes, rassemblés ici par roche, peuvent être constitués d'office pour orienter l'analyse dès le départ. Le pourcentage de variance lié à chaque composante détermine celle qui donne le plus d'informations : BAXTER 2015

Le groupe supérieur réunit d'abord quelques rares meules de grand format en Grès de Macquenoise, en Grès de Fosses-Belleu, en calcaire à glauconie et nummulites, et en roche volcanique. Il rassemble aussi la totalité des meules en arkose rose et en arkose grossière ardennaise, ce qui instille l'hypothèse d'une spécificité de ces deux derniers lithocorpus qui seront traités à part. Parmi les plus grands diamètres, l'enjeu sera de distinguer les éléments caractéristiques des meules à entraînement central de ceux des meules à traction périphérique.

L'analyse est plus délicate pour les metas qui ne sont pas dotées des aménagements liés à l'entraînement du moulin. Ici aussi, le diamètre et l'inclinaison du flanc sont les deux paramètres principaux qui entrent en jeu pour la distinction des meules manuelles et des meules de grand format (fig. 230). S'y ajoute le diamètre de l'œil qui s'avère particulièrement déterminant. Ce dernier paramètre est lié, soit au calage d'un axe fixe autour duquel tourne le catillus ou son anille, soit au passage du gros fer quand l'axe de rotation joue un rôle de support et/ou d'entraînement du catillus⁷⁵⁸.

Ainsi, la majorité des grandes metas montre un flanc vertical ; la moitié de celles-ci est percée d'un œil large laissant passer le gros fer dans le cas d'un entraînement central, l'autre moitié d'un œil étroit n'ayant qu'un rôle de centrage de la rotation dans le cas d'une traction périphérique.

Les diamètres les plus faibles se caractérisent par un flanc sortant et un œil étroit. Les petites metas en poudingue normand affichent un petit diamètre et un flanc très évasé. Le Grès de Macquenoise, le Grès de Fosses-Belleu et le calcaire à glauconie et nummulites livrent des meules de plus grand diamètre et au flanc moins incliné, jusqu'à la verticale. Les meules en Poudingue de Burnot se situent entre ces deux groupes, alors que les metas en roche volcanique ont le flanc surtout vertical. Les grandes meules en arkose grossière ont également un flanc statistiquement très proche de la verticale.

La distinction de tous ces groupes est la plupart du temps liée à la roche qui les compose, suggérant *a priori* l'existence d'un « effet d'atelier », ou au moins la réalisation de types de meules particuliers dans certains ateliers (grandes meules en arkose grossière ardennaise notamment). En revanche l'inverse n'est pas vrai : chaque roche ne fournit pas un type de meule particulier. Le Grès de Macquenoise, le Grès de Fosses-Belleu, le calcaire à glauconie et nummulites, les roches volcaniques et le poudingue normand livrent à la fois des meules manuelles et de grand format.

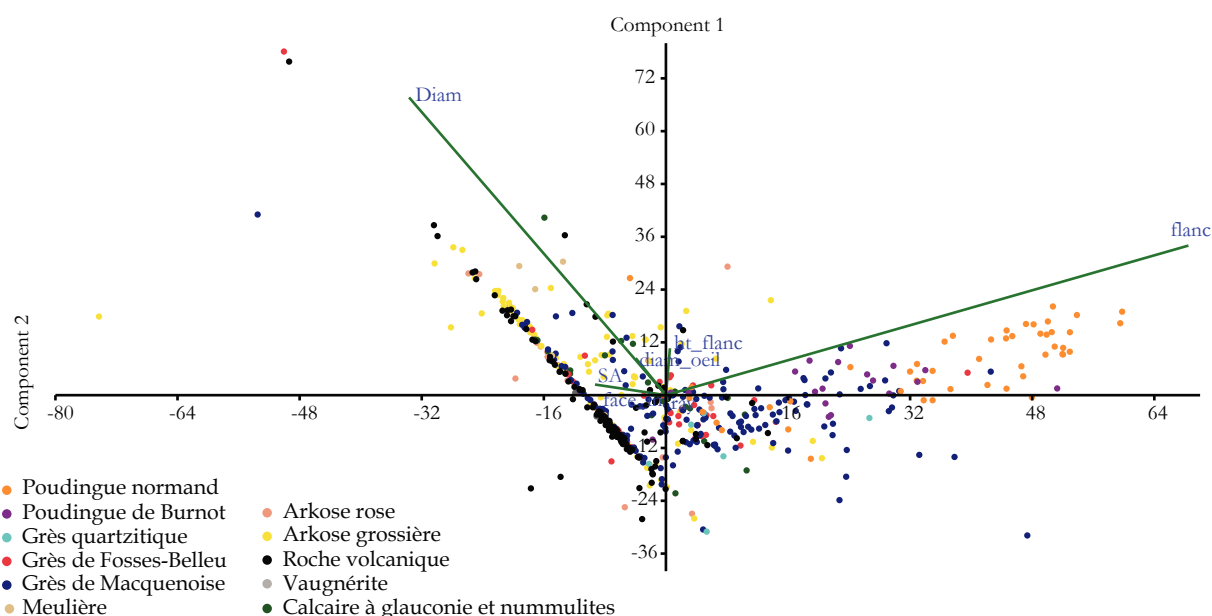


Figure 230 Analyse en Composantes Principales (ACP) de la série des metas romaines avec affichage des biplots (vecteurs associés à chaque composante).

10.4.2.2 Jalons morphométriques

10.4.2.2.1 *Meules manuelles et meules de grand format*

La limite précise entre actionnement manuel et entraînement central ou périphérique est difficile à établir car non normée à travers le temps. D. Baatz proposait une limite à 45 cm⁷⁵⁹, soit un pied et demi en unité latine. Un jalon à 55 cm avait été avancé pour les meules en Grès de Fosses-Belleu étudiées pour le colloque de Reims⁷⁶⁰ mais semble peu adapté dans l'état actuel de la recherche.

Les deux groupes de dimensions déjà ressentis sur de nombreux corpus gallo-romains⁷⁶¹ sont ici séparés par analyse statistique des mélanges⁷⁶² (fig. 231) : apparaissent d'une part les meules au diamètre inférieur à une cinquantaine de centimètres, d'autre part les meules dont le diamètre excède cet ordre de grandeur. La limite entre les deux ensembles reste floue mais les courbes de fréquence se croisent aux alentours de 52,5 cm.

L'établissement d'une limite dépend par ailleurs d'aménagements techniques qui permettent au moulin d'excéder ou non l'amplitude du bras humain. L'étude des catillus offre donc la possibilité d'aborder cette question par l'observation de la disposition des systèmes d'entraînement, de leur association avec un type d'œil et avec un type de face supérieure (en cuvette, plane ou convexe).

Commençons par constater que les catillus dont la face supérieure est horizontale ou convexe ont un diamètre compris entre 37 et 96 cm (médiane 68 cm), et que seul le décile inférieur de cette série montre un diamètre inférieur à 50 cm (fig. 232A). Inversement, les catillus dont la face supérieure est creusée en cuvette mesurent entre 27 et 90 cm, avec une médiane de 43 cm ; seul le décile supérieur dépasse 55 cm.

Les catillus à face supérieure horizontale ou convexe seront donc abordés comme des meules à entraînement central ou périphérique ; les rares meules manuelles de ce type, essentiellement faites de poudingue normand et de Grès de Fosses-Belleu, seront considérées comme des exceptions typologiques.

Les catillus à cuvette sont plus délicats à aborder car ils constituent une vaste série dépassant la cinquantaine de centimètres et comprenant à la fois des meules manuelles et des meules à traction périphérique.

10.4.2.2.2 *Quelle énergie pour les catillus à cuvette ?*

Une intégration des données morphométriques de la série des catillus à cuvette dans un test « k-means clustering » constitue des « paquets » (clusters) regroupant des individus aux caractéristiques semblables d'après les variables étudiées. Un premier groupe rassemble les meules épaisses au flanc incliné héritières des formes laténiennes, jusqu'à 43 cm de diamètre. Le second est le plus important et comprend les catillus peu épais, au diamètre allant jusque 50 cm et au flanc vertical ou approchant la verticale ; ce sont les meules manuelles de type proprement gallo-romain. Le troisième groupe comprend 54 catillus au flanc vertical et au diamètre supérieur ou égal à 50,5 cm ; on peut leur supposer un entraînement périphérique d'origine humaine ou animale.

Les dispositifs d'entraînement de ces meules à cuvette sont principalement latéraux (trou d'emmanchement latéral ou cercle périphérique), mais des perforations verticales sont observées de manière

759 BAATZ 1995, p. 10

760 LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017a, p. 221

761 En Narbonnaise : LONGPIERRE 2012, p. 77-78 ; à l'échelle de la France dans la base de données du *Groupe Meule* : BUCSHENSCHUTZ *et al.* 2016, p. 752-753 ; LEPAREUX-COUTURIER, ROBIN 2017, p. 321 ; Pour les meules en Grès de Fosses-Belleu et en meulière en Île-de-France : LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017a et b ; les meules en Grès de Macquenoise : PICAVET *et al.* 2017a ; les meules en grès des Vosges : JACCOTTEY *et al.* 2017c.

762 La *mixture analysis*, ou analyse des mélanges, distingue deux groupes au sein d'une population hétérogène.

Fréquence

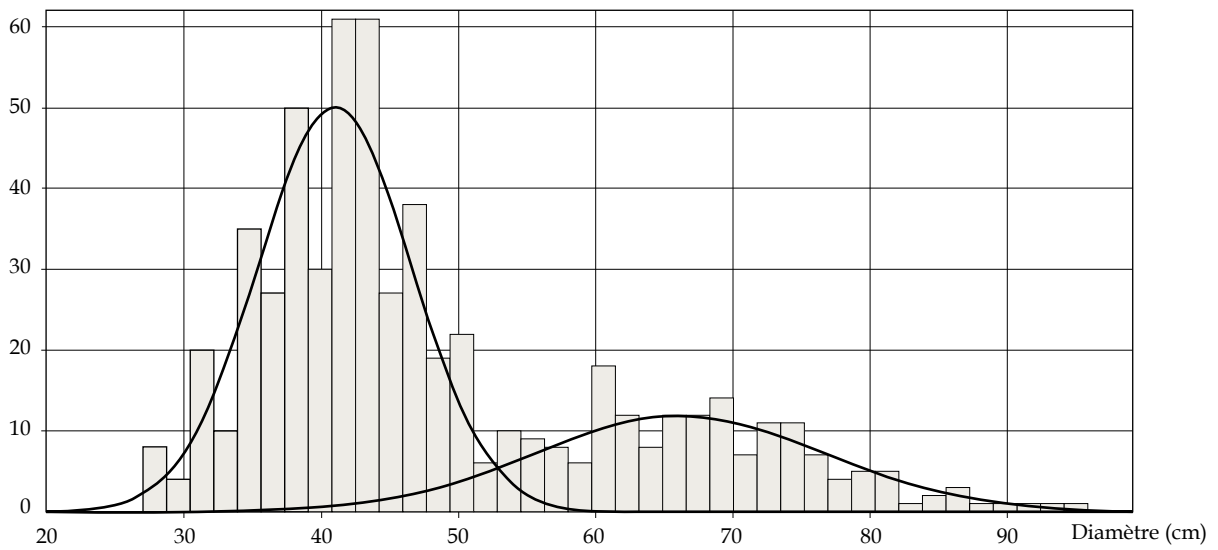


Figure 231 Fréquence des diamètres et formation des deux groupes de dimensions par analyse statistique des mélanges (mixture analysis).

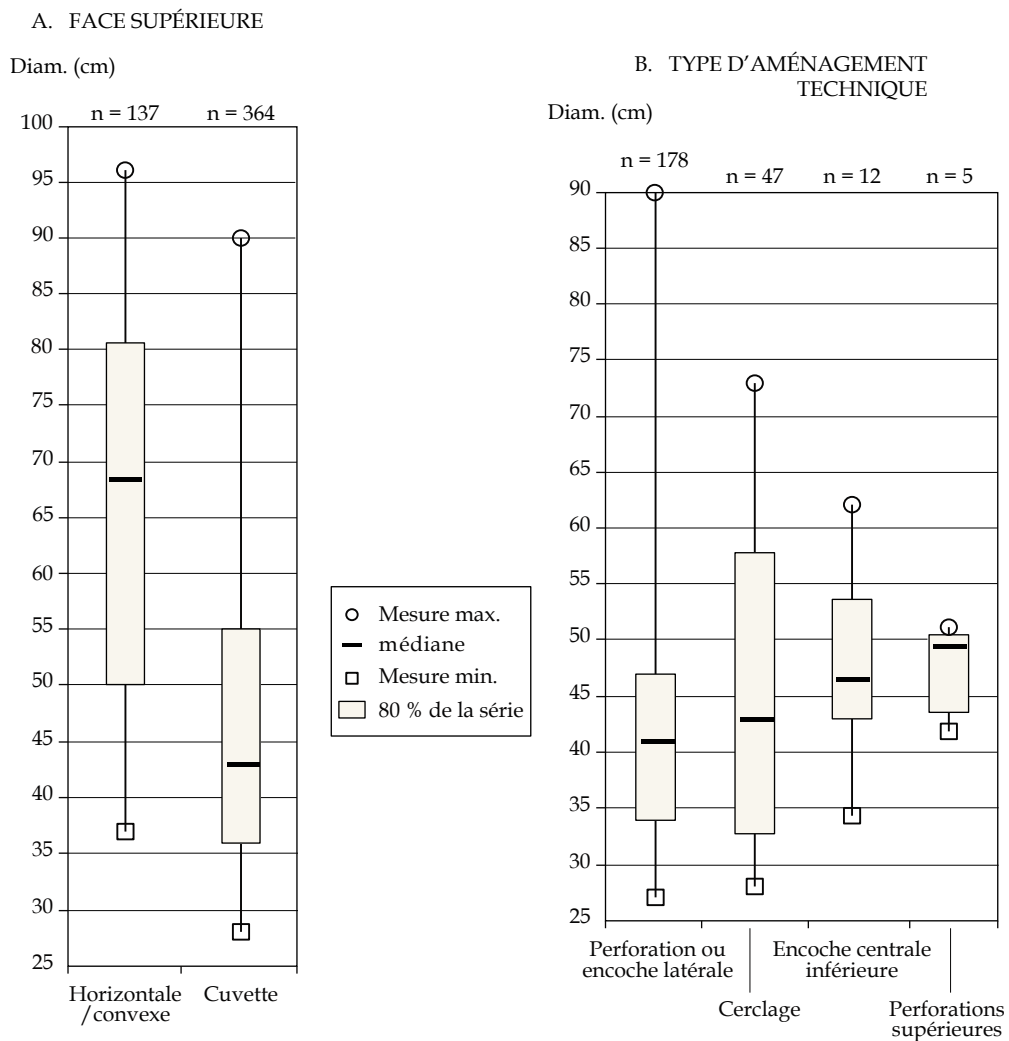


Figure 232 A. Répartition par quantiles du diamètre des catillus selon la ligne de leur face supérieure. B. Répartition par quantiles du diamètre des catillus à cuvette selon leur dispositif d'entraînement.

récurrente sur la face supérieure des formats les plus élevés. Ces perforations peuvent correspondre aux mortaises de fixation d'un levier diamétral destiné à une traction périphérique.

En classant les catillus à cuvette par leur dispositif d'entraînement, seules de grandes tendances peuvent être perçues et sont influencées vers le bas par le grand nombre de petites meules manuelles au regard des meules de grand format plus éparées (fig. 232B). Ces tendances s'affinent en excluant les déciles extrêmes de chaque série. Ainsi, les catillus à perforation ou encoche latérale ont un diamètre majoritairement (80 %) compris entre 34 et 47 cm (médiane 41 cm) ; ils représentent la grande majorité des meules manuelles. Ceux qui présentent des traces de cerclage mesurent plus largement entre 32,8 et 57,8 cm (médiane 43 cm). Ceux qui sont dotés de logements d'anille infères mesurent majoritairement entre 43 et 53,65 cm (médiane 46,5 cm), et ceux qui sont équipés de perforations verticales supérieures entre 46 et 62 cm (médiane 53 cm).

Il ressort de cette analyse que les meules à entraînement manuel simple sont les plus petites, mais qu'un entraînement périphérique peut encore nécessiter une ou des encoche(s) latérale(s). La dispersion des valeurs liées à la présence d'un cercle métallique montre par ailleurs que celui-ci peut intervenir à la fois pour un actionnement manuel et pour une traction périphérique.

Le creusement d'un logement d'anille de support du catillus est observé sur des meules manuelles de format élevé par rapport à la première série, ce qui signifie que cet équipement offre une assistance à la mise en rotation manuelle du moulin par la surélévation du catillus sur la meta (moulins « réglables » ou « à palier mobile »). Notons que sur ces meules, un trou d'emmanchement ou des traces de cerclage sont généralement associés au logement d'anille infère, ce qui exclut l'entraînement central.

Enfin, les catillus percés de perforations verticales doivent être séparés en deux groupes. Le premier rassemble les exemplaires de 42 à 51 cm de diamètre taillés en Grès de Macquenoise, en roche volcanique, en Grès de Fosses-Belleu et en calcaire à glauconie et nummulites ; ils constituent une série assez limitée et sont exceptionnels parmi les plus grandes meules manuelles. Ils pourront être joints aux meules réglables pour leur description morphologique, et leurs perforations verticales, très proches de l'œil, seront assimilées à de petits logements d'anille-crampon. Le groupe suivant, composé du seul lithocorpus de l'arkose rose est très particulier puisqu'il présente systématiquement, outre une face supérieure en cuvette, un diamètre élevé (53 à 64,5 cm) et des perforations verticales creusées à mi chemin entre l'œil et le flanc. Ces perforations verticales peuvent être assimilées à des mortaises de fixation d'un levier diamétral comme le suggère la découverte d'un de ces catillus à proximité d'une base de socle circulaire à Oisy-le-Verger (voir § 9.2.2.1). Ces meules, comme celles en arkose grossière, seront traitées parmi les grandes meules à entraînement périphérique.

10.4.2.2.3 *Les metas*

Pour les metas, la mise en série du diamètre des meules en lien avec le diamètre de l'œil montre clairement un rapport entre les deux paramètres et peut favoriser leur classement (fig. 233). Les meules au diamètre inférieur à 52 cm ont, à de très rares exceptions près, systématiquement un œil de moins de 6 cm. Elles sont considérées comme faisant partie de moulins manuels simples ou réglables. Parmi les metas de plus de 55 cm, un premier groupe rassemble celles qui ont un œil de moins de 8 cm ; elles sont majoritairement taillées en arkose grossière et en arkose rose et font partie de moulins à traction périphérique. Un deuxième groupe rassemble celles qui ont un œil large, au diamètre supérieur à 8 cm ; elles sont taillées dans les autres roches meulières principales de l'époque romaine, Grès de Macquenoise, roche volcanique, calcaire à glauconie et nummulites, Grès de Fosses-Belleu, meulière et poudingue. Ces dernières meules peuvent s'adapter à des systèmes de moulins à entraînement central.

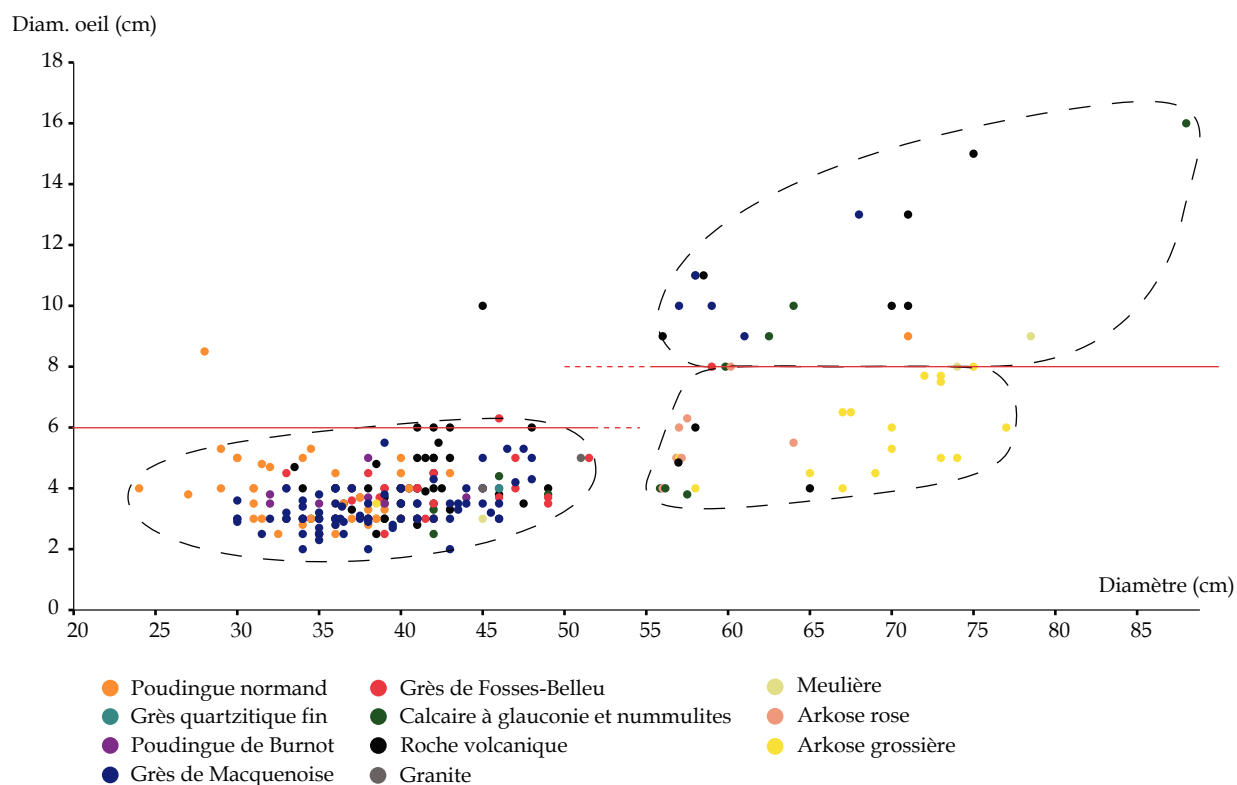


Figure 233 Rapport entre le diamètre des metas et celui de leur œil en fonction de la roche qui les constitue. Trois groupes sont mis en évidence : diamètre inférieur à 52 cm et œil de 2 à 6 cm ; diamètre supérieur à 55 cm et œil de 4 à 8 cm ; diamètre supérieur à 55 cm et œil de 8 à 16 cm.

10.4.3 Les meules manuelles

10.4.3.1 Constitution et répartition du corpus

Les meules manuelles sont de loin les plus nombreuses, avec 499 catillus et 419 metas. Ce sur-nombre des catillus correspond à une situation normale au sein des corpus de meules et se retrouve ici pour chaque ensemble. Il est considéré être lié au creusement de perforations fonctionnelles sur les catillus, l'œil et le(s) trou(s) d'emmanchement, qui les fragilisent. Le catillus est donc susceptible d'être remplacé plus fréquemment que la meta.

Les meules manuelles sont retrouvées de manière homogène sur tout le territoire (fig. 234), et sont présentes autant en ville qu'à la campagne, du début à la fin de l'époque romaine. Toutefois, les différentes productions caractérisées n'évoluent pas au même rythme. Tantôt la morphologie et les aménagements techniques évoluent très progressivement et séparer ces meules des productions antérieures semble arbitraire ; tantôt ils connaissent des ruptures assez radicales dont il s'agira de mesurer les manifestations et de déterminer les facteurs.

10.4.3.2 Le diamètre

Le diamètre des meules manuelles simples, catillus comme metas, est compris entre 24 et 51 cm, avec une médiane qui s'élève à 40 cm.

Rapportées au matériau, les mesures rappellent les deux groupes de formes déjà observés statistiquement (fig. 235). D'une part les formes trapues héritières de l'époque gauloise, confectionnées en poudingue normand, en grès quartzitique fin et en Poudingue de Burnot, d'autre part les formes

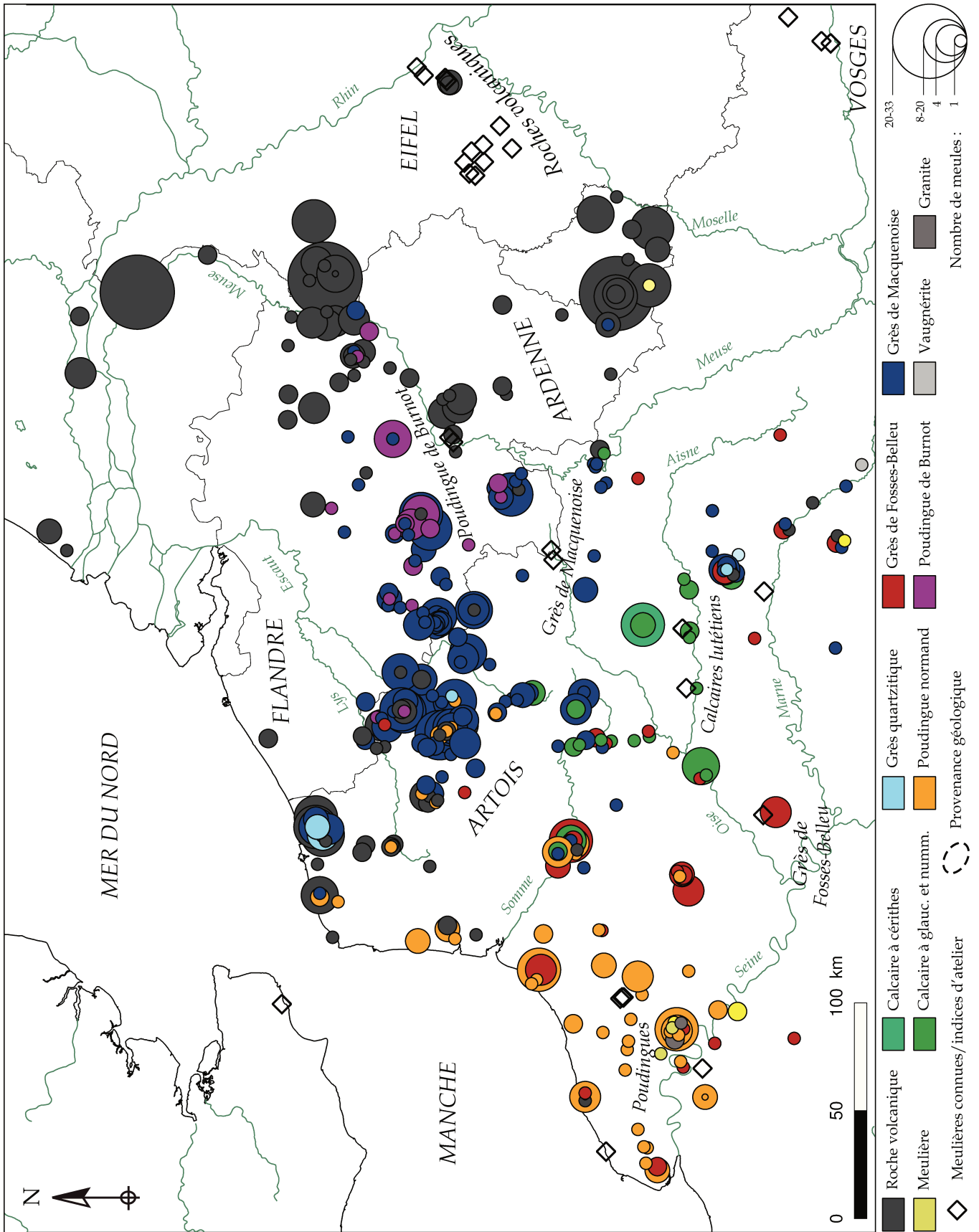


Figure 234 Répartition par roche des meules manuelles d'époque romaine (I^{er} – début V^e siècle). Projection conjointe des pièces étudiées physiquement et identifiées dans la bibliographie.

cylindriques plates à cuvette fabriquées dans les autres roches.

Dans le premier groupe, les meules en poudingue normand sont produites et largement distribuées jusqu'au IV^e siècle ; leur diamètre est compris entre 24 et 45,5 cm (valeur médiane : 34,5 cm ; effectif : 93). Les autres matériaux ont une portée plus limitée et ne survivent pas au Haut-Empire. Les meules en grès quartzitique, subsistant essentiellement chez les Ménapiens, montrent un diamètre compris entre 29 et 36 cm (médiane : 31,75 cm ; effectif : 8). Celles en Poudingue de Burnot observées chez les Nerviens, les Ménapiens et les Tongres jusqu'à Namur, mesurent entre 32 et 44 cm (médiane : 37 ; effectif : 23).

Les autres ensembles de meules peuvent être considérés comme des productions équivalentes les unes aux autres, bien que chacune nourrisse un espace géographique distinct. Néanmoins, seuls les corpus de Grès de Macquenoise, de roche volcanique, et dans une moindre mesure, de Grès de Fosses-Belleu et de calcaire à glauconie et nummulites sont numériquement représentatifs car leur aire de répartition est en grande partie comprise dans notre zone de recherche. Celle des granites, des meulières, des arkoses normandes et de la vagnérite ne sont qu'effleurées.

Le Grès de Macquenoise, dont les productions sont assez précisément caractérisées⁷⁶³, fournit des meules de 27 à 50,5 cm de diamètre (médiane : 40 cm ; effectif : 240). Les meules en roche volcanique mesurent entre 30 et 50 cm (médiane : 42 cm ; effectif : 206), celles en Grès de Fosses-Belleu entre 33 et 51 cm (médiane : 41,5 cm ; effectif : 63), et celles en calcaire à glauconie et nummulites entre 34,5 et 51 cm (médiane : 45 cm ; effectif : 24). Ces tendances sont assez proches de celles observées par le *Groupe Meule* en Champagne-Ardenne où le diamètre médian, toutes roches confondues, est de 42 cm du I^{er} au IV^e siècle⁷⁶⁴.

Il est difficile d'aborder l'évolution chronologique des meules manuelles puisque les contextes datés à moins d'un siècle sont rares. Toutefois, certains lithocorpus fournissent une population nombreuse, représentative et bien répartie. C'est le cas du Grès de Macquenoise qui montre, avec 99 individus datés à moins d'un siècle, une évolution régulière du diamètre au cours de l'Antiquité. Sur des ensembles répartis dans des fourchettes séculaires et inter-séculaires, la valeur médiane croît globalement tous les siècles (fig. 236). Ce phénomène est une tendance qui prolonge celle observée depuis La Tène C2, et n'empêche pas de relever sporadiquement des mesures hautes au I^{er} siècle et des mesures basses à la fin de l'Antiquité où l'assise numérique est très faible.

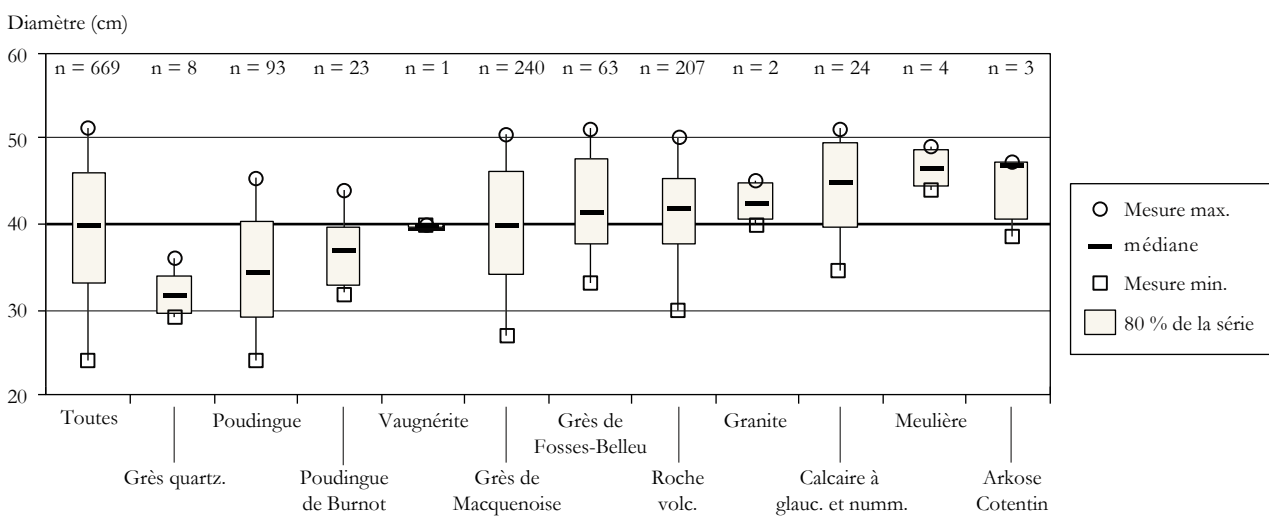


Figure 235 Répartition par quantiles du diamètre des meules manuelles d'époque romaine, classées par roche.

763 PICAVET *et al.* 2017a ; PICAVET *et al.* 2018

764 JODRY *et al.* 2017a, p. 88

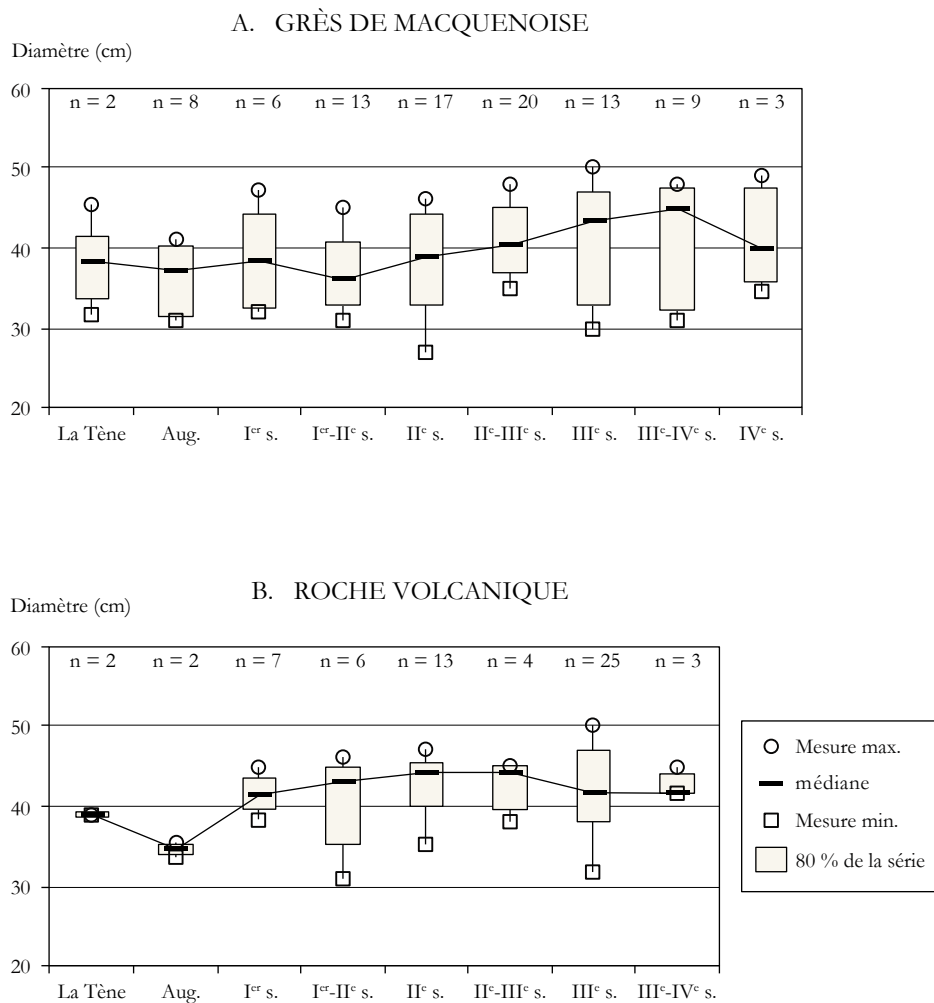


Figure 236 Répartition par quantiles et évolution du diamètre des meules manuelles en Grès de Macquenoise (A) et en roche volcanique (B) à travers le temps.

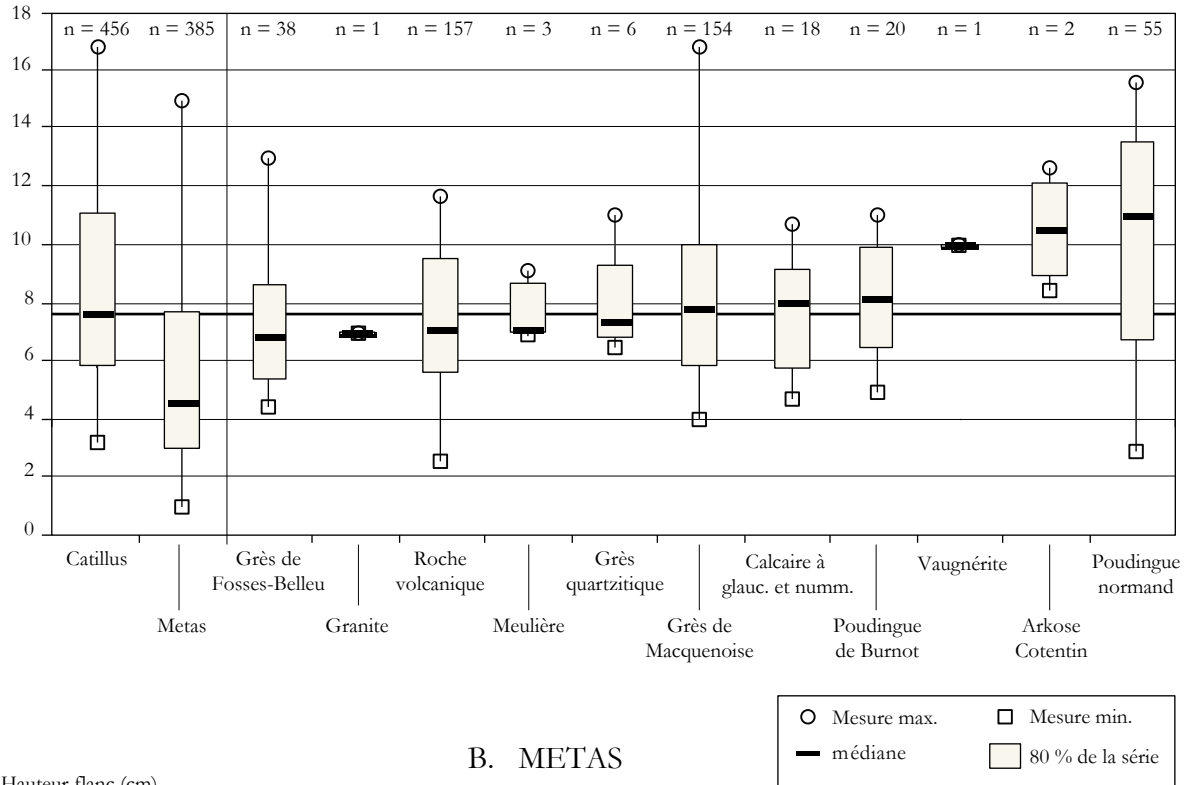
10.4.3.3 L'épaisseur

Sur l'ensemble du corpus, le flanc connaît une réelle diminution de son épaisseur entre l'époque gauloise et la période romaine. La médiane générale passe en effet de 10,8 cm pour les catillus et 7,7 cm pour les metas à l'Âge du Fer, à 7,7 et 4,5 cm à l'époque romaine (fig. 72). La répartition par roche montre le même phénomène de séparation que le diamètre. Pour les catillus, la plupart des roches montrent des valeurs réparties régulièrement autour de la médiane générale, alors que les meules en poudingue normand s'en écartent fortement vers le haut. La vaugnérîte et les arkoses normandes montrent également des valeurs hautes, mais la population prise en compte est très faible pour ces matériaux (1 et 2 individus).

Pour les metas, les mesures sont aussi rassemblées autour de la médiane globale pour les roches qui fournissent des modèles de meules équivalents : granite, roche volcanique, Grès de Fosses-Belleu et Grès de Macquenoise. Elles commencent à s'élever pour les meules en grès quartzitique des Ména-piens, en calcaire à glauconie et nummulites et en Poudingue de Burnot, et atteint presque le double de la médiane globale pour l'arkose et le poudingue normands. La meulière se joint à ces mesures hautes mais, comme les arkoses normandes, est très peu représentée.

A. CATILLUS

Hauteur flanc (cm)



B. METAS

Hauteur flanc (cm)

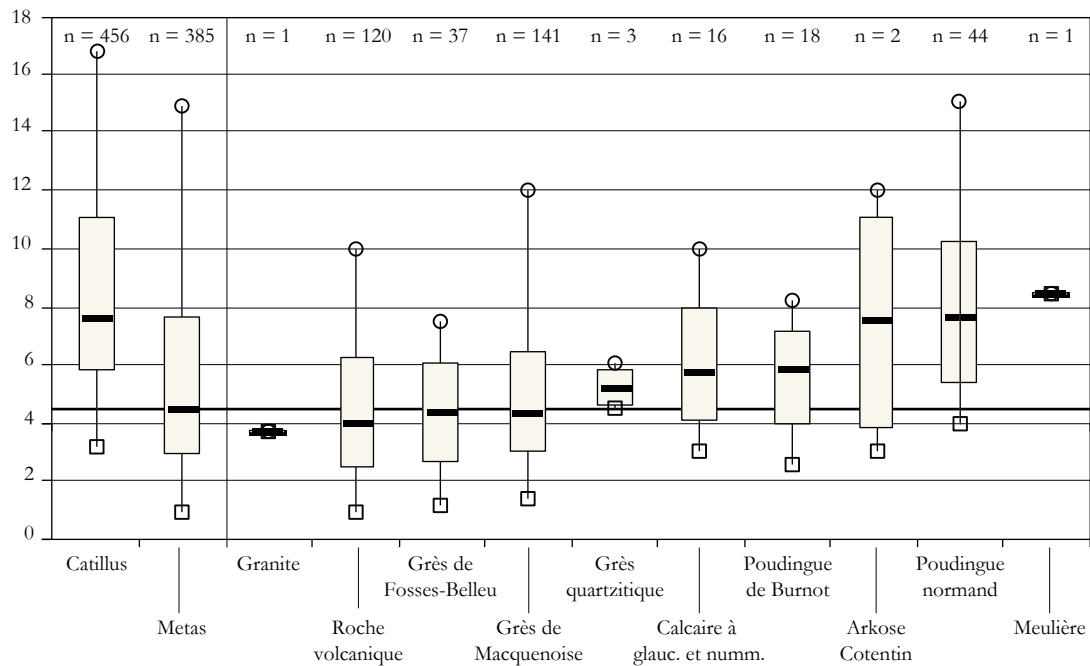


Figure 237 Répartition par quantiles des mesures de hauteur du flanc des catillus (A) et des metas (B) de moulins manuels, classés par roche.

10.4.3.4 La ligne du flanc

L'inclinaison du flanc évolue fortement vers la verticale à l'époque romaine, mais différemment selon les roches (fig. 238).

Les catillus en poudingue normand conservent leur forte déclivité tout au long de l'époque romaine

(entre 26 et 90°, médiane 46° ; effectif : 49), et celle-ci a même logiquement tendance à augmenter avec la diminution de l'épaisseur des meules.

Les catillus en Poudingue de Burnot et en grès quartzitique gardent encore un flanc incliné, mais ne restent produits et utilisés qu'au Haut-Empire. Ceux en meulière ont également un flanc incliné associé à une face supérieure convexe qui leur est particulière.

À l'échelle de l'Antiquité, les autres roches fournissent des meules au flanc vertical ou presque. La plupart montrent néanmoins encore des flancs obliques (plats ou convexes) au Haut-Empire. C'est le cas des meules en calcaire à glauconie et nummulites, en Grès de Macquenoise et de certaines meules en roche volcanique.

La série représentative des meules en Grès de Macquenoise permet de suivre ce phénomène de verticalisation du flanc au cours des siècles (fig. 239). Celle-ci s'amorce dès l'époque augustéenne mais n'est généralisée qu'à partir du milieu du I^{er} siècle, bien que quelques profils tronconiques soient encore ponctuellement observés jusqu'au IV^e siècle.

La courbure du flanc n'a pas la même résonance géographique à l'époque romaine qu'à La Tène moyenne/finale puisque la plupart des flancs verticaux sont plats. Un phénomène est toutefois massivement mis en évidence en Normandie : l'extraordinaire permanence de la forme hémisphérique des meules en poudingue normand, catillus comme metas, tout au long de l'Antiquité. Sur les 54 catillus qui présentent un flanc rentrant convexe, 48 sont en poudingue, soit 89 %. Les meules qui conservent un flanc rentrant plat sont très majoritairement taillées dans les autres roches (96 % ; les 4 autres sont en poudingue normand). Enfin, toutes les autres roches fournissent des meules au flanc vertical mais seulement 2 sont taillées en poudingue.

Le flanc des metas reste généralement plus incliné que celui des catillus (médiane globale 96° contre 90° pour les catillus). Son inclinaison est encore très forte pour les meules en poudingue normand et en Poudingue de Burnot, et se redresse pour les autres roches. Il reste toutefois un peu évasé (une dizaine de degrés par rapport à la verticale) pour les meules en Grès de Macquenoise, en Grès de Fosses-Belleu et en calcaire à glauconie et nummulites, et atteint la verticale pour les autres roches.

10.4.3.5 La face supérieure des catillus

La face supérieure des catillus gallo-romains montre peu de variations. Les meules en poudingue normand conservent massivement leur face supérieure en portion de sphère, confondue avec le flanc et percée d'une dépression centrale profonde (50 pièces - fig. 240A). Un second type apparaît ponctuellement pour ce matériau : des catillus à face supérieure faiblement convexe différenciée d'un flanc vertical ou légèrement rentrant (6 exemplaires dispersés entre l'Eure, la Seine-Maritime et le sud de l'Oise - fig. 240B). Ce profil est aussi observé anecdotiquement sur un catillus tardo-romain en roche volcanique découvert à Maillen (Assesse, Prov. Namur, meule n° 594).

Neuf catillus présentent ensuite une face supérieure horizontale. Ce sont toutes les pièces en meulière enregistrées (3 individus), 3 en roche volcanique et 3 en Grès de Fosses-Belleu.

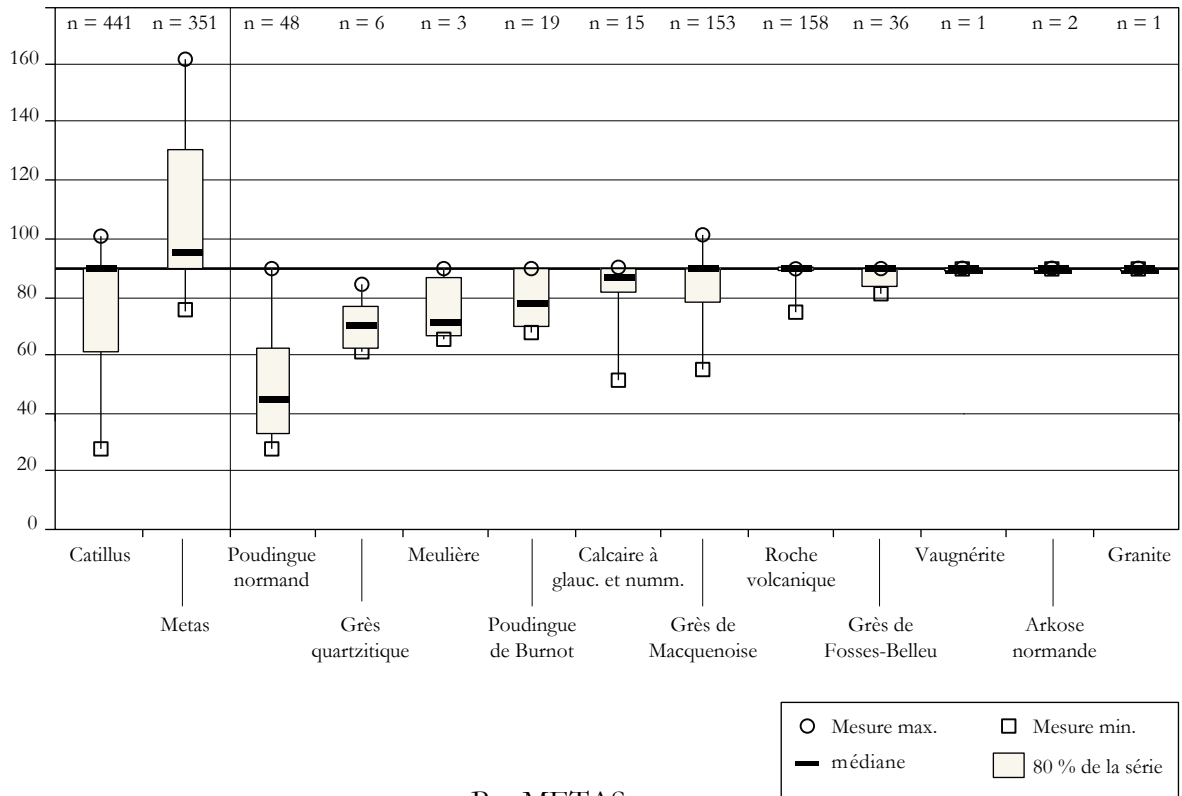
Tous les autres catillus dont la face supérieure est conservée et fabriqués entre le Val-d'Oise (Fosses/Bellefontaine), le massif de l'Eifel (roches volcaniques) et le Morvan (vaugnérite), en passant par la vallée de l'Aisne (calcaires lutétiens) et le massif ardennais (Grès de Macquenoise et Poudingue de Burnot), sont creusés d'une cuvette large (407 pièces - fig. 240C et D).

10.4.3.6 La face inférieure des metas

La face inférieure des metas est différemment mise en forme selon les roches (fig. 241). Pour les meules en poudingue normand, elle garde la même forme convexe qu'à La Tène moyenne/finale, affichant une forme en portion de sphère presque inverse de celle du catillus (44 cas sur 47 dont

A. CATILLUS

Pente flanc (°)



B. METAS

Pente flanc (°)

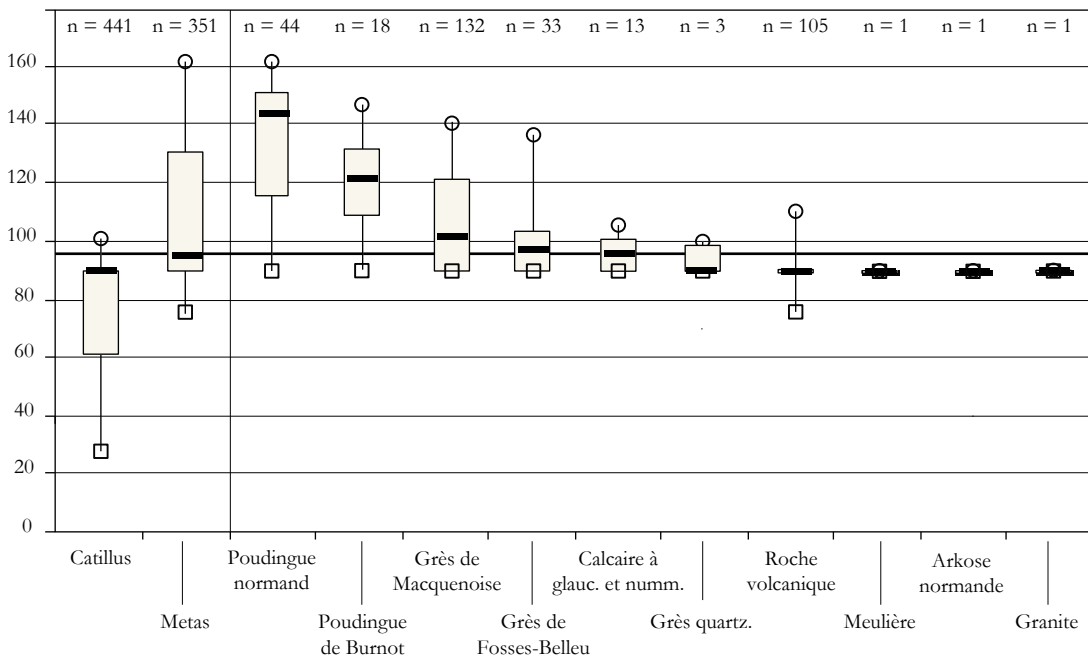


Figure 238 Répartition par quantiles des mesures d'inclinaison du flanc des catillus (A) et des metas (B) de moulins manuels., classés par roche

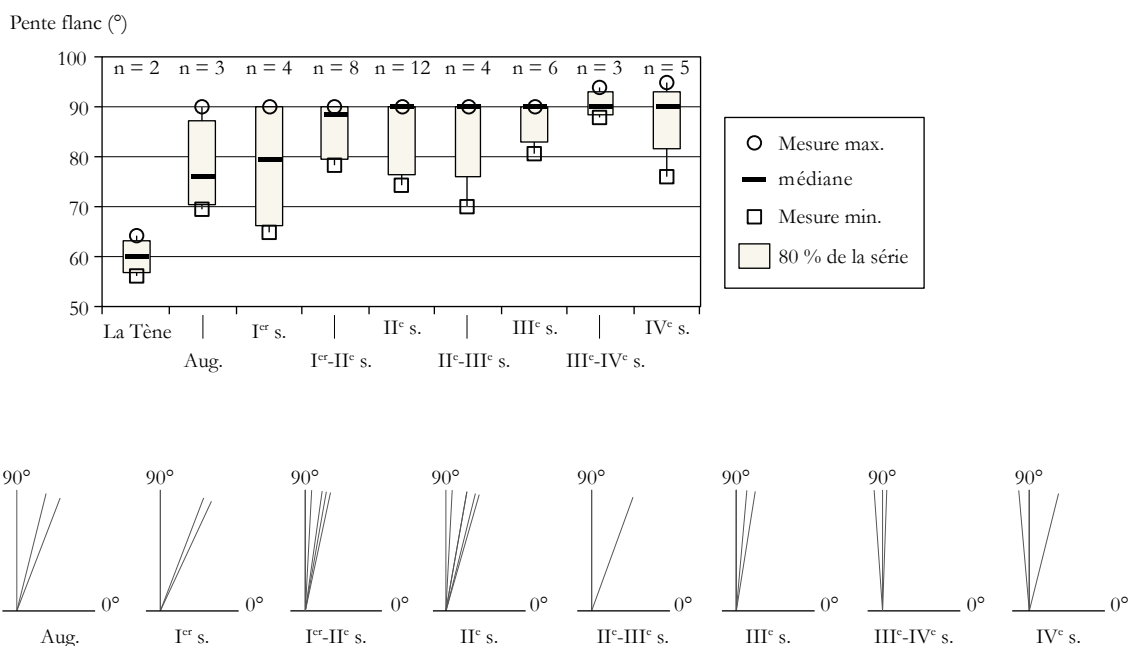


Figure 239 Répartition par quantiles et évolution de l'inclinaison du flanc des catillus manuels en Grès de Macquenoise à travers le temps.

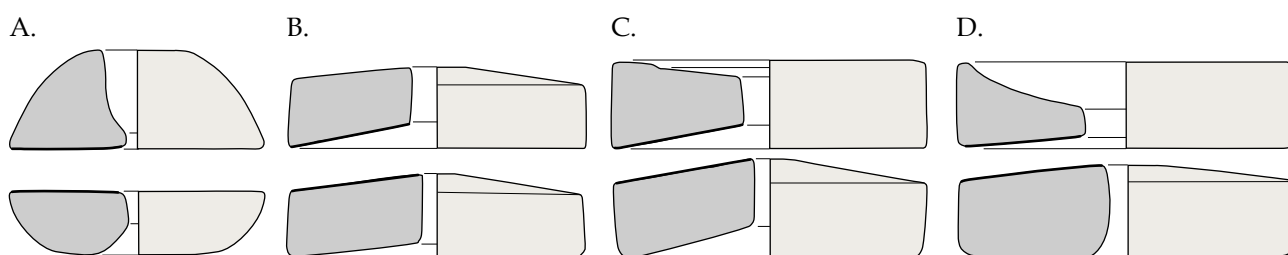


Figure 240 Profil des principaux types de meules observés à l'époque romaine. A. Le flanc est incliné, convexe, conférant aux meules une forme en portion de sphère ; l'œil du catillus est creusé en une profonde dépression (poudingue normand). B. Le flanc est vertical, la face supérieure du catillus est plane ou légèrement convexe (poudingue, meulière, Grès de Fosses-Belleu, roche volcanique). C. Le flanc est vertical, la face supérieure du catillus est creusée en cuvette peu profonde délimitée par un bandeau plat (roche volcanique des ateliers du Bellerberg, Eifel). D. Le flanc est vertical, la face supérieure du catillus est creusée en cuvette (toutes les autres productions).

la face inférieure est conservée ; 1 est concave, 2 sont horizontales). Elle garde la même courbure pour les metas en Poudingue de Burnot observées chez les Nerviens, les Tongres et les Ménapiens au Haut-Empire (14 convexes, 5 horizontales). Cette forme suppose donc le calage du moulin dans un sol de terre battue ou dans un support de bois ou encore d'argile.

Les meules en roche volcanique conservent la face inférieure concave qu'elles arboraient à l'Âge du Fer (102 sur 108 dont la face inférieure est conservée ; les 6 autres ont une face inférieure horizontale), et celles en Grès de Macquenoise sont très majoritairement horizontales (129 sur 139 ; 9 sont faiblement concaves et 1 est légèrement convexe).

Les metas en calcaire à glauconie et nummulites et celles en Grès de Fosses-Belleu montrent enfin des faces inférieures horizontales et d'autres légèrement concaves ; la différence entre les deux courbes est cependant assez limitée pour ces roches en comparaison des surfaces fortement concaves des meules en roche volcanique.

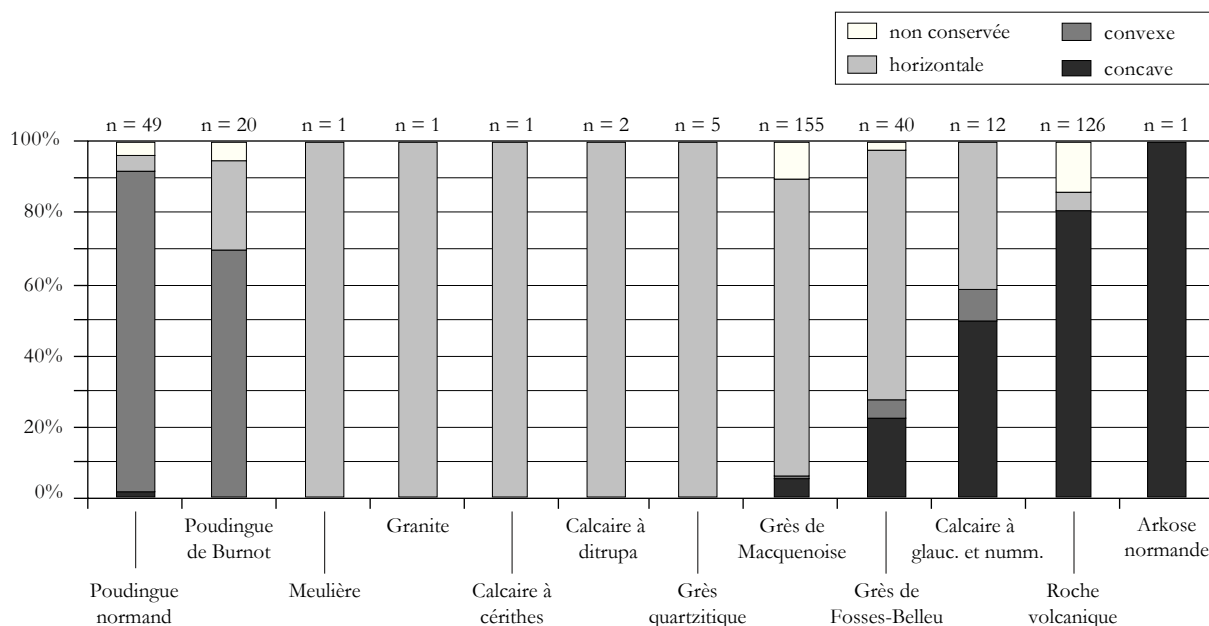


Figure 241 Proportion des faces inférieures planes, concaves ou convexes parmi les metas manuelles classées par roche.

10.4.3.7 La face active

La sériation des mesures d'inclinaison des faces actives révèle un phénomène d'accroissement général des pentes entre la période gauloise et l'époque romaine. La médiane globale de la série gallo-romaine atteint en effet 5,5° pour les catillus et 4° pour les metas (respectivement 1° et 0° au cours de La Tène moyenne/finale).

Les mesures sont néanmoins très variables d'une roche à l'autre (fig. 242). Elles restent très basses pour les meules ménapiennes en grès quartzitique et celles en Poudingue de Burnot, mais croissent pour les meules en poudingue normand qui conservent pourtant une forme laténienne très trapue (catillus laténiens : entre 0 et 6°, médiane 2° ; catillus antiques : entre 0 et 9°, médiane 4°).

Les meules en Grès de Macquenoise ont également une face active très peu inclinée, avec une médiane qui reste inférieure à la médiane globale (médiane de 4° pour les catillus, 3° pour les metas). Viennent ensuite les roches tertiaires du centre du Bassin parisien, calcaire à glauconie et nummulites, Grès de Fosses-Belleu et meulière, dont les mesures atteignent ou dépassent majoritairement la médiane globale (médianes respectives : 5, 6 et 7°).

Comme à l'époque gauloise, les meules en roche volcanique s'illustrent par leur face active plus inclinée et des mesures qui dépassent à 90 % la médiane globale (entre 2 et 20°, médiane : 8°). Les roches plus mineures sont enfin difficiles à évaluer du fait de leur faiblesse numérique.

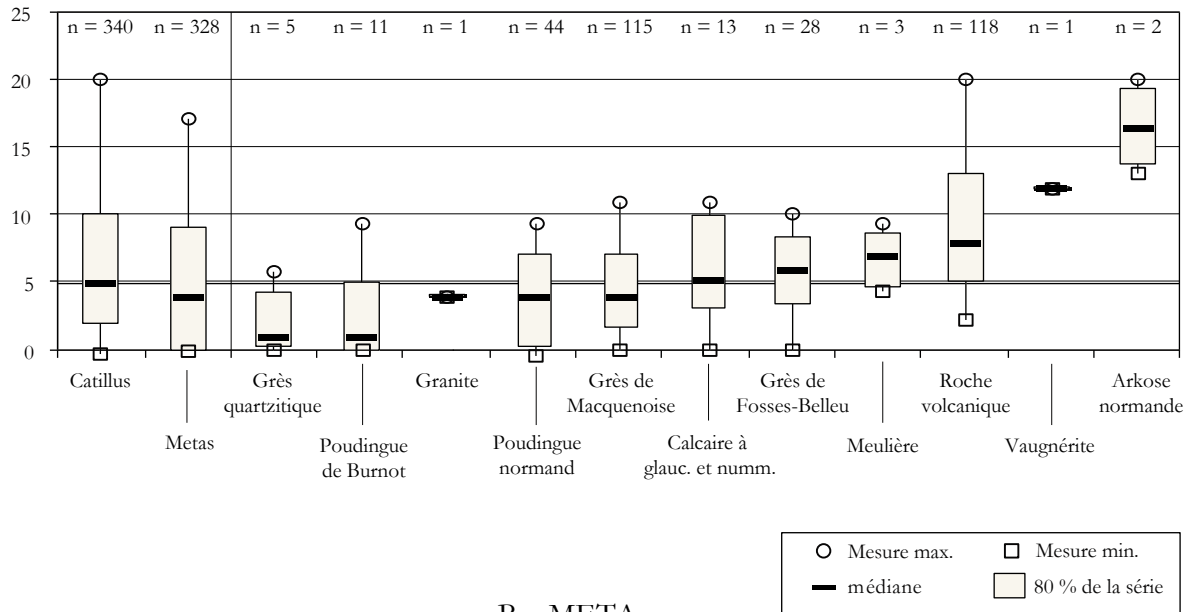
Une tendance géographique semble s'esquisser. Les meules dont la pente est la plus faible sont celles qui approvisionnent les régions côtières de la Manche et le bassin ardenno-flamand. Le centre du Bassin parisien produit des meules dont la surface active est globalement plus inclinée. Les meules en roche volcanique montrent une fourchette assez étendue mais plutôt haute, et leur face active n'est jamais horizontale.

Par ailleurs, une différence statistique d'inclinaison entre catillus et metas est de nouveau mise en exergue, créant toujours une lumière qui facilite l'introduction et le déroulage progressif du grain dans le moulin. Cet écart théorique se vérifie ici encore sur les couples réels mis au jour en contexte archéologique (fig. 243). Il est de 2° sur les meules en Grès de Macquenoise de Vermand⁷⁶⁵, 1° sur

⁷⁶⁵ Vermand (Aisne), rue Charles-de-Gaulle, parcelle ZL 49 (fouille C. Hosdez) : meules n° 44 et 47

A. CATILLUS

Pente face active (°)



Pente face active (°)

B. META

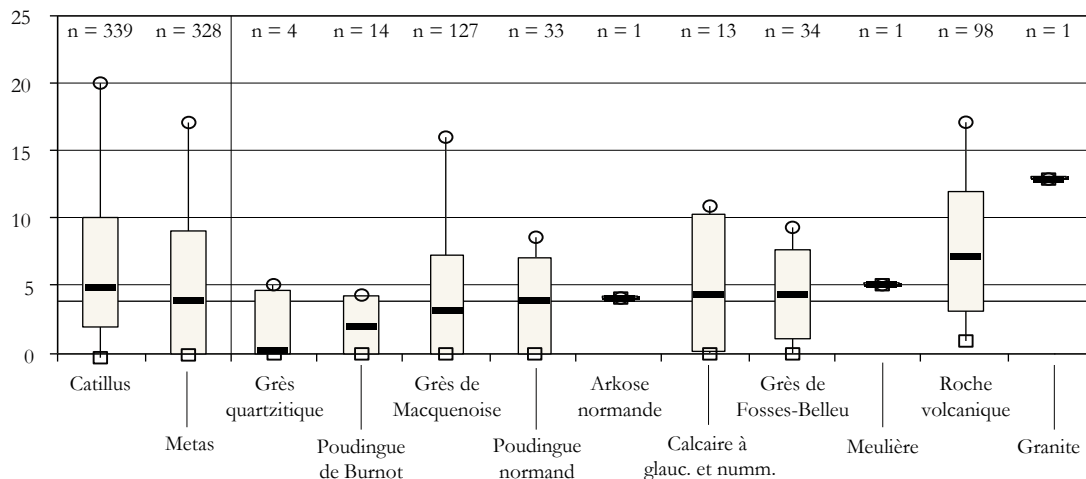


Figure 242 Répartition par quantiles des mesures d'inclinaison de la face active des catillus (A) et des metas (B), classés par roche.

les meules en poudingue de Val-de-Reuil⁷⁶⁶, 1° sur le moulin en roche volcanique d'Arlon⁷⁶⁷, 1 à 5° selon la dissymétrie sur les meules de la villa du Hody à Hamois⁷⁶⁸, 1° sur les meules de la villa de l'Hordia (Maillen, Assesse)⁷⁶⁹, 2° sur les meules en calcaire à glauconie et nummulites de Saint-Sauveur⁷⁷⁰, 2 à 3° sur les meules en roche volcanique de Steene⁷⁷¹, 3° sur les meules en Grès de Macquenoise de Courcelles-lès-Lens⁷⁷², de Fresnes-les-Montauban⁷⁷³ et de Lauwin-Planque⁷⁷⁴, 1° sur les

766 Val-de-Reuil (Eure), « Chemin aux Errants », zone A (fouille C. Beurion) : meules n° 125 et 126

767 Arlon (Prov. de Luxembourg) « Résidence Déa » (fouille D. Henrotay) : meules n° 501 et 502

768 Hamois (Prov. Namur) « villa du Hody » (fouille S. Lefert) : meules n° 592 et 593

769 Maillen (commune d'Assesse, Prov. Namur), « villa de l'Hordia » (fouille S. Lefert) : meules n° 594 et 595

770 Saint-Sauveur (Somme) « les Bornes du Temps 2 » (fouille L. Blondiau) : meules n° 2030 et 2033

771 Steene (Nord) « rue du Château 2 » (fouille A. Delaunay) : meules n° 1115 et 1125

772 Courcelles-lès-Lens (Pas-de-Calais) « la Marlière » (fouille R. Blondeau) : meules n° 1380 et 1386

773 Fresnes-les-Montauban (Pas-de-Calais) « le Chemin des Vaches, le Motel » (fouille Y. Desfossés) : meules n° 1476 et 1478.

774 Lauwin-Planque (Nord) « Miterlotte » (fouille E. Leroy-Langelin) : meules n° 854 et 857

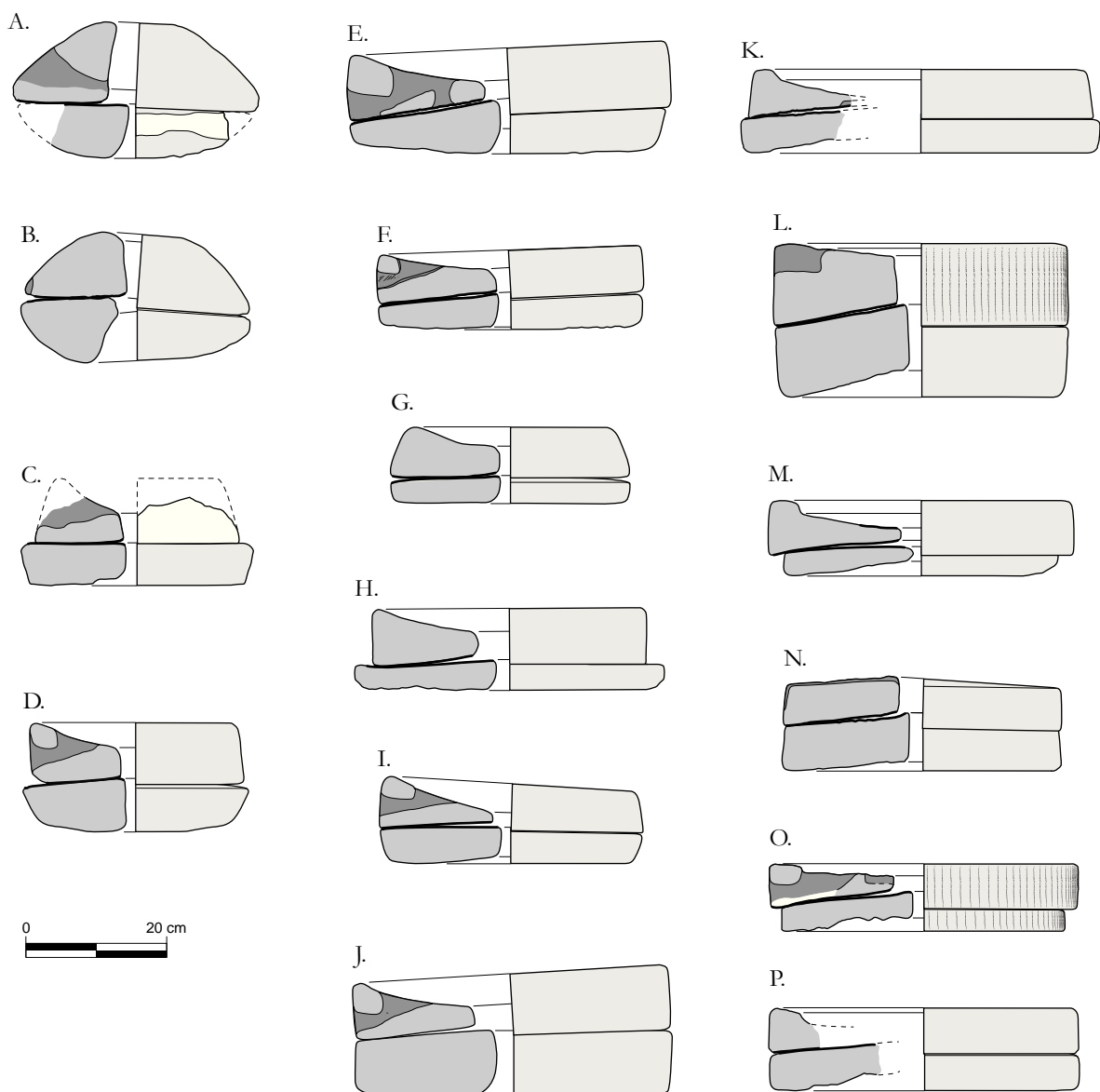


Figure 243 Couples de meules manuelles gallo-romaines. Dessins éch. 1/10 (P. Picavet)

- A. Val-de-Reuil (Eure) « Chemin aux Errants ». Poudingue, meules n° 125 et 126.
 B. Saint-Ouen-du-Breuil (Seine-Maritime) « Les Terres du Bois du Pendu ». Poudingue, meules n° 1814 et 1822.
 C. Pitgam (Nord) « Schulleveldt ». Grès quartzitique fin, meules n° 1061 et 1064.
 D. Vodecée (Prov. Namur) « vicus ». Poudingue de Burnot, meules n° 655 et 656.
 E. Vermand (Aisne) « rue Charles De Gaulle ZL 49 ». Grès de Macquenoise, meules n° 44 et 47.
 F. Lauwin-Planque (Nord) « Miterlotte ». Grès de Macquenoise, meules n° 854 et 857.
 G. Pitgam (Nord) « Schulleveldt ». Grès de Macquenoise, meules n° 1064 et 1067.
 H. Courcelles-lès-Lens (Pas-de-Calais) « la Marlière ». Grès de Macquenoise, meules n° 1379 et 1385.
 I. Fresnes-les-Montauban (Pas-de-Calais) « le Chemin des Vaches ». Grès de Macquenoise, meules n° 1476 et 1478.
 J. Marquion (Pas-de-Calais) « Canal Seine - Nord Europe ». Grès de Macquenoise, meules n° 1557 et 1558.
 K. Saint-Sauveur (Somme) « les Bornes du Temps 2 ». Calcaire à glauconie et nummulites, meules n° 2030 et 2033.
 L. Arlon (Prov. Luxembourg) « Résidence Déa ». Roche volcanique, meules n° 501 et 502.
 M. Hamois (Prov. Namur) « Villa du Hody ». Roche volcanique, meules n° 592 et 593.
 N. Maillen (Assesse, Prov. Namur) « Villa de l'Hordia ». Roche volcanique, meules n° 594 et 595.
 O. Steene (Nord) « le Château II ». Roche volcanique, meules n° 1108 et 1116.
 P. Théroouanne (Pas-de-Calais) « Chaussée Brunehaut ». Roche volcanique, meules n° 1629 et 1630.

meules manuelles en Grès de Macquenoise de Marquion⁷⁷⁵, alors qu'il est imperceptible (0°) sur les meules du vicus de Vodecée⁷⁷⁶, de Pitgam⁷⁷⁷, de Saint-Ouen-du-Breuil⁷⁷⁸ et de Théroouanne⁷⁷⁹.

10.4.3.8 L'œil des catillus

10.4.3.8.1 Typologie

Le classement des œils de catillus montre encore un phénomène de permanence des formes laténiennes le long de la Manche et dans le bassin ardenno-flamand. Les catillus qui conservent un œil circulaire simple (type 1A de la typologie du *Groupe Meule*⁷⁸⁰) sont taillés en poudingue normand et en Poudingue de Burnot. Si les seconds disparaissent après le Haut-Empire, les premiers sont façonnés sous la même forme jusqu'à la fin de l'Antiquité. Un seul exemplaire en poudingue normand découvert à Pont-de-Metz (Somme) montre un œil circulaire équipé d'un petit logement d'anille infère (type 4A) ; celui-ci fait figure d'exception autant par sa forme que par ses dimensions. Avec son flanc rentrant convexe et son diamètre de 34,5 cm, ce catillus s'intègre parfaitement dans son lithocorpus. Son petit logement d'anille infère est un *unicum* pour ce matériau et a pu être creusé par son utilisateur désireux de mieux centrer la rotation de son moulin.

Les autres corpus suffisamment fournis pour refléter la spécificité d'une production montrent des œils majoritairement complexes (type 2C dominant : œil circulaire ou ovale avec deux mortaises en queue d'aronde de part et d'autre – fig. 244A et B).

Pour les meules en Grès de Macquenoise, les œils simples sont rares (13) et principalement observés sur des catillus de diamètre réduit (fig. 244C) : entre 31 et 42 cm pour les œils circulaires ou ovales (11 diamètre restituables : médiane 35 cm), 46 cm pour le seul œil rectangulaire. Les autres sont des œils complexes, très majoritairement de type 2C (53 sur 62 œils complexes). Cette distinction typologique entre les œils simples et complexes s'explique techniquement par l'adaptation d'une anille de centrage dans les seconds alors que la rotation du catillus à œil simple peut être considérée comme libre autour d'un pivot central. En revanche, bien que la faiblesse du diamètre des meules à œil simple puisse révéler une datation précoce, il est difficile d'évaluer chronologiquement l'évolution technique des dispositifs de centrage des moulins manuels puisque les meules ne sont que rarement datées avec précision. Hormis à l'époque gauloise, des meules à œil simple s'observent dans des contextes augustéens (1 cas), dans la fourchette large des deux premiers siècles de notre ère (2 cas), et des trois premiers siècles (2 cas). Les autres sont plus largement assignées à l'époque romaine. Les œils complexes (type 2) n'apparaissent pas avant le milieu voire la fin du I^{er} siècle (25 pièces datées dans des fourchettes d'un demi à deux siècles).

Le classement des catillus en roche volcanique montre une plus grande diversité des types d'œil, chaque aménagement étant adapté à une catégorie de dimensions. Comme pour les meules en Grès de Macquenoise, les diamètres les plus faibles ont un œil simple (30 à 45 cm, médiane 42,5 cm – fig. 244C). Et sur ces 27 catillus dont l'œil est circulaire, 8 sont creusés de perforations triangulaires adjacentes à l'œil mais qui ne communiquent pas avec lui. Contrairement aux premières meules à œil circulaire seul, l'œil central peut ici être considéré comme un logement d'anille « boîtard » et les

775 Marquion (Pas-de-Calais), Canal Seine – Nord Europe fouille 32 sect. 21 (fouille C. Barbet), meules n° 1557 et 1558.

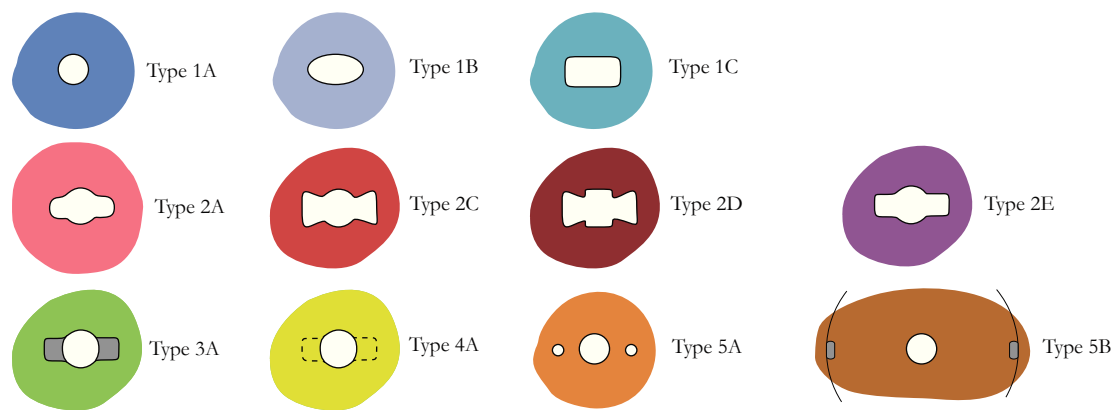
776 Vodecée (Prov. de Namur), « vicus » (prospections) : meules n° 655 et 656

777 Pitgam (Nord) « Schulleveldt » (fouille E. Elleboode) : meules n° 1061 et 1064

778 Saint-Ouen-du-Breuil (Seine-Maritime) « Les Terres du Bois du Pendu » : meules n° 1814 et 1822

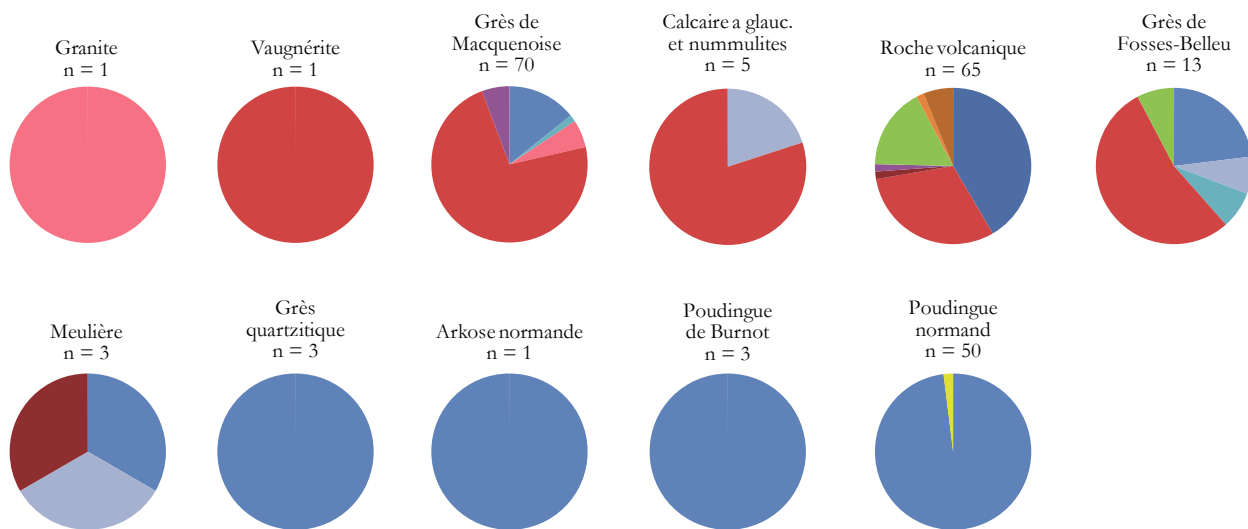
779 Théroouanne (Pas-de-Calais) « Chaussée Brunehaut » (fouille B. Leriche) : meules n° 1629 et 1630

780 ROBIN, BOYER 2011, p. 353



A.

B.



C.

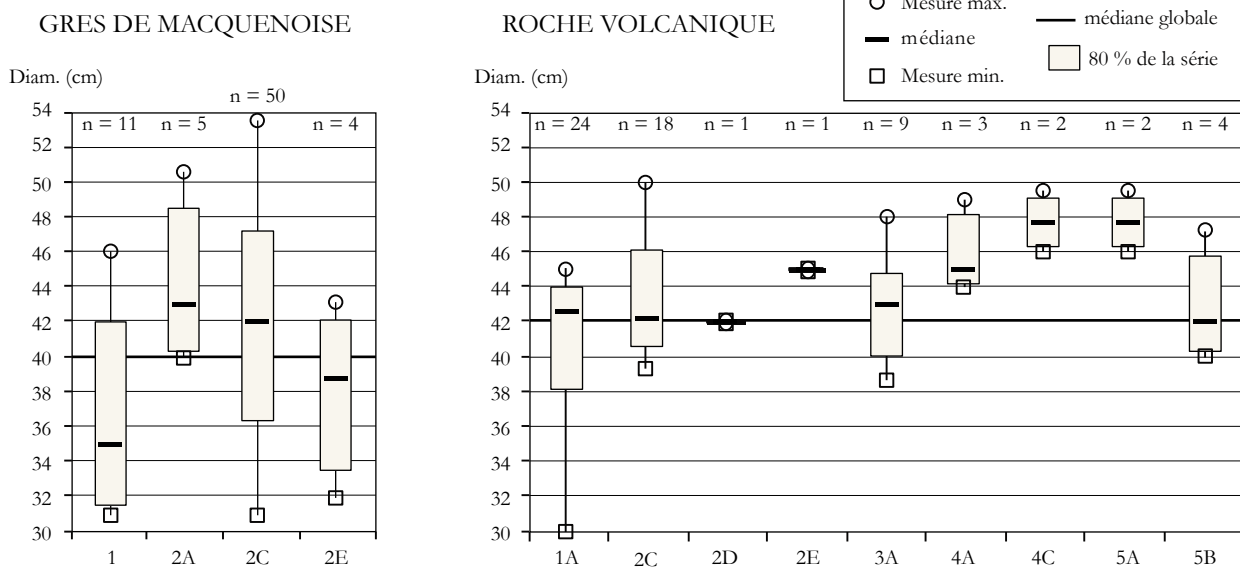


Figure 244 L'œil des catillus manuels. A. Les types d'œil observés, d'après la typologie développée par le Groupe Meule (ROBIN, BOYER 2011). B. Part des types d'œil par lithocorpus d'après la typologie du Groupe Meule. C. Répartition par quantiles du diamètre des catillus manuels en Grès de Macquenoise et en roche volcanique en fonction du type d'œil.

perforations triangulaires comme des trous d'introduction du grain⁷⁸¹.

Les meules de diamètre supérieur (38,5 à 50 cm) sont équipées de logements d'anille de centrage bien individualisés (œils de type 2, 3A et 5B). Dans ces mortaises sont introduites des pièces de bois ou de métal qui doivent rester mobiles sur l'axe de rotation si celui-ci est fixé dans l'œil de la meta. Ici encore, ces variations pourraient être mises en relation avec l'assignation chronologique des meules, mais les objets attribués à un contexte archéologique précis sont rares. Nous ne pouvons que constater la présence d'œils simples à La Tène finale puis au I^{er} siècle (2 pièces : Titelberg et Bierne), mais également aux II^e et III^e siècles (8 pièces à Pitgam, Steene, Théroüanne, Aspelt, Évelette). Un catillus à œil circulaire et trous triangulaires apparaît dans la deuxième moitié du I^{er} siècle à Maastricht (Limbourg néerlandais), un autre entre le III^e et le IV^e siècle à Aspelt (GD Luxembourg). D'autres exemplaires sont connus sur le *limes* rhénan à l'époque augustéenne et au I^{er} siècle⁷⁸².

En revanche pour cette roche, les œils de type 2C ne sont pas observés avant le II^e siècle (6 pièces des II^e et III^e siècles : Titelberg, Steene, Heure-le-Tixhe, Marquette-lez-Lille, Courcelles-lès-Lens).

Les autres types d'œil plus complexes ne sont aussi observés qu'à partir du II^e siècle lorsqu'une datation peut être établie (14 pièces). Un seul cas mal conservé du I^{er} siècle présente une portion de logement d'anille-barrette supérieure (type 3A).

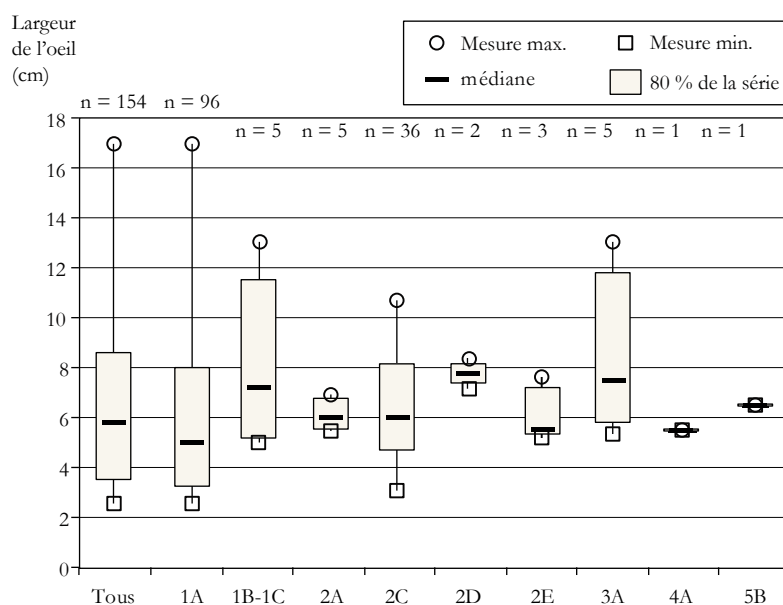
10.4.3.8.2 Diamètre de l'œil

Au contraire des œils simples, la mesure des dimensions des œils complexes pose de problème selon que l'on considère l'introduction du grain par la partie centrale ou par les mortaises adjacentes. Et dans tous les cas, il est délicat de comparer les dimensions obtenues à celles des œils simples. Ces mortaises étant considérées comme des « excroissances » de l'œil, il est décidé de prendre la mesure transversalement au plus grand axe afin de ne garder que la partie centrale.

Les œils circulaires simples (type 1A), les plus nombreux, montrent le plus d'amplitude avec un diamètre variant de 2,5 à 17 cm (fig. 245). La majorité des dimensions est cependant rassemblée entre 3,25 et 8 cm (médiane : 5 cm ; effectif : 96) alors qu'il était statistiquement plus étroit à l'époque gauloise (2,5 à 12 cm, médiane : 4 cm). On observe donc conjointement une augmentation du diamètre de la meule et de celui de son œil.

La largeur des œils complexes est moins significative si ce n'est qu'elle évoque les dimensions de la pièce de centrage qui venait s'y insérer. Pour le type 2 (mortaises adjacentes traversantes), les mesures sont assez resserrées quel que soit la forme des mortaises. Elles sont

Figure 245 *Largeur de l'œil des catillus manuels en fonction de leur type : types 1 = œils simples ; types 2 = œils complexes traversants ; types 3, 4 et 5 = œils à système de soutien ou de suspension.*



781 HARTOCH *et al.* 2015, p. 32

782 BAATZ 2010, p. 610

comprises entre 3 et 10,6 cm, mais sont majoritairement rassemblées entre 4,95 et 8,1 cm, ce qui réduit l'amplitude à un peu plus de 3 cm (médiane : 6 cm ; effectif : 46). La forme de l'œil des meules manuelles est donc assez standardisée à travers toute la période romaine et traduit l'utilisation de pièces de centrage de dimensions comparables d'un moulin à l'autre.

10.4.3.8.3 *Chronologie de l'évolution technique*

Pour les roches volcaniques et le Grès de Macquenoise qui ont livré des corpus de catillus manuels représentatifs en Germanie et au nord de la Gaule Belgique, l'œil simple, et donc la rotation libre du catillus sur la meta, semblent caractériser l'époque romaine précoce, jusqu'à la fin du I^{er} siècle. Comme à l'époque gauloise, le centrage de la rotation n'est exercé que par l'axe central fiché dans l'œil de la meta et autour duquel tourne librement un catillus percé d'un œil de faible diamètre.

À partir de la deuxième moitié du I^{er} siècle apparaissent et se généralisent différents dispositifs de centrage et de support de la rotation du catillus sur la meta. Dans le cas des logements d'anille traversants (types 2, les plus courants), l'anille est encastrée dans son logement et n'est pas solidaire de l'axe de rotation. Elle est principalement constituée de bois mais, au sein de l'*instrumentum* métallique, des plaquettes de fer losangiques percées en leur centre ont fait l'objet d'une nouvelle interprétation fonctionnelle. Fixées à des anilles « boîtard » en bois, elles en consolideraient la partie centrale qui pivote sur l'axe de rotation⁷⁸³.

Les logements d'anille supérieurs (type 3A et 5B) accueillent eux des pièces métalliques potentiellement massives, une barrette horizontale dans le premier cas, une anille-crampon dans le second. Cette dernière peut également être composite et constituée d'une barrette de bois aux extrémités de laquelle sont fichés les deux crampons en fer qui viennent s'insérer dans les perforations verticales du catillus.

Dans le centre du Bassin parisien, les œils arborent déjà des formes complexes à La Tène moyenne et finale, ce qui suppose l'existence de dispositifs de centrage de la rotation des moulins manuels à cette époque. On ne les y retrouve qu'à partir de la deuxième moitié du I^{er} ou la première moitié du II^e siècle, mais ces datations trahissent surtout l'absence d'œil conservé sur les meules en calcaires lutétiens et en Grès de Fosses-Belleu dans les contextes plus précoces.

10.4.3.9 L'œil des metas

Parmi les 222 metas de moins de 52 cm de diamètre dont l'œil est restituable, il mesure entre 2 et 10 cm (médiane : 3,5 cm), mais le classement de la série montre que seules 3 pièces ont un œil de plus de 6 cm (fig. 246). Le double jalon des 52 cm de diamètre pour un œil de moins de 6 cm proposé au départ est donc très fiable pour la détermination des types de moulins à partir des metas. Les mesures sont assez stables d'une roche à l'autre, avec une grande majorité des œils qui mesurent entre 2,8 et 5 cm (en excluant les deux déciles extrêmes pour conserver 80 % de la série), et la moitié des occurrences sont rassemblées entre 3 et 4 cm (en gardant les deux quartiles centraux, soit la moitié de la série).

En accord avec ces chiffres, le moulin manuel complet découvert dans un bras du Rhin au sein du mobilier de bord de l'épave De Meern I (Utrecht, Pays-Bas) a conservé un manchon de bois de 3 à 3,5 cm de diamètre introduit dans l'œil de la meta⁷⁸⁴. Ce manchon est percé verticalement au centre pour recevoir et solidariser la pointe de fer de section carrée qui sert de pivot au catillus. Il forme au sommet de l'œil un léger bourrelet qui assure l'étanchéité du dispositif en évitant le passage du grain à cet endroit.

783 FORT, TISSERAND 2016, p. 783, fig. 4, n° 7 et 8 ; p. 790, fig. 9

784 MANGARTZ 2007, p. 249, fig. 8.71 et 8.72

Figure 246 Classement par quantile du diamètre de l'œil de metas manuelles.

10.4.3.10 Les trous d'emmanchement

10.4.3.10.1 Typologie et répartition

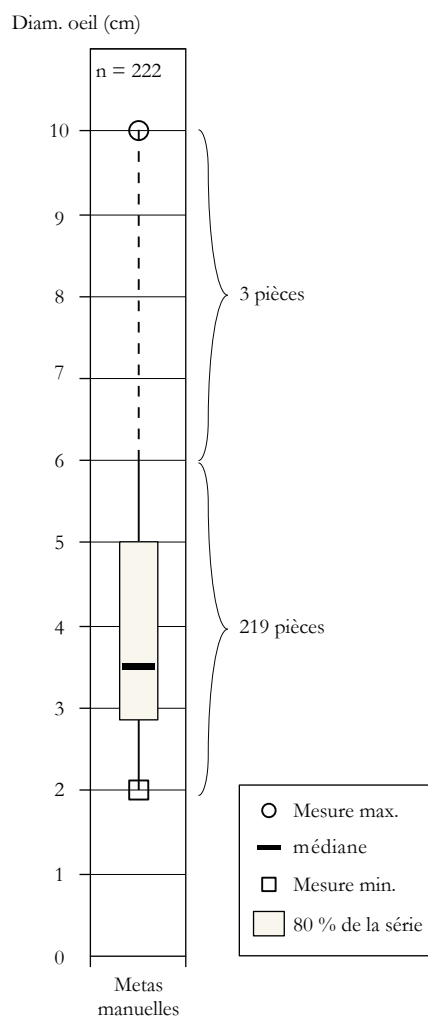
Sur 499 fragments de catillus manuels, 197 ont conservé au moins une perforation destinée à l'emmanchement (fig. 247B). Dans 27 cas, un second aménagement est pratiqué quand le premier est inutilisable car atteint par la surface active.

Sur les modèles entiers, il arrive qu'aucune perforation ne soit aménagée ; le catillus est alors cerclé de fer pour fixer un élément de préhension sans percer l'épaisseur de la meule. Des traces de cerclage peuvent aussi se remarquer sur des fragments de flanc, mais l'absence de manchon sur la meule d'origine n'est pas certaine (fig. 247B). L'exemple tardo-latinien de Fransures (Somme) et le catillus médiéval de Souhesmes-Rampont (Meuse) montrent en effet que cercle métallique et trou d'emmanchement peuvent être associés.

Au total, 11 catillus sont percés d'une perforation latérale partielle (type 1)⁷⁸⁵, 19 d'une perforation latérale prolongée horizontalement dans l'œil central (type 2), 137 d'une perforation latérale prolongée à l'oblique dans la cuvette supérieure (type 4), 29 sont creusés d'une encoche supérieure horizontale traversant le bandeau périphérique de la cuvette (type 6), et 1 catillus est percé d'un trou vertical (type 8 – fig. 247A). Enfin, 15 exemplaires complets ne présentent aucune perforation destinée à l'entraînement ; 12 d'entre eux montrent des traces de cerclage périphérique. Des traces de cerclage sont aussi repérées sur 25 fragments dont l'état de conservation ne permet pas de constater la présence ou l'absence d'un trou d'emmanchement.

Différents aménagements sont mis en évidence selon les matériaux (fig. 247C). Pour le poudingue normand, le manchon de type 2 caractéristique des meules gauloises continue d'être pratiqué jusqu'à la fin de l'époque romaine sur la majorité des catillus (17 cas sur 19 perforés). Deux catillus issus des sites voisins de Saint-Sauveur et de Pont-de-Metz (Somme) montrent une perforation latérale partielle de type 1 ; dans le premier cas seulement elle est accompagnée de traces d'oxydes métalliques révélant son cerclage par une bande métallique. 10 autres catillus entiers sont totalement dépourvus de trou d'emmanchement, parmi lesquels 8 sont entaillés en partie inférieure du flanc d'une série d'encoches horizontales peu profondes. Ce système, destiné à fixer un cercle ou une corde pour la fixation d'un manche sans percement de la masse de la meule, était déjà constaté sur plusieurs pièces romaines en poudingue conservées au musée d'Amiens mais dépourvues de provenance précise⁷⁸⁶. En outre, 13 autres fragments dont l'absence de manchon ne peut être prouvée présentent les mêmes encoches souvent accompagnées de traces d'oxyde métallique.

Les meules en Poudingue de Burnot, comme celles en Grès de Macquenoise sont percées de trous



⁷⁸⁵ Sur la typologie des trous d'emmanchement : JODRY *et al.* 2011

⁷⁸⁶ PICAUVET *et al.* 2011, p. 180, fig. 16 - 3c, et p. 188-189

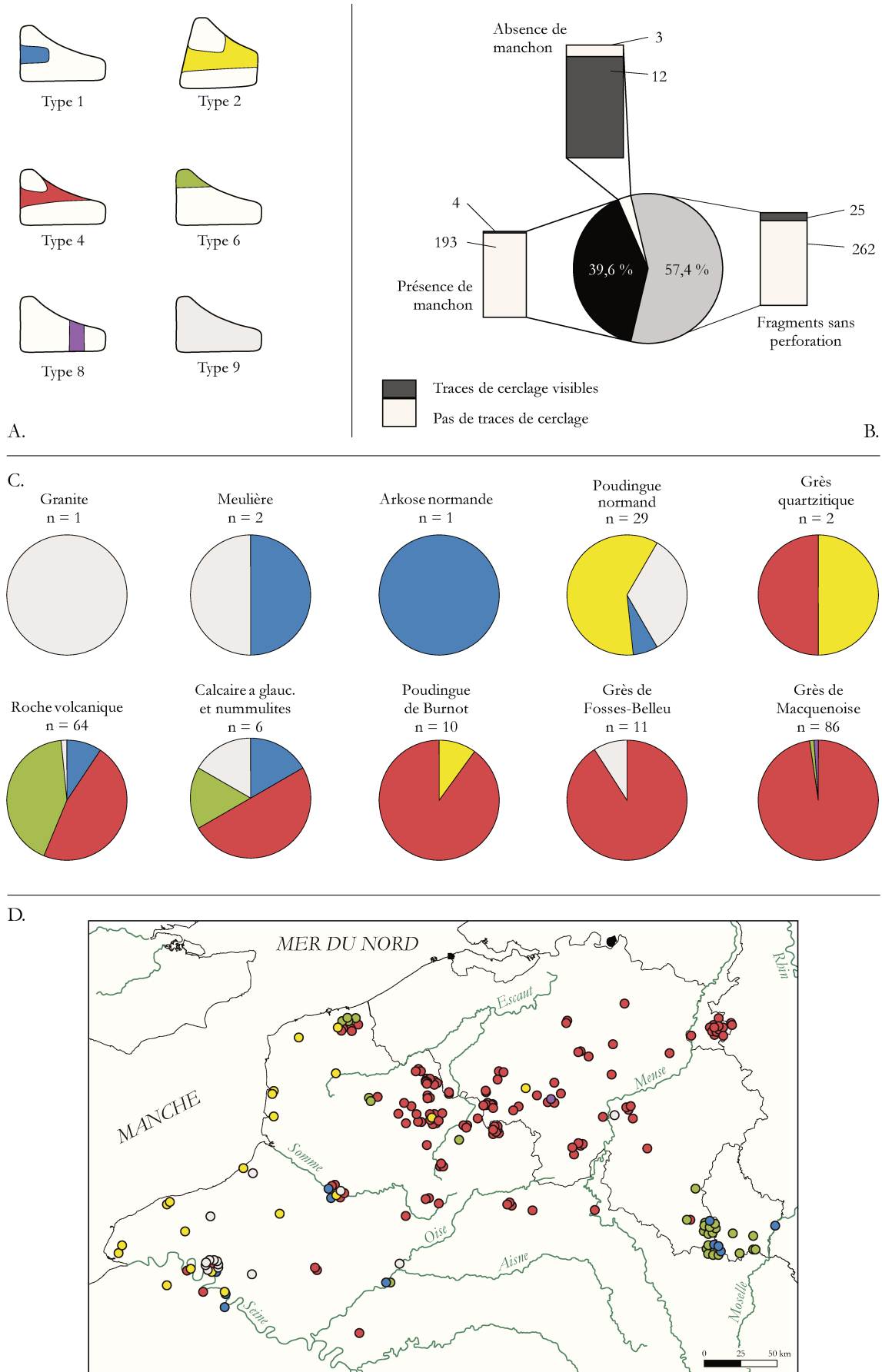


Figure 247 Les trous d'emmanchement des catillus manuels. A. Les types de trous d'emmanchement, d'après la typologie développée par le Groupe Meule (JODRY et al. 2011). B. Part des traces de cerclage parmi les catillus à manchon, sans manchon, et à manchon non conservé. C. Part des types d'emmanchement par lithocorpus. D. Carte de répartition des types d'emmanchement des catillus manuels.

d'emmanchement prolongés dans la cuvette (type 4). Toutefois pour le premier corpus, un catillus du Haut-Empire présente encore un manchon horizontal prolongé dans l'œil (type 2). Pour les Grès de Macquenoise, les seules alternatives au type 4 omniprésent sont une encoche supérieure (type 6) qui fait figure d'exception, et une perforation verticale assimilée au type 8 mais qui accompagnait probablement un trou d'emmanchement de type 4 comme c'est le cas sur un catillus manuel des II^e – III^e siècles découvert à Vermand⁷⁸⁷. Cinq fragments dont on ne peut prouver l'absence de manchon présentent par ailleurs de traces de cerclage périphérique.

Le corpus des Grès de Fosses-Belleu est aussi dominé par les trous d'emmanchement de type 4 (10 pièces). Un seul catillus entier dépourvu de perforation latérale, mais aussi 7 fragments qui n'en ont pas conservé présentent des traces de cerclage.

Au sein des calcaires à glauconie et nummulites, et surtout des roches volcaniques, les catillus sont percés d'aménagements divers. Pour les premiers, ce sont 3 perforations latérales de type 4, 1 de type 1 et 1 encoche supérieure de type 6. Un catillus entier est dépourvu de perforation.

Pour les roches volcaniques, dont la distribution est la plus large, la perforation prolongée dans la cuvette (type 4) est majoritaire (30 pièces), suivie de l'encoche supérieure (type 6 ; 27 cas) et de la perforation latérale partielle (type 1 ; 6 cas). Des tendances géographiques apparaissent pour ces matériaux, d'une part entre les productions de l'Eifel et celles du Massif Central, d'autre part au sein même des productions du premier gisement. Le catillus de Val-de-Reuil (Eure), dont la provenance du Massif Central est confirmée par analyse géochimique (voir rapport de T. Gluhak en annexe), est percé d'un manchon partiel (type 1), comme 5 meules *a priori* issues de l'Eifel et découvertes dans un espace restreint entre la ville d'Arlon (Prov. de Luxembourg, Belgique) et l'oppidum du Titelberg (GD Luxembourg). L'une de ces perforations est toutefois prolongée verticalement vers la cuvette par ce qui est fréquemment interprété comme un logement de goupille pour le maintien du manche⁷⁸⁸. Comme pour les catillus en Grès de Macquenoise, le faible diamètre des meules de l'Eifel dotées de ce type de trou d'emmanchement pourrait indiquer une datation romaine précoce (entre 34,5 et 43 cm, médiane 37 cm).

Les encoches supérieures de type 6, plus nombreuses, sont majoritairement réparties dans le même secteur au sud de l'Ardenne, ainsi que sur le littoral flamand, alors que les perforations latérales de type 4 sont observées au nord de l'Ardenne, du nord de la France aux Pays-Bas en passant par le bassin moyen de la Meuse, et se retrouvent encore au nord du Bassin parisien.

Cette distribution reflète celle des trous d'emmanchement toutes roches confondues (fig. 247D). Cela tendrait à signifier que le type de trou d'emmanchement n'est pas lié à la tradition de façonnage d'un atelier de production mais correspond à l'usage d'une région, à une tradition au sein des groupes d'artisans qui ajustent et revendent les moulins, et à leur capacité à s'adapter à de nouveaux besoins. Ce phénomène induit donc une pratique du percement du trou d'emmanchement dans les centres de redistribution régionaux (marchés urbains) et non dans les centres de production (carrières et ateliers de fabrication). Cette pratique est confirmée par la découverte d'ébauches de meules en dehors des affleurements, dans les villes⁷⁸⁹ ou en cours de route dans le Rhin⁷⁹⁰, dégrossies et creusées de l'œil au centre mais non percées de leur trou d'emmanchement. Les ébauches de meules en Poudingue de Burnot, découvertes lors d'un dragage de la Meuse au lieu-dit « La Pairelle » en amont de Namur sont, de même, dépourvues de trou d'emmanchement et leurs surfaces ne sont pas achevées.

787 Vermand (Aisne) « rue Charles de Gaulle » (fouille C. Hosdez), meule n° 43

788 JODRY *et al.* 2011, p. 301

789 À Lenzburg et à Zurzach (Suisse) : ANDERSON *et al.* 2003, p. 54 ; à Autun (Saône-et-Loire) : JACCOTTEY *et al.* 2017b

790 À La Wantzenau près de Strasbourg (Bas-Rhin) : JODRY 2011b, p. 405 ; JODRY 2011c, p. 90

10.4.3.10.2 Type 4 contre type 6, traditions et héritages techniques opposés

La répartition des perforations latérales de type 4 et des encoches supérieures de type 6 est particulièrement riche d'enseignements puisqu'elle oppose une province de Germanie inférieure et un littoral souvent militarisés et amplement approvisionnés par les produits de l'Eifel, à une Gaule Belgique civile dont les traditions techniques semblent perdurer depuis La Tène moyenne. Les variations géographiques constatées pour un même matériau (la roche volcanique notamment : fig. 248), montrent, comme indiqué plus haut, que le trou d'emmanchement doit être percé dans les centres de redistribution régionaux et non en amont dans les carrières et ateliers de production. Ce constat offre la possibilité passionnante d'aborder des questions liées aux pratiques régionales et de les comparer d'une région à l'autre. Technologie et habitudes culturelles peuvent ainsi être approchées conjointement.

Au moment de la conquête romaine, la première zone voit le passage d'un trou d'emmanchement de type 1 (latéral partiel), par ailleurs présent partout en Gaule Chevelue, à une encoche supérieure de type 6. La seconde assiste à la transformation des perforations latérales traversantes de type 2 en un type 4 très proche morphologiquement.

Le rapprochement entre les trous de type 1 et les encoches de type 6 n'est pas évident mais s'explique techniquement. Dans le premier cas, une première tige est introduite horizontalement dans le flanc et reçoit un manche vertical. Dans le deuxième cas, une pièce de bois ou de fer est encastrée dans l'encoche supérieure et reçoit de la même manière un manche vertical. L'encoche latérale supérieure peut donc être perçue comme un aménagement permettant un entraînement similaire en réduisant le risque de briser la

meule lors du percement du trou. Certaines interviennent même parfois en dispositif secondaire lors d'une réfection, lorsque le catillus devient trop mince pour en percer le flanc⁷⁹¹. De telles encoches supérieures sont très courantes dès l'Âge du Fer dans les régions méditerranéennes et n'apparaissent en Germanie qu'avec l'occupation romaine du *limes*. Un seul cas laténien isolé confectionné dans un matériau local est observé en Allemagne centrale (oppidum d'Altenburg, Niedenstein, Hesse)⁷⁹² ; les autres catillus sont percés de perforations latérales

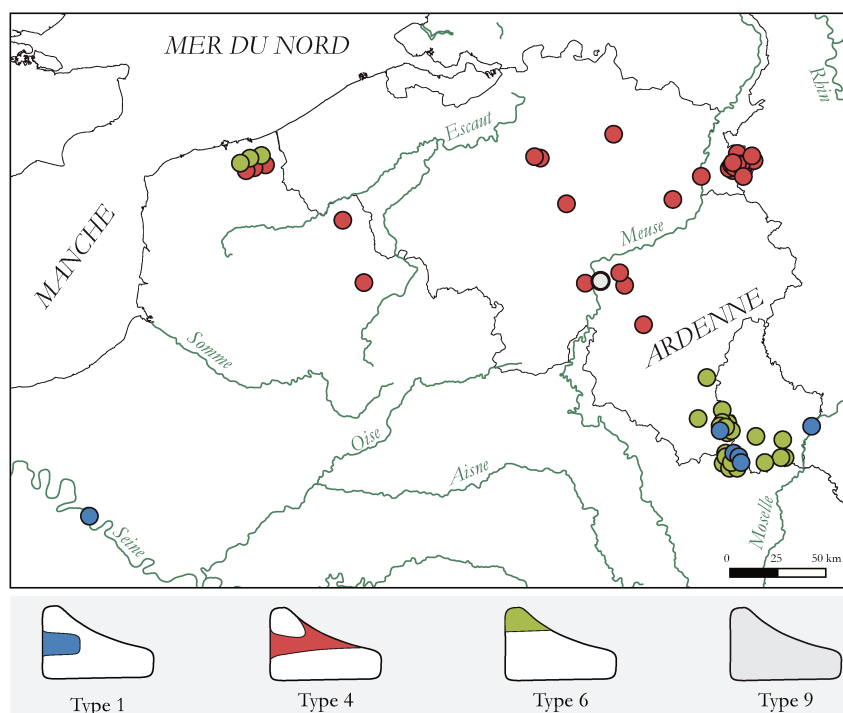


Figure 248 Carte de répartition des dispositifs d'emmanchement pratiqués sur les catillus manuels en roche volcanique. Le massif ardennais constitue une nette limite techno-culturelle.

791 JODRY *et al.* 2011, p. 304

792 La fouille date toutefois du début du XX^e siècle et le contexte de découverte est incertain : WEFERS 2006a, p. 20-21 ; WEFERS 2006b, p. 69-70.

aveugles, tout comme les meules suisses d'Avenches⁷⁹³. Au nord-est de la péninsule ibérique, les encoches supérieures sont attestées dès le IV^e av. J.-C. et se répandent au sud du Massif Central au III^e alors que des formes « continentales » restent produites plus au nord-est dans les zones alpines⁷⁹⁴. On les retrouve encore en Italie tout au long de l'époque tardo-républicaine⁷⁹⁵. En définitive, bien que l'invention de ces dispositifs ne semble pas romaine mais ibérique, leur application dans les meuliers de l'Eifel et leur diffusion dans la région rhénane (confluence Rhin-Moselle, le long de la Moselle au Luxembourg, et sur le littoral néerlandais-flamand) semblent être dues à l'influence méditerranéenne liée à la présence militaire romaine au I^{er} siècle.

À l'inverse, si la filiation entre les trous d'emmanchement laténiens de type 2 et gallo-romains de type 4 est évidente morphologiquement, elle l'est beaucoup moins techniquement. Dans le premier cas, la perforation latérale est prolongée horizontalement dans l'œil. Il est fort probable au regard des traces d'usure observées sur les catillus, que la tige horizontale introduite dans le manchon serve à la fois à la fixation d'un manche vertical en partie distale et à son affermissement sur l'axe de rotation fiché dans l'œil de la meta (voir § 10.2.9). À l'époque romaine, la perforation latérale est prolongée à l'oblique dans une cuvette qui s'est élargie avec l'amincissement des catillus. Elle n'atteint donc plus l'œil central. Les exemples archéologiques d'équipement de ce genre de moulin montrent l'introduction d'une broche métallique dans la perforation latérale et dont les extrémités sont repliées sur le rebord du catillus (voir § 9.1.2). Le système de centrage de la rotation n'est donc plus associé à la perforation latérale mais à un œil qui s'élargit et se complexifie. Un nouveau système d'entraînement, finalement très proche de ceux qui prennent place dans les trous partiels de type 1 (broche avec anneau) est donc adapté à un aménagement hérité des meules gauloises du nord de la Gaule. Une certaine filiation technique entre les trous d'emmanchements aveugles de type 1 et perforants de type 4 peut d'ailleurs être entrevue en Moselle et en Alsace avec les trous semi-aveugles dits « à goupille »⁷⁹⁶. Une perforation horizontale partielle est rejointe avant son extrémité par une petite perforation verticale ou oblique souvent interprétée comme le logement d'une goupille venant maintenir le manche à l'intérieur de son manchon. Le saut technologique est faible entre ce système et celui de l'introduction d'une broche repliée dans le canal vertical de la perforation. Il est possible mais néanmoins hypothétique que, recevant un simple emmanchement latéral maintenu par une goupille, la perforation ait progressivement évolué vers un manchon traversant de type 4 pour accueillir les nouveaux emmanchements à broches dans le courant de la première moitié du I^{er} siècle (voir § 9.1.2).

Ainsi en Gaule Belgique et partiellement en Germanie, le dispositif d'entraînement change radicalement dans la première moitié du I^{er} siècle mais prend place dans un aménagement qui ne fait que muer avec la transformation des catillus. Le savoir-faire des artisans se transmet en s'adaptant à l'évolution de la forme des meules, et surtout à la demande de nouveaux consommateurs. Faisant montre d'une transmission technique encore plus pérenne, le Pays de Caux (Seine-Maritime) s'illustre encore par l'extrême permanence de ses productions, ni la forme des catillus ni celle du trou d'emmanchement ne montrant de changement notable après la conquête.

L'inverse se produit en Germanie romaine où la forme du catillus comme celle du trou d'emmanchement changent radicalement dans la première moitié du I^{er} siècle pour recevoir un système

793 CASTELLA, ANDERSON 2004, p. 129

794 Dans la péninsule ibérique dès le IV^e siècle av. n.è. : ALONSO, PÉREZ-JORDÀ 2014, p. 245-246. Dans les régions romanisées du sud de la Gaule au III^e siècle av. J.-C. : LONGEPIERRE 2014, p. 295, fig. 8, p. 296-297, 303. À Lattes (type B1) au début du III^e siècle av. J.-C. et jusqu'au II^e siècle de n.è. : PY 1992, p. 193-195.

795 En Italie à l'époque tardo-républicaine : n° 2, 56, 61 et 67 du catalogue de BELTRAME, BOETTO 1997, p. 173, 178, 186, 187 et 189.

796 À Saverne (Alsace) dès La Tène finale : JODRY, FÉLIU 2009, p. 73, fig. 5 ; à Metz (Moselle) à l'époque tiberienne : ASSELIN *et al.* 2017, p. 404 ;

finalement peu différent de celui mis en œuvre à l'Âge du Fer. Il semble ainsi y avoir apport de savoir-faire, et peut-être d'artisans, dans les carrières de l'Eifel quand l'armée romaine investit le secteur avec ses exigences techniques.

10.4.4 Les meules manuelles réglables

10.4.4.1 Constitution du corpus

Les meules dites « réglables » sont des meules souvent plus grandes mais de même profil que les meules manuelles simples et dont la mise en rotation est assistée par un système de soutien du catillus. Ce sont donc des catillus à face supérieure en cuvette dont le logement d'anille central doit être capable de supporter plusieurs dizaines de kilos pour le réglage de l'écartement des meules au moyen d'un palier mobile sous-jacent. Sont pris en compte d'une part les logements d'anille infères (types 4A, B et C), creusés dans la face active du catillus pour le logement d'une anille « par-dessous » solidaire de l'axe de rotation⁷⁹⁷, d'autre part les logements d'anille dits « crampons » (type 5A), qui consistent en deux perforations verticales adjacentes à l'œil et qui accueillent par-dessus des crampons solidaires de l'axe de rotation⁷⁹⁸. Les trous verticaux éloignés de l'œil ne sont pas comptabilisés car doivent servir de mortaises de fixation pour un levier diamétral supportant un entraînement périphérique.

Par extension, les fragments de meules qui n'ont pas conservé d'œil identifiable mais qui se situent dans l'ordre de grandeur morphométrique des meules à anille de soutien sont intégrés à la série, ce qui la porte à 29 catillus.

10.4.4.2 Répartition chronologique et spatiale

Comme les anilles de centrage des meules manuelles simples, les systèmes de support du catillus (œils de type 4 et 5A) apparaissent à partir de la fin du I^{er} siècle quelle que soit la roche (troisième quart du I^{er} siècle à Heudebouville dans l'Eure).

Cinq roches ont livré des meules de ce type : les roches volcaniques, le Grès de Macquenoise, le Grès de Fosses-Belleu, le calcaire à glauconie et nummulites et l'arkose normande. Le petit catillus en poudingue normand de Pont-de-Metz (Somme) déjà présenté parmi les meules manuelles est exclu des calculs statistiques afin de ne prendre en compte que des individus morphologiquement comparables ; son petit logement d'anille infère était considéré comme un *unicum* non représentatif.

Hormis celles extrayant le poudingue normand, chacune des carrières de pierre meulière dont l'exploitation continue après le Haut-Empire en ont ainsi fourni des exemplaires dans leur zone commerciale (fig. 249). Sur les sites de consommation, ces meules sont présentes autant en ville qu'à la campagne et fournissent, en milieu domestique, des rendements accrus par l'accroissement du diamètre, sans que ceux-ci n'atteignent ceux des grands moulins.

10.4.4.3 Morphométrie des catillus

La face supérieure de ces catillus est systématiquement creusée en cuvette, ce qui était dès le départ le postulat de leur identification.

Les systèmes d'anille de soutien (œils de type 4 et 5A) sont associés aux plus grands diamètres parmi les meules manuelles (43 à 54 cm, médiane 49 cm ; effectif : 15). En y joignant les 11 fragments à face supérieure en cuvette de 50 à 55,5 cm de diamètre et dont l'œil n'est pas ou mal conservé, la

797 Pour le même système adapté à un type de meule différent (face supérieure convexe), S. Longepierre parlera de type « Barbegal-Saint-Bézard » : LONGEPIERRE 2013, p. 370, fig. 26 n° 3 et p. 372.

798 Type « Avenches-Saint-Bézard » de S. Longepierre : LONGEPIERRE 2013, p. 370, fig. 26 n° 2 et p. 371-372.

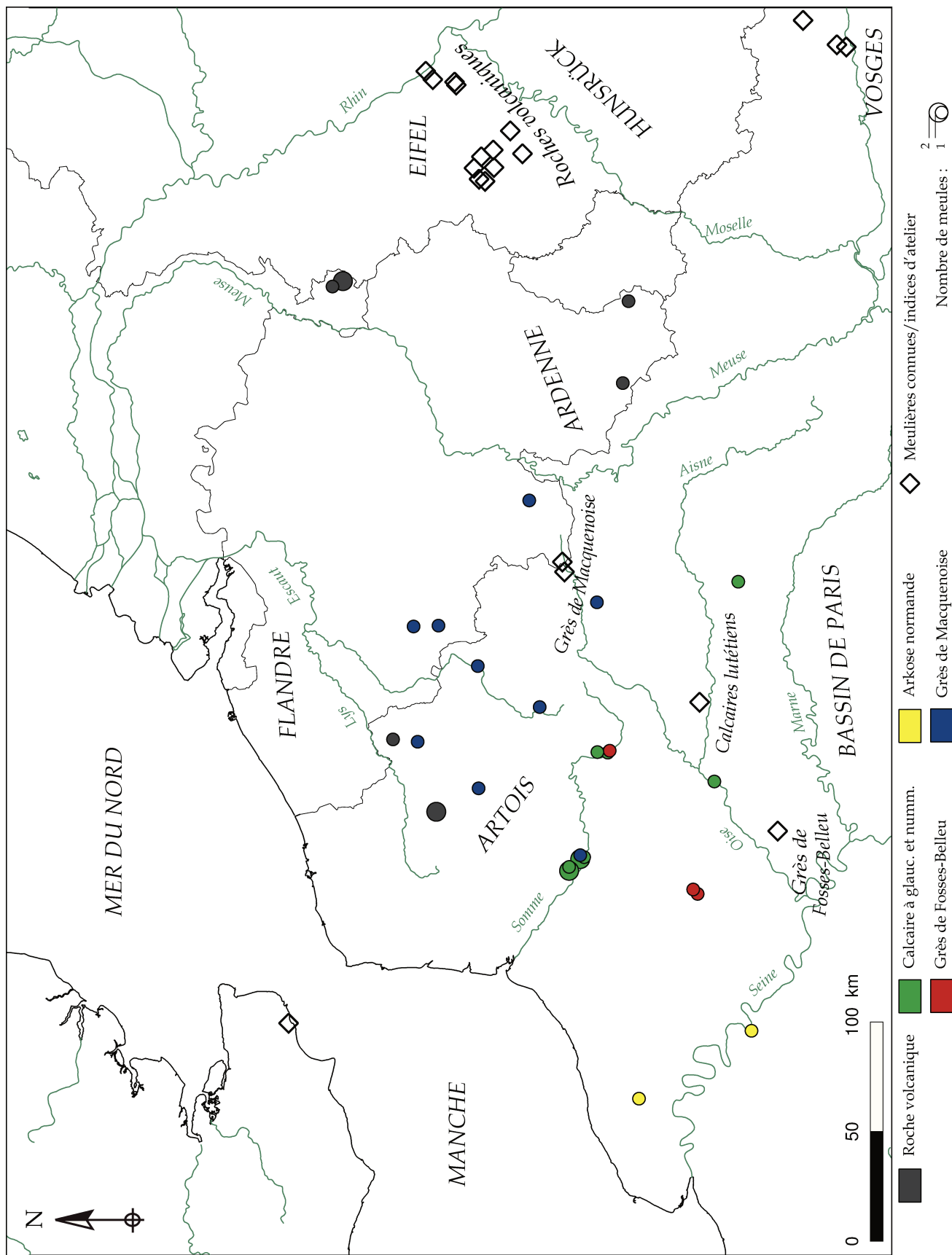
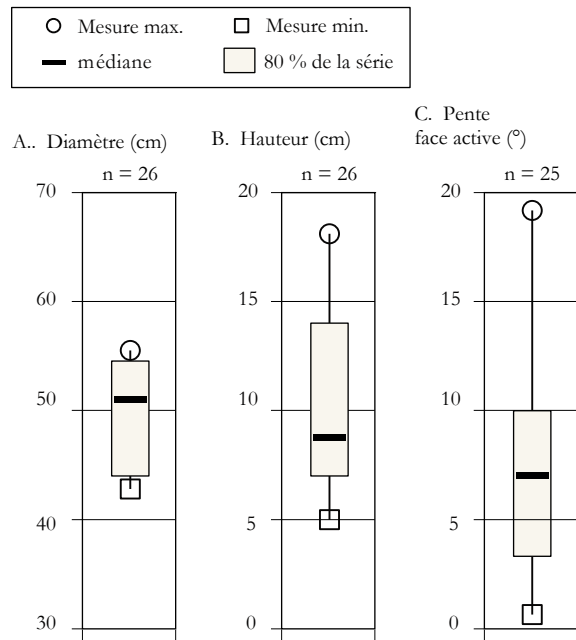


Figure 249 Répartition par roche des meules manuelles réglables gallo-romaines (I^{er} – début V^e siècle). Projection conjointe des pièces étudiées physiquement et identifiées dans la bibliographie.

Figure 250 *Morphométrie des catillus réglables.*
A. Répartition par quantiles du diamètre. B. Répartition par quantiles de l'épaisseur. C. Répartition par quantiles des mesures d'inclinaison de la face active.



médiane s'élève à 50,75 cm (fig. 250A).

L'épaisseur des catillus est comprise entre 5 et 18 cm (médiane 9,5 cm ; effectif : 15. Médiane 8,55, effectif : 26 avec les catillus dont l'œil n'est pas conservé), ce qui excède légèrement celle des meules manuelles simples (médiane 7,65 cm toutes roches confondues) mais coïncide avec un diamètre également plus élevé (fig. 250B). Le flanc est très majoritairement vertical (médiane de la série : 90° ; effectif : 28), mais le Grès de Macquenoise et le calcaire à glauconie et nummulites livrent parfois quelques profils légèrement tronconiques (de 75 à 90°).

La face active est inclinée de 1 à 19° (médiane : 7° ; effectif : 25 – fig. 250C). Ces mesures sont globalement plus élevées que celles des meules manuelles de même roche, et les surfaces ne sont jamais horizontales.

Avec le creusement de la face supérieure, l'œil est le critère principal de l'identification des meules manuelles « réglables ». Le logement d'anille infère ou à crampons est systématiquement présent (fig. 251), mais dans 9 cas celui-ci accompagne un œil complexe de type 2 (meules en Grès de Fosses-Belleu, en Grès de Macquenoise, en calcaire à glauconie et nummulites et en roche volcanique). Dans 5 cas il accompagne un œil circulaire (meules en roche volcanique et en calcaire à glauconie et nummulites), et dans 2 cas un œil ovale (Grès de Macquenoise et calcaire à glauconie et nummulites).

Cinq catillus (3 en Grès de Macquenoise et 2 en roche volcanique) ont conservé une perforation latérale prolongée dans la cuvette (type 4), et 1 en arkose normande a conservé une encoche supérieure horizontale (type 6). Ces aménagements en tous points similaires à ceux des meules manuelles simples confirment leur parenté. Enfin, 5 exemplaires présentent des traces de cerclage périphérique.

Ces catillus offrent la possibilité de régler l'écartement entre les deux meules en solidarissant le catillus à l'axe de rotation qui traverse l'œil de la meta de part en part. La présence de trous d'emmanchement latéraux et/ou de traces de cerclage sur ces meules écarte l'idée d'un entraînement central comme c'est le cas des meules de grand format qui présentent aussi des encoches sur la face active du catillus pour l'introduction d'une anille infère.

10.4.4.4 Les metas

Les metas susceptibles de s'apparier avec les catillus manuels réglables sont très difficiles à identifier puisque leur diamètre est situé à la charnière entre celui des meules manuelles et celui des meules à entraînement central ou périphérique. D'autre part et quel que soit le mode d'entraînement, l'œil des metas est toujours perforant dans le nord de la Gaule et en Germanie, ce qui écarte cet élément des critères diagnostiques.

Comme il l'a été démontré par analyse statistique (voir § 10.4.2.2.3), trois groupes de metas peuvent être discernés. Les metas de moins de 52 cm de diamètre dotées d'un œil de 2 à 6 cm, celles de plus

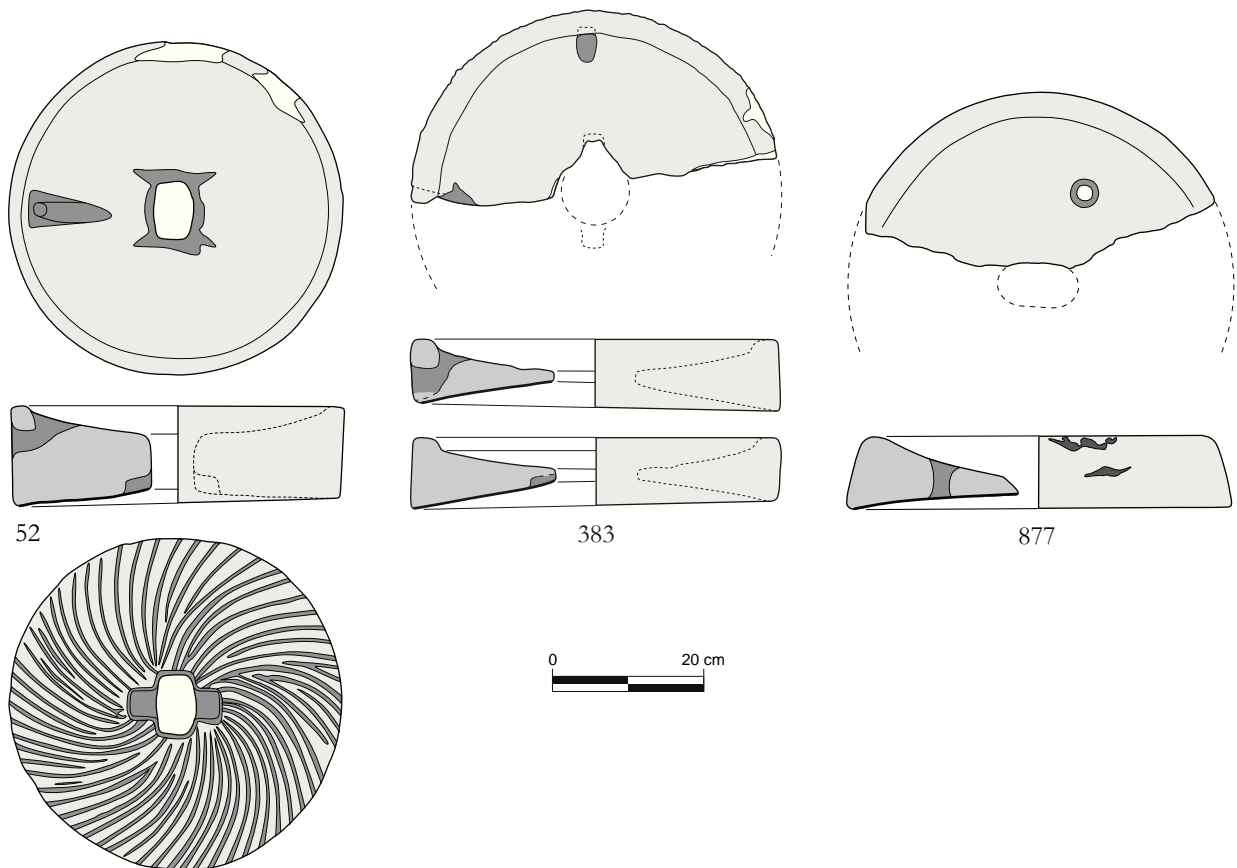


Figure 251 Exemples de catillus manuels réglables. A. Catillus en Grès de Macquenoise à logement d'anille « par-dessous » et trou d'emmanchement latéral ; Vervins (Aisne). B. Catillus en roche volcanique à logement d'anille « par-dessus » et « par-dessous » et trou d'emmanchement latéral ; Heerlen (Limbourg néerlandais). C. Catillus en Grès de Macquenoise à logement d'anille-crampon et traces de cerclage ; les Rues-des-Vignes (Nord).

de 55 cm dont l'œil mesure moins de 8 cm de diamètre, et celles de plus de 55 cm dont l'œil mesure plus de 8 cm. Les metas correspondant aux moulins manuels à réglage de l'écartement seraient ainsi comprises dans la partie supérieure du premier groupe, voire dans la partie inférieure du second puisque les catillus réglables peuvent mesurer ici jusqu'à 55,5 cm.

10.4.5 Les meules cylindriques à traction périphérique

10.4.5.1 Constitution du corpus

Trois types de grandes meules à traction périphérique doivent être distingués à la fois par leur forme très différente et par leur lithologie particulière. Les catillus du premier type ont une face supérieure creusée en cuvette sur le modèle des meules manuelles et sont majoritairement taillés en arkose rose (43 pièces) ; quelques catillus comparables sont produits dans d'autres roches : 6 en arkose normande, 7 en calcaire à glauconie et nummulites, 2 en roche volcanique et de façon anecdotique 1 en grès quartzitique du Hainaut.

Sur la base du classement statistique des metas, celles qui affichent un diamètre supérieur à 55 cm et un œil inférieur à 8 cm sont considérées comme des meules de moulins à traction périphérique (fig. 252). Peuvent donc être adjointes aux catillus les 33 metas en arkose rose, ainsi que 9 taillées en roche volcanique (2 pièces), en calcaire à glauconie et nummulites (3 pièces) et en arkose normande

Figure 252 Répartition par quantiles du diamètre de l'œil des metas considérées faire partie de moulins à traction périphérique.

(4 pièces). Deux de ces dernières metas sont percées d'un œil de 9 et 11 cm de diamètre ; face à leur isolement et à l'absence de catillus à entraînement central taillé dans cette roche, elles sont intégrées dans ce groupe-ci. Signalons toutefois que certaines de ces metas peuvent aussi participer de moulins manuels réglables. Nous pouvons proposer à ce type pour désignation le nom du site gallo-romain d'Oisy-le-Verger (Pas-de-Calais) qui en a livré un catillus aux côtés d'une base de socle circulaire suggérant un entraînement périphérique⁷⁹⁹.

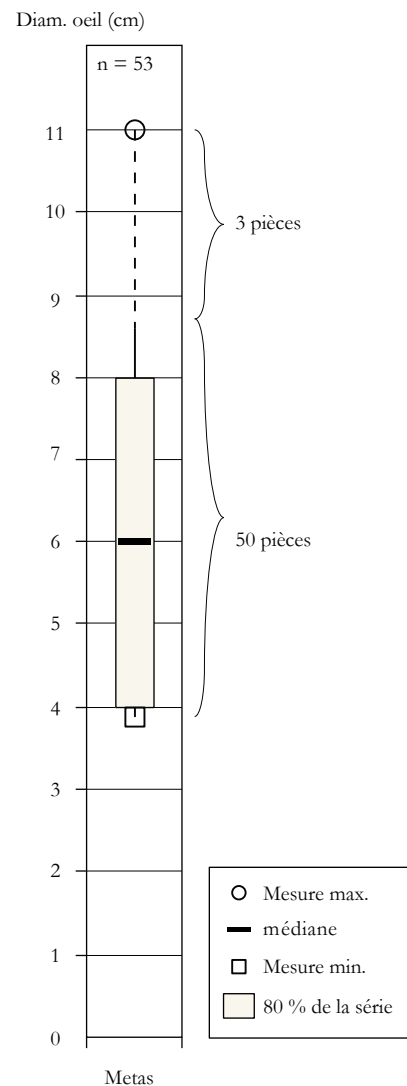
Un type très proche du précédent par sa forme mais non par ses aménagements techniques comprend 3 catillus en roche volcanique de forme standardisée. Ce type dit « Haltern-Rheingönheim » est particulier aux productions de l'Eifel et bien identifié par les archéologues⁸⁰⁰.

Les 155 catillus du troisième groupe ont une face supérieure convexe, horizontale ou légèrement plano-concave et sont uniquement taillés en arkose grossière ardennaise. Leur sont associées 113 metas confectionnées dans la même roche. Nous pouvons leur proposer pour appellation le site éponyme de Brillon (Nord) où ces meules ont été identifiées pour la première fois. Cet établissement rural modeste a fourni pour seul matériel de broyage un catillus et une meta de ce type, d'ailleurs parmi les plus précoces de la région⁸⁰¹.

Une dernière pièce ne peut être incluse dans le traitement statistique des données en raison de sa singularité. Le catillus en meulière de Rainvillers (Oise)⁸⁰² dispose d'une encoche creusée dans le flanc pour un entraînement périphérique, mais également d'une face supérieure convexe. Son œil n'est pas conservé mais il est probable qu'il s'agisse d'un catillus à entraînement central réemployé en traction périphérique comme c'est le cas des catillus en roche volcanique des Ventes et d'Appeville-Annebault (Eure)⁸⁰³.

10.4.5.2 Répartition chronologique et spatiale

Les meules en roche volcanique de type « Haltern-Rheingönheim » sont réparties le long du Rhin de l'époque augustéenne au II^e siècle, et surtout en contexte militaire (fig. 253). D. Baatz en signale à Haltern, Xanten (Rhénanie-du-Nord-Westphalie), Rheingönheim, Mayence (Rhénanie-Palatinat), Groß-Gerau, Saalburg (Hesse) et Sulz (Bade-Wurtemberg)⁸⁰⁴. Nous y ajouterons celles de Heerlen (Limbourg néerlandais) d'Altrier et du Titelberg (GD Luxembourg), ainsi que deux exemplaires



799 Oisy-le-Verger (Pas-de-Calais), « le Chemin du Burcq » (diagnostic T. Marcy) : meule n° 1588

800 BAATZ 1995, p. 11 ; HARTOCH *et al.* 2015, p. 35

801 Brillon (Nord) « Parc d'activité de Sars-et-Rosières » (fouille L. Meurisse) : meules n° 748 et 749

802 Meule n° 1303

803 Meules n° 106 et 143

804 BAATZ 1995, p. 11-12

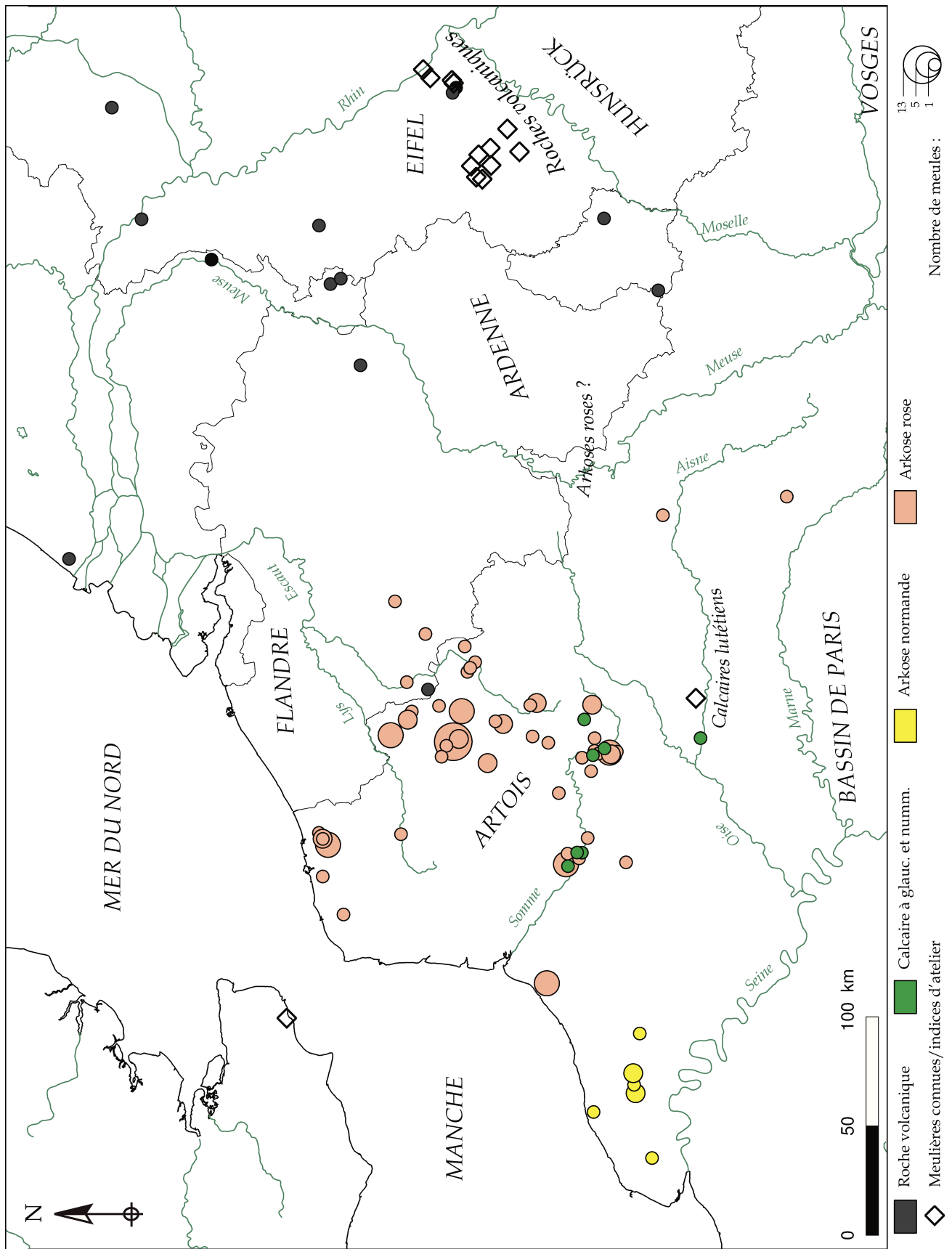


Figure 253 Répartition par roche des meules à entraînement périphérique de types « Haltern-Rheingönheim » et « Oisy-le-Verger » (I^{er} – début V^e siècle). Projection conjointe des pièces étudiées physiquement et identifiées dans la bibliographie.

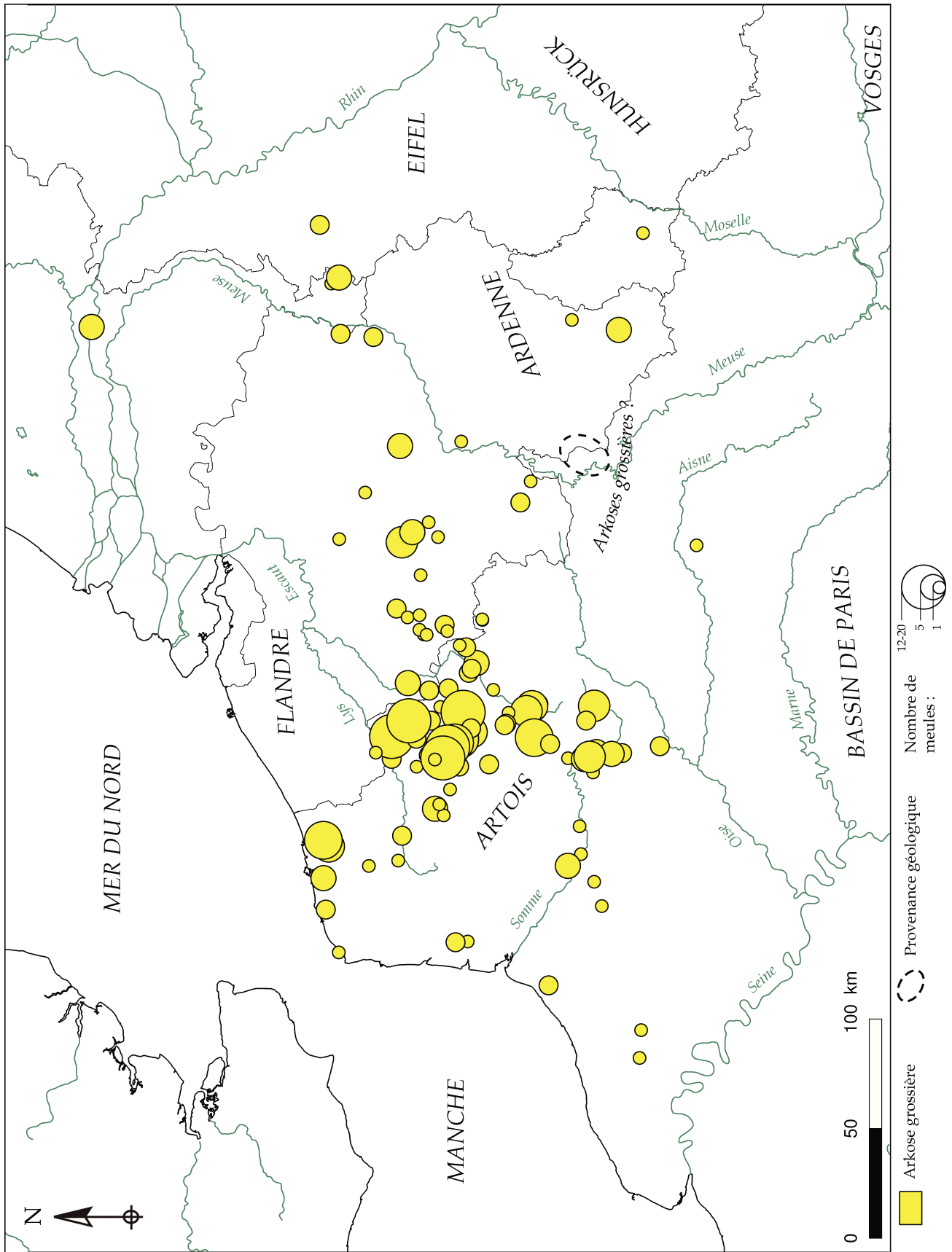


Figure 254 Répartition des meules à entraînement périphérique en arkose grossière de types « Brillon » (I^{er} – début V^e siècle). Projection conjointe des pièces étudiées physiquement et identifiées dans la bibliographie.

publiés à Tongres⁸⁰⁵ et dans le *vicus* de Jülich (Rhénanie-du-Nord-Westphalie)⁸⁰⁶. Un dernier a été découvert récemment dans le *vicus* de Venlo (Limbourg néerlandais), également lié à l'occupation militaire du *limes*⁸⁰⁷.

Les premières meules de type « Oisy-le-Verger » en arkose rose apparaissent dans la seconde moitié du I^{er} siècle. Leur répartition est plus générale (fig. 253), autant en ville qu'à la campagne, mais elles restent peu nombreuses par rapport aux meules manuelles. Des meules antiques similaires sont connues ailleurs en France, bien identifiées notamment en Bourgogne/Franche-Comté où elles sont taillées dans des roches régionales (grès des Vosges, grès du Morvan, grès et granite de la Serre)⁸⁰⁸. Elles y sont interprétées comme des éléments de moulins à traction animale ; le terme plus générique de moulin « à sang », ou mieux, à traction périphérique, est préférable pour introduire la possibilité d'une traction humaine autant qu'animale.

Le type « Brillon » est spécifique aux terrains limoneux situés au nord du bassin de la Somme et du massif ardennais, entre le littoral de la Manche et le *limes* rhénan (fig. 254). Il est très majoritairement représenté sur les sites ruraux et très rare en ville (voir § 14.4.3). Dans le reste de la Gaule, le seul parallèle identifié est localisé sur l'établissement rural antique de la « ZAC des Touches » à Pacé (Ille-et-Vilaine)⁸⁰⁹ : de grandes meules en « grès roussard » datées de la fin du I^{er} siècle y affichent la même forme, les mêmes aménagements techniques et des modalités d'usure identiques.

Dans notre étude, les premiers exemplaires du type « Brillon » apparaissent en réemploi au milieu du I^{er} siècle de notre ère à Brillon, Masnières, Sin-le-Noble (Nord) et à Saint-Christ-Briost (Somme). Leur utilisation dans la première moitié du I^{er} siècle peut par conséquent être envisagée. Les exemples se multiplient dès la deuxième moitié de ce siècle, puis se raréfient au IV^e pour disparaître au plus tard à la charnière du IV^e et du V^e siècle⁸¹⁰.

Les trois types seront abordés conjointement pour leur mise en œuvre comparable, mais les données morphométriques des catillus à cuvette (types « Oisy-le-Verger » et « Haltern-Rheingönheim ») et des catillus « en couvercle » (type « Brillon ») seront chaque fois confrontées.

10.4.5.3 Le diamètre

Les catillus du type « Oisy-le-Verger » et les metas qui leur sont associées montrent un diamètre compris entre 40 et 90 cm pour une valeur médiane de 60 cm (effectif : 61) (fig. 255A). De forme proche (face supérieure en cuvette), les trois catillus de type « Haltern-Rheingönheim » affichent des mesures plus hautes (72, 75 et 90 cm).

Les meules de type « Brillon » mesurent entre 40 et 96 cm pour une médiane de 70 cm (effectif : 119).

Pour ces séries, les mesures minimales de 40 cm font figure d'*unica* (1 en arkose rose, 1 en arkose grossière ardennaise) et ne font pas varier la médiane ; les valeurs suivantes s'étalent à partir de 51 cm dans le premier cas et de 56 cm dans le second.

10.4.5.4 La face supérieure des catillus

La face supérieure des catillus a dès le départ orienté la distinction des groupes de meules et particulièrement des deux séries de lithologie différente confrontées ici.

805 HARTOCH *et al.* 2015, p. 268-272 (Cat. N° 49)

806 SANDEK 1992, p. 103 et 111, pl. 3 (n° 10)

807 VAN DER VELDE *et al.* 2009, p. 238

808 JACCOTTEY 2016, p. 738

809 LABEAUNE-JEAN *et al.* 2011, p. 460-461 et 464-466

810 Le dernier fragment connu est rejeté aux abords de la villa 1 de Marquion (Pas-de-Calais, fouille D. Gaillard) entre l'extrême fin du IV^e et le début du V^e siècle : meule n° 1574.

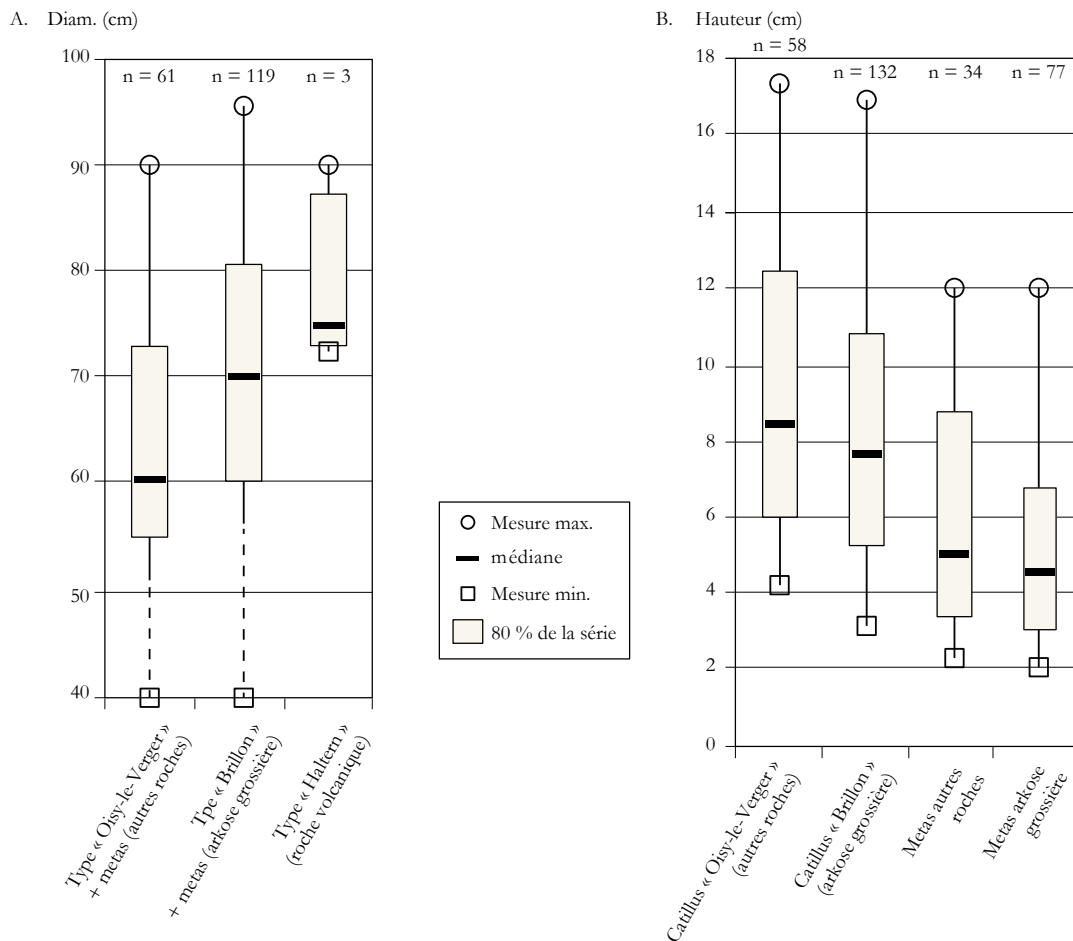


Figure 255 Répartition par quantiles du diamètre (A) et de la hauteur du flanc (B) des meules à traction périphérique de type « Oisy-le-Verger », « Brillon » et « Haltern/Rheingönheim ».

Sur les 61 catillus du premier groupe dont la face supérieure est conservée, seules 7 pièces en arkose à orthose et 1 en arkose normande ont la face supérieure horizontale ; leur diamètre fait partie des plus élevés pour ce matériau (74 et 76 cm). Les autres sont tous creusés en cuvette.

Les meules en arkose grossière ardennaise montrent des lignes de face supérieure plus diverses, de convexe (6 pièces) à concave (5 pièces) en passant par plusieurs déclinaisons de l'horizontale (plano-concave à plano-convexe : 129 pièces). Les catillus concaves dont le diamètre est restituable mesurent 40, 57, 70 et 71 cm, soit en-dessous et autour de la médiane de cette série. Tous les plus grands exemplaires montrent une face supérieure horizontale ou convexe.

10.4.5.5 L'épaisseur

Comme pour les catillus manuels, le flanc des grandes meules à cuvette représente leur hauteur maximale. Ceux de type « Brillon » peuvent aisément être comparés à ceux-ci, puisque leur face supérieure n'est convexe que dans 6 cas sur 139 conservées, les autres étant majoritairement horizontales ou plano-concaves. Pour les metas, la prise en compte de la hauteur du flanc autorise la comparaison de données identiques d'un individu à l'autre, quelle que soit la roche.

Les deux premiers types de catillus montrent des épaisseurs comprises entre 4,2 et 17,4 cm (médiane 8,5 cm ; effectif : 58) (fig. 255B), ce qui révèle surtout le potentiel d'usure et donc la durée d'utilisation de tels moulins par rapport au produit neuf. Un rapport de 1 à 4 est en effet observé entre les individus les plus épais et les plus fins de la série.

Le troisième type étale ses mesures entre 3,2 et 17 cm (médiane 7,75 cm ; effectif : 132), ce qui

révèle le même phénomène d'utilisation longue des produits jusqu'à rupture.

Le flanc des metas associées aux premiers types est épais de 2,2 à 12 cm (médiane 4,95 ; effectif : 34) et celui des metas en arkose grossière de 2 à 12 cm (médiane 4,6 ; effectif : 77). Les metas correspondant aux catillus des deux types montrent des épaisseurs assez comparables, et le même phénomène de forte usure est logiquement mis en évidence.

10.4.5.6 Le flanc

L'analyse statistique de l'ensemble des meules rotatives montrait une verticalisation massive du flanc des meules de grand format. Cela se vérifie pour les catillus à traction périphérique dont le flanc, toutes roches confondues, n'est légèrement rentrant que dans 35 cas sur 188 dont le flanc est conservé (18,6 %). Quand il n'est pas vertical, son inclinaison est comprise entre 66 et 87° et approche fortement la verticale dans la plupart des cas (médiane 84°).

Le flanc des metas est très majoritairement vertical puisque la valeur médiane de leur inclinaison s'élève à 90°. Les mesures qui s'éloignent de la verticale de plus de 3° sont au nombre de 9 sur 68 metas en arkose grossière (13,2 %), 2 sur 26 metas en arkose rose (7,7 %), et 1 sur 3 metas en calcaire à glauconie et nummulites.

10.4.5.7 La face inférieure des metas

Si 37 metas ont la face inférieure faiblement concave, 84 reposent sur une surface complètement plane. À la différence des meules manuelles, le peu de variété lithologique dans ce type de meules explique cette homogénéité des faces inférieures.

10.4.5.8 La face active

Les catillus en roche volcanique présentent les faces actives les plus inclinées, entre 7 et 21° quand elle est calculable (médiane : 14° ; effectif : 4) (fig. 256) ; celle des metas s'élève respectivement à 10 et 13°. Suivent les catillus en arkose normande (6 à 11°, médiane 9° ; effectif : 4) et les metas associées (2 pièces inclinées de 8°), ainsi que les catillus en calcaire à glauconie et nummulites (5 à 10°, médiane 8° ; effectif : 6) et les metas associées (2 à 9°, médiane 7° ; effectif : 3). La conicité des catillus en arkose rose est comprise entre 3 et 14° (médiane : 7° ; effectif : 26) et celle des metas entre 0 et 11° (médiane : 6° ; effectif : 21), mettant en évidence, ici encore, une différence de pente entre la face active des catillus et celle des metas.

Les catillus et les metas en arkose grossière ont enfin une face active statistiquement identique, comprise entre 0 et 15° pour les premiers (médiane : 6° ; effectif : 89) et entre 1 et 21° pour les secondes (médiane : 6° ; effectif : 80). Malgré cette différence d'inclinaison peu évidente sur ces séries, un couple fonctionnel en arkose grossière découvert sur le site rural de Kerkrade⁸¹¹ confirme l'entretien d'une différence de 2° entre la face active des deux meules (fig. 257).

10.4.5.9 L'œil des catillus

Sur les 53 catillus à traction périphérique qui ont conservé au moins une portion d'œil (fig. 258), 1 seul système de levage est observé sur un catillus en roche volcanique d'Heerlen (Limbourg néerlandais). Il est constitué d'une encoche rectangulaire creusée sur la face active (type 4A).

Quelques autres œils sont parfois simplement circulaires (type 1A : 1 en grès quartzitique fin, 1 en arkose rose) ou ovales (type 1B : 1 en arkose grossière). Hormis ces quelques exceptions et toutes roches confondues, ils sont quasi exclusivement de forme complexe, circulaires et pourvus de mortaises adjacentes en forme de queues d'aronde (type 2C : 48 conservés).

811 Kerkrade (Limbourg néerlandais) « Beitel – Delocht » (fouille A. Horbach) : meules n° 392 et 394

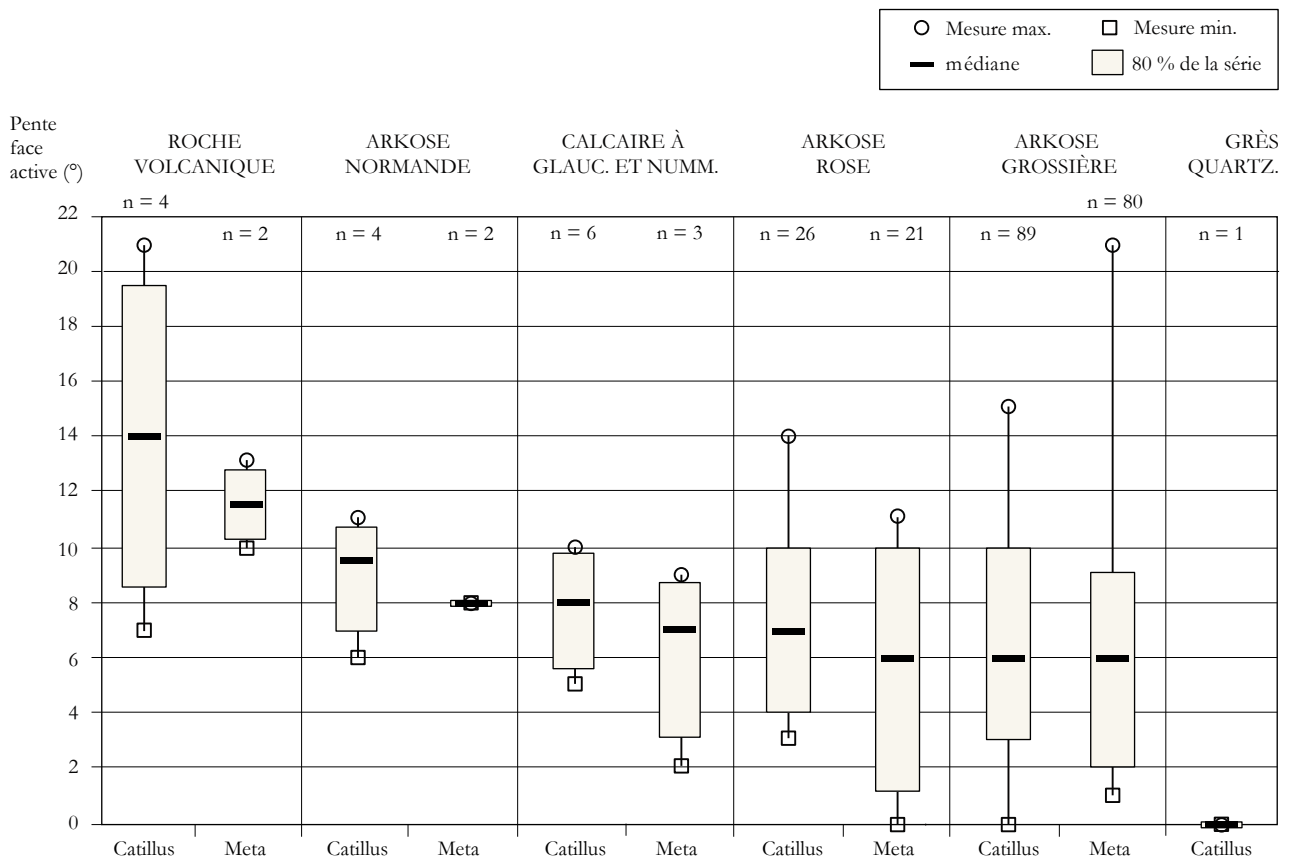
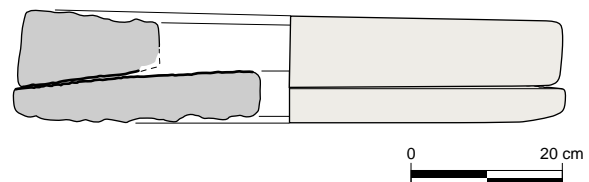


Figure 256 Répartition par quantiles des mesures d'inclinaison de la face actives des meules à traction périphérique, classées par roche.

Figure 257 Couple de meules gallo-romaines à traction périphérique en arkose grossière. Kerkrade (Limbourg néerlandais) « Beitel – Delocht », meules n° 392-394. Dessin éch. 1/10.



Contrairement à ce qui avait été erronément avancé lors du colloque de Lons-le-Saunier sur l'archéologie des moulins en 2011⁸¹², cette particularité implique d'écarter tout entraînement mécanique central pour ces moulins de grand format. À l'image des moulins manuels, l'anille ne sert ainsi qu'à centrer la rotation du catillus sur la meta. Les mortaises de l'œil peuvent servir à l'introduction du grain dans le moulin ou au calage d'une anille en double queue d'aronde.

Dans cette dernière situation et dans certains cas où le système d'entraînement n'est pas identifiable, on peut imaginer un système de levier horizontal fixé à l'anille centrale par le dessus, sur le modèle du moulin représenté à Rome sur le sarcophage de *Lucius Annius Octavius Valerianus* (II^e - III^e siècles, fig. 193)⁸¹³.

10.4.5.10 Les systèmes d'entraînement

L'arkose grossière et l'arkose rose étant des roches mal cimentées et très friables, les dispositifs d'entraînement sont très rarement conservés. Seuls 25 catillus dont 4 en roche volcanique présentent une ou plusieurs perforations ou encoches, et 15, dont 2 sont aussi perforés, montrent des traces de cerclage périphérique.

812 PICAVET 2016

813 Rome, Museo Gregoriano Profano, inv. 10536, CIL VI 11743. Provenance : Via Appia

1 catillus en arkose grossière montre une petite perforation latérale partielle (type 1)⁸¹⁴ étroite (5 x 2 cm) et peu profonde (3 cm). Elle peut servir de point d'ancrage à un piton pour la fixation d'un système de trait.

Les 3 catillus de type « Haltern-Rheingönheim » en roche volcanique sont creusés de deux encoches verticales en queues d'aronde diamétralement opposées dans la partie supérieure du flanc, de même qu'un catillus en arkose normande trouvé à Grigneuseville (Seine-Maritime). La représentation figurée en bas-relief sur le sarcophage de Lucius Annius Octavius Valerianus (fig. 193), montre deux personnages poussant une barre horizontale pour mettre en mouvement un moulin de ce type. Cet exemple iconographique a orienté plusieurs hypothèses techniques qui restituent un levier diamétral arrimé dans les encoches pour une mise en rotation périphérique du moulin par un ou deux opérateurs humains ou animaux (fig. 195).

À Poulainville dans la Somme, une encoche latérale horizontale creusée du flanc jusqu'à l'œil (type 7) est un exemple isolé mais donne la possibilité de fixer un bât diamétral⁸¹⁵.

Les autres aménagements observés (14 cas) sont des perforations verticales (type 8) percées approximativement à mi-chemin entre l'œil et le flanc. Une seconde perforation diamétralement opposée permet théoriquement la fixation d'un levier diamétral suivant le même modèle que les aménagements précédents.

Dans 15 cas, différents systèmes de cerclage favorisent enfin l'entraînement périphérique de ces moulins. Les traces identifiées sur le flanc des catillus trahissent l'arrimage de dispositifs tantôt rigides, tantôt souples, tantôt métalliques.

Les dispositifs d'entraînement observés mènent donc, comme les types d'œils, à l'identification d'une traction périphérique pour la mise en rotation de ces moulins.

La découverte exceptionnelle d'un demi-catillus en arkose rose de 61 cm de diamètre et percé de deux perforations verticales diamétralement opposées, aux côtés d'une base de socle circulaire en craie au centre d'un bâtiment gallo-romain à Oisy-le-Verger (Pas-de-Calais) confirme ce mode d'entraînement périphérique (fig. 196). Plusieurs autres bases de socles et empierrements ont récemment été identifiés en Gaule et sont associés à des meules de grand format⁸¹⁶. Ces exemples attestent la généralisation de ce type de moulin en milieu rural notamment, parallèlement aux moulins hydrauliques dont les traces sont aussi de mieux en mieux appréhendées.

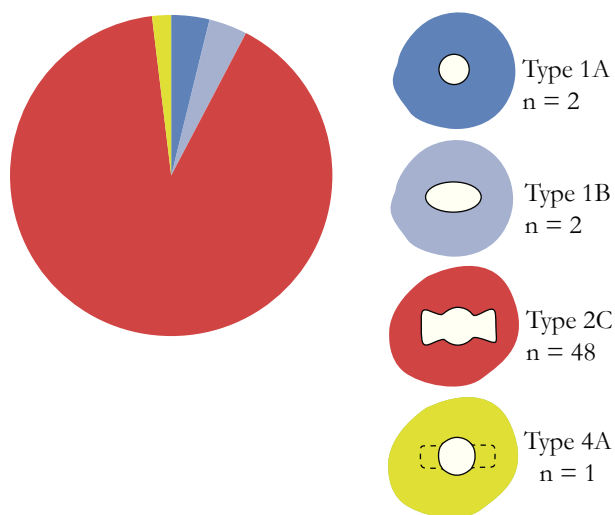


Figure 258 Les types d'œil observés sur les meules à traction périphérique, d'après la typologie développée par le Groupe Meule (ROBIN, BOYER 2011)

814 JODRY *et al.* 2011, p. 301

815 Poulainville (Somme) « les Mottelettes » (fouille F. Malrain) : meule n° 2002

816 À Lattes (Hérault) dans le troisième quart du I^{er} siècle av. J.-C. : PY 1992, p. 228-229 ; à Augst (Suisse), à Ingenheim (Bas-Rhin) aux II^e – III^e siècles, à Saint-Apollinaire (Côte-d'Or) à la fin du III^e ou au IV^e siècle, à Damblain (Vosges) dans la seconde moitié du II^e siècle, à Brans (Jura), à Chauconne (Doubs) dans la seconde moitié du I^{er} siècle, à Braux (Côte-d'Or) à la fin du I^{er} siècle : BRUN *et al.* 2017, p. 114-121

10.4.6 Les meules de type « Pompéi »

10.4.6.1 Constitution et répartition du corpus

Les meules bitronconiques de type « Pompéi » font l'objet d'un réexamen par le *Groupe Meule* depuis les années 2000 à l'échelle du territoire français⁸¹⁷, et plus récemment, de l'ouest européen⁸¹⁸. Leur analyse ne présente d'intérêt qu'à une vaste échelle géographique puisqu'elles ne représentent ici qu'une infime partie des activités de mouture. En prenant pour perspective l'ensemble du monde romain, elles sont directement révélatrices de phénomènes culturels de grande ampleur et d'échanges à longue distance⁸¹⁹. Cette dimension ne devra toutefois pas être approfondie ici puisqu'il s'agit d'un travail collectif en cours de réalisation au sein du *Groupe Meule* et dont fait partie la présente contribution.

Dans le nord de la Gaule et en Germanie, les meules de type « Pompéi » constituent une anomalie typologique. Elles sont en dehors de toute lignée morphologique dans cette partie du monde antique et symbolisent la romanité dans les nouvelles provinces romaines. Ces moulins dont les rendements dépassent ceux des moulins manuels sont en outre un phénomène exclusivement urbain, mis en œuvre dans des boulangeries artisanales pour l'alimentation d'une population importante (fig. 259). Si un exemplaire précoce est importé du Massif Central sur l'oppidum du Titelberg (fig. 260)⁸²⁰, un autre catillus augustéen découvert à Haltern (Rhénanie-du-Nord-Westphalie) proviendrait déjà de l'Eifel à la même époque. D'autres meules sont fabriquées dans des matériaux régionaux dès la deuxième moitié du I^{er} siècle. Le demi-catillus en Grès de Fosses-Belleu réemployé comme coffrage de sépulture dans la nécropole du Faubourg de Beauvais à Amiens⁸²¹ en est un exemple significatif. L'urne contenue dans ce coffrage peut être datée de la fin du I^{er} ou du début du II^e siècle⁸²². La ville d'Amiens a par ailleurs fourni 4 autres exemplaires en Grès de Fosses-Belleu, ainsi que 1 en roche volcanique et 1 en arkose rose ; leur découverte est ancienne et ces pièces sont dépourvues de contexte stratigraphique⁸²³. À Reims, 5 catillus et 2 metas ont été étudiés dans le cadre des travaux du *Groupe Meule*. Ils sont taillés dans des roches variées qui reflètent la diversité de l'approvisionnement du marché rémois : 4 sont en roche volcanique dont au moins 1 du Massif Central et 1 de l'Eifel⁸²⁴, 1 est en Grès de Fosses-Belleu et 1 en calcaire à glauconie et nummulites ; 1 meta est en roche indéterminée. Deux proviennent de fouilles récentes⁸²⁵ : le catillus du Massif Central, daté de la fin du I^{er} ou du début du II^e siècle, et une meta en roche volcanique non datée. Au sein du sanctuaire/agglomération de Vendeuil-Caply (Oise), un autre catillus en Grès de Fosses-Belleu est dépourvu de contexte archéologique. Dans l'agglomération antique de Ville-sur-Lumes, un catillus en calcaire à glauconie et nummulites a été découvert dans un contexte du début du III^e siècle⁸²⁶. Les catillus de Théroouanne et de Soissons, taillés en roche volcanique, proviennent des ateliers de

817 JACCOTTEY *et al.* 2011b et c

818 ANDERSON *et al.* 2016 ; JACCOTTEY *et al.* (à paraître)

819 PEACOCK 1980, 1989 ; WILLIAMS-THORPE 1988 ; WILLIAMS-THORPE, THORPE 1988 et 1993

820 Un fragment de meule pompéienne en roche volcanique découvert dans les niveaux augustéens de l'oppidum du Titelberg (GD Luxembourg). L'analyse XRF réalisée sur cet échantillon par T. Gluhak au laboratoire du RGZM (Mayence) confirme une origine du Massif Central (Chaîne des Puys...)

821 Amiens (Somme) « 29 rue de l'Union, Faubourg de Beauvais » : meule n° 1848

822 VASSELLE, WILL 1956, p. 328 ; BAYARD, MASSY 1983, p. 163 ; BÉAL 1996, p. 93 ; PICHON 2009, p. 229.

823 Meules n° 1848, 1859, 1861, 1864, 1881 à 1883

824 GLUHAK *et al.* 2016, p. 643

825 Reims (Marne) « Rue de Cernay » et « Boulevard du Docteur Henrot » (fouilles P. Rollet) : JACCOTTEY *et al.* 2011b et c

826 Ville-sur-Lumes (Ardennes, fouille P. Rollet) : GROUPE MEULE 2013, p. 247-248 ; JACCOTTEY *et al.* (à paraître)

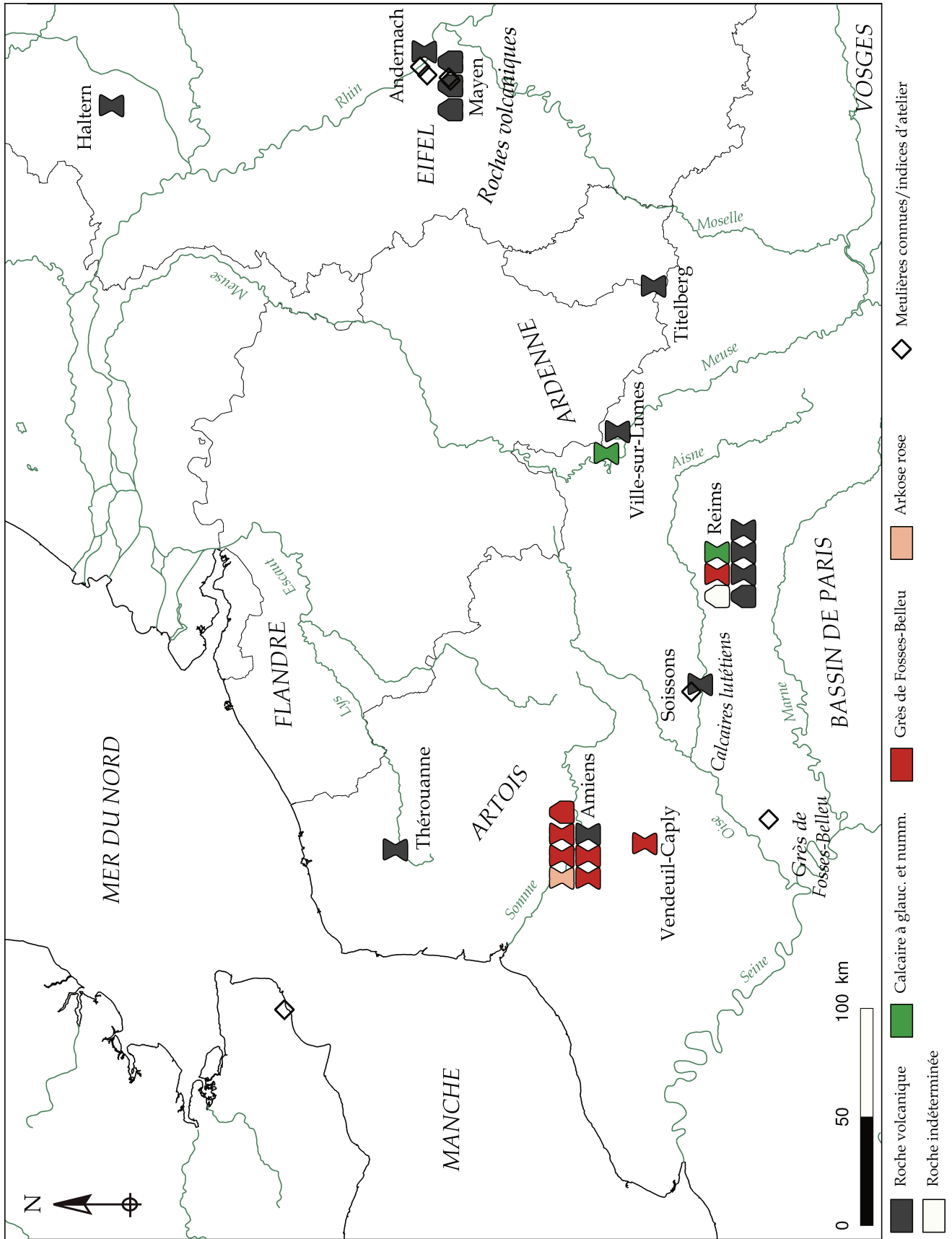
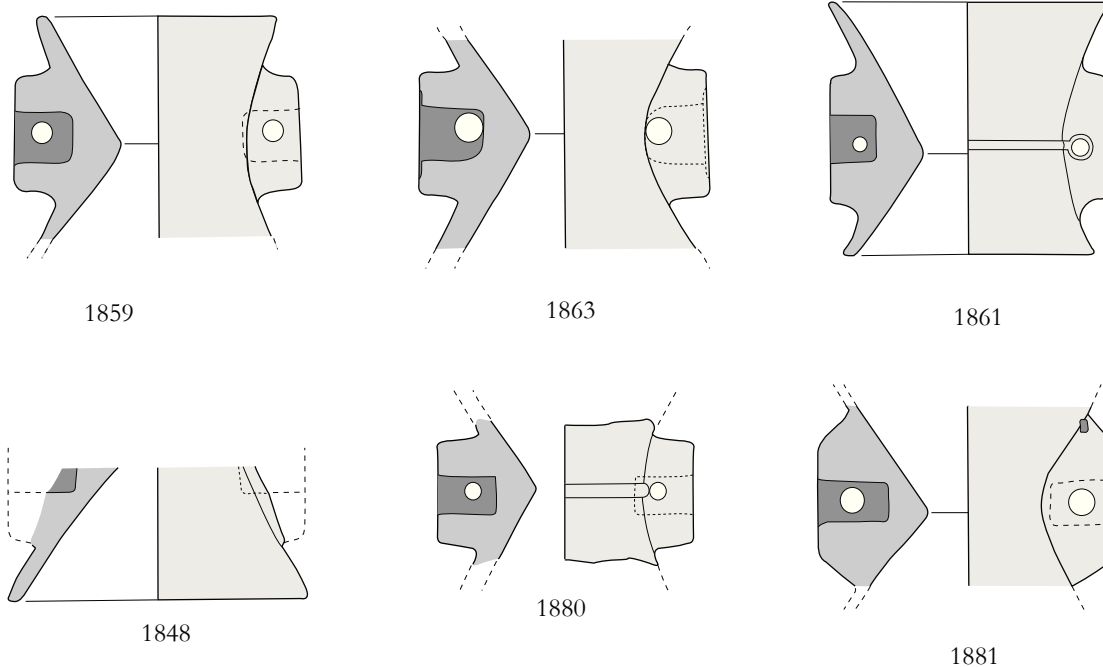


Figure 259 Répartition par roche des meules de type « Pompéi » (I^{er} – début V^e siècle). Projection conjointe des pièces étudiées physiquement et identifiées dans la bibliographie.

AMIENS (Somme)



SOISSONS (Aisne)

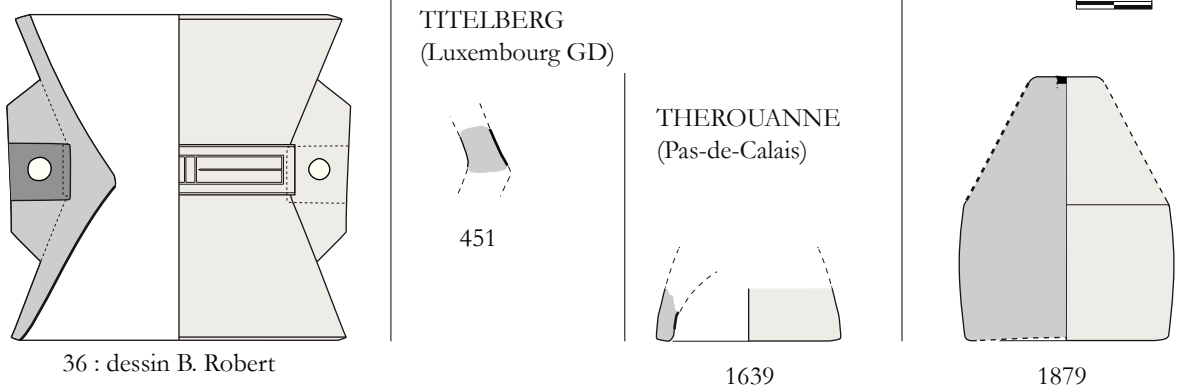


Figure 260 Les meules de type « Pompéi ». Dessins éch. 1/20 (P. Picavet).

l'Eifel. Le premier fragment a été mis au jour en réemploi dans la muraille de l'Antiquité tardive⁸²⁷ ; le second exemplaire, complet, est issu d'une découverte ancienne⁸²⁸. Enfin, un catillus en roche volcanique viendrait de Sedan (Ardennes) mais est également dépourvu de contexte archéologique. Par ailleurs, si les analyses géochimiques faites sur les meules de Théroüanne et Soissons confirment leur confection dans les ateliers de l'Eifel, 4 ébauches de meules de type « Pompéi » ont été découvertes dans ce secteur, à Mayen, Kotthenheim et Andernach (Rhénanie-Palatinat)⁸²⁹, et témoignent directement de cette production très spécifique très loin du milieu d'origine de ce type de moulin.

10.4.6.2 Morphométrie

Si la forme bitronconique des catillus de type « Pompéi » est une constante, leur module est très variable d'une roche à l'autre, et souvent même au sein d'un même matériau. Le diamètre illustre ces

827 Théroüanne (Pas-de-Calais) « rue Saint Jean » (fouille V. Merkenbreack) : meule n° 1639

828 Soissons (Aisne) « rue Saint-Martin » : MICHAUX 1886 ; GLUHAK *et al.* 2016, p. 643

829 MANGARTZ 2008, p. 256, 257, 266 et pl. 16

disparités puisqu'il est compris entre 46,6 et 95 cm (médiane : 71,5 ; effectif : 16), soit un rapport du simple au double entre les individus. Malgré le peu de meules dont l'intégralité de la hauteur est conservée, un rapport du simple au double est aussi observé pour ces dimensions. Sur les 4 catillus dont le flanc est entier, il mesure respectivement 53, 54, 64 et 120 cm de haut. Les metas se divisent entre les formes à flanc haut (36, 55 et 67 cm) et les formes à flanc bas (4 cm) ; les dernières doivent être surélevées sur un socle pour que le levier d'entraînement du catillus sus-jacent soit à hauteur de l'opérateur.

L'inclinaison de la face active des meules de type « Pompéi » est particulièrement élevée, comprise entre 51 et 63,8° (médiane 60°) pour les 5 catillus dont la pente est mesurable. Les 2 metas qui s'y prêtent affichent des inclinaisons de 40 et 52,3°.

10.4.6.3 Les aménagements techniques

L'œil des catillus est systématiquement circulaire et dépourvu de logement d'anille. Ce sont traditionnellement les perforations latérales qui sont considérées jouer un rôle dans la surélévation du catillus sur la meta en recevant des leviers transversaux fixés à un cadre solidaire de l'axe de rotation qui vient s'insérer dans l'œil de la meta. Celui-ci est aveugle et interdit de procéder au réglage de l'écartement des meules pour simplement soutenir le catillus *via* le pivot central.

Les trous d'emmanchement sont toujours carrés, de section quadrangulaire, et percés au centre de deux oreilles diamétralement opposées sur le flanc du catillus. Deux petites perforations transversales rejoignent des deux côtés de chaque oreille la perforation principale pour l'assujettissement du levier d'entraînement.

Les oreilles sont de section tantôt trapézoïdale, tantôt quadrangulaire. Comme il l'a été montré en septembre 2017 au colloque de Mayence (Allemagne), ces deux différents types d'oreille montrent une répartition particulière : les premiers sont concentrés dans le nord de la Gaule, la Germanie et le sud de la (Grande-) Bretagne, alors que les seconds sont présents dans toute l'Europe occidentale⁸³⁰.

10.4.7 *Les meules de grand format à entraînement central*

10.4.7.1 Constitution et répartition du corpus

Sur l'ensemble du corpus gallo-romain, 55 catillus sont identifiés comme faisant partie de grands moulins à entraînement central. Ils sont reconnus par leur logement d'anille de soutien et d'entraînement et par leur face supérieure horizontale ou convexe. S'y joignent 42 metas et fragments de metas de plus de 52 cm dont les caractéristiques morphométriques peuvent s'accorder avec celles des catillus. Elles sont sélectionnées selon leur analyse statistique préliminaire qui démontrait l'appartenance à ce groupe des meules de plus de 55 cm dont l'œil dépasse 8 cm de large. Par extension sont intégrées celles dont l'œil n'est pas conservé mais dont le diamètre excède les 52 cm qui définissent la limite supérieure des meules manuelles par le même postulat de départ.

Suivant ces critères, les arkoses rose et les arkoses grossières ardennaises sont absentes de la série. Toutes les autres roches principales qui se partagent le territoire ont livré ce type de meule au sein de leur emprise commerciale : roche volcanique, meulière, calcaire à glauconie et nummulites, Grès de Fosses-Belleu, poudingue normand et Grès de Macquenoise.

On les retrouve donc éparées sur tout le territoire (fig. 261), réparties principalement en ville, et en milieu rural dès que l'habitat commence à s'agglomérer.

830 JACCOTTEY *et al.* (à paraître)

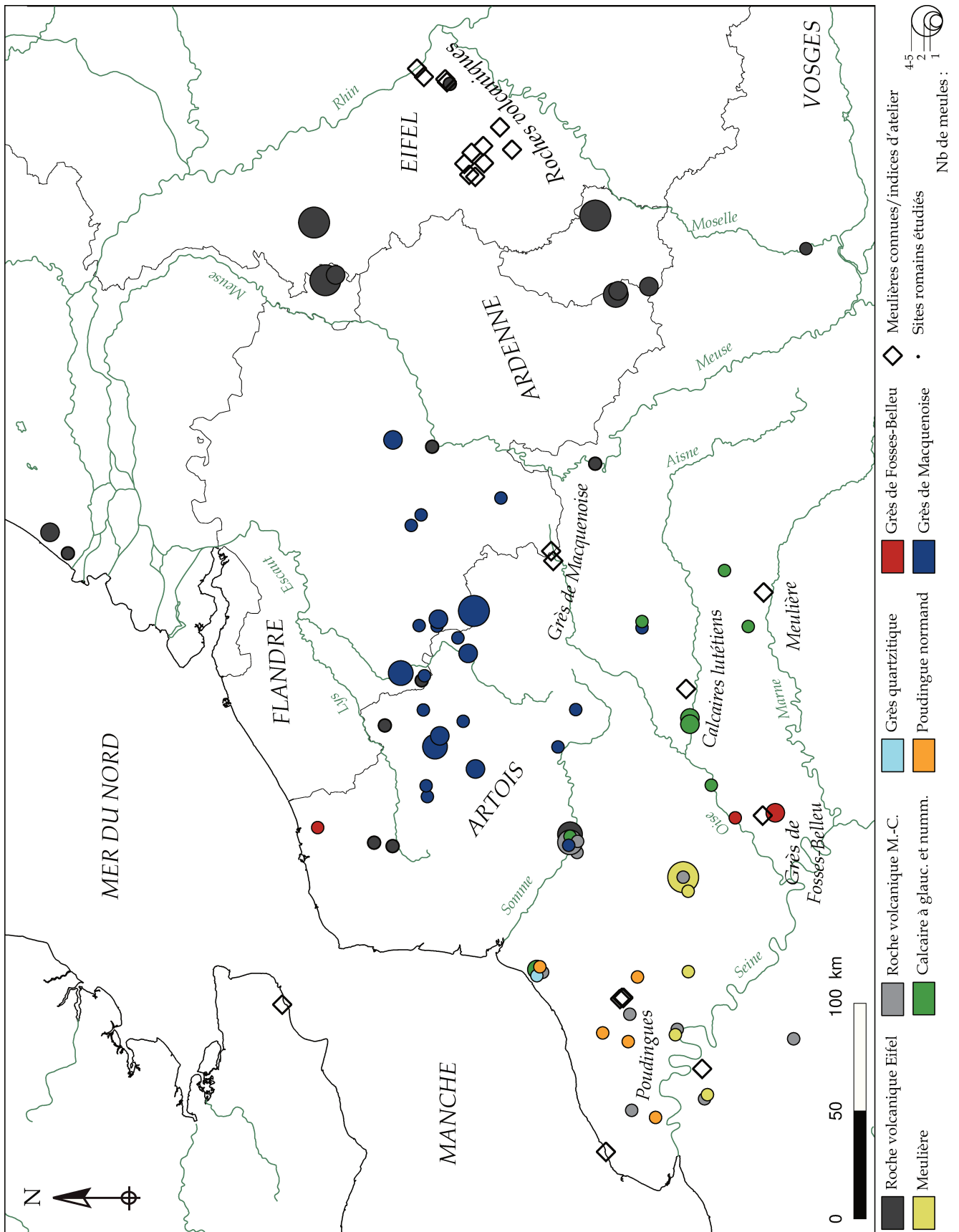


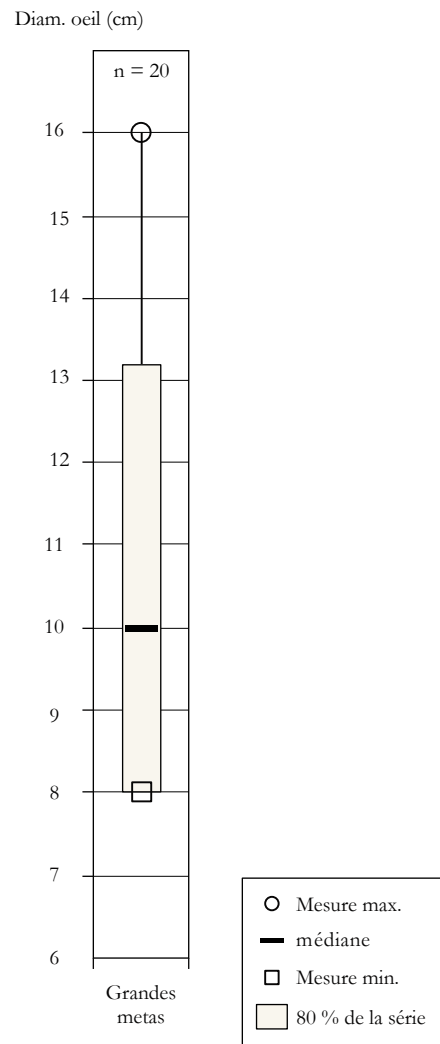
Figure 262 Diamètre de l'œil des metas de moulins à entraînement central (en cm).

10.4.7.2 L'œil des metas

L'œil des metas assignées à ce groupe est toujours cylindrique et creusé en deux canaux opposés, l'un partant de la face active, l'autre de la face inférieure.

Les tests statistiques préliminaires à l'étude typologique des meules romaines mettaient en évidence un jalon morphométrique de 8 cm séparant l'œil des metas à traction périphérique et celui des metas à entraînement central (voir § 10.4.2.2.3). Sur cette base, 23 % des metas de plus de 52 cm de diamètre en roche volcanique, en calcaire à glauconie et nummulites et en meulière dont l'œil est conservé peuvent être classées dans la catégorie des meules manuelles réglables (jusque 62 cm de diamètre d'après les catillus associés) ou à entraînement périphérique de type « Haltern » (soit 6 pièces dont l'œil mesure jusqu'à 6 cm, sur 26 dont l'œil et le diamètre sont mesurables conjointement). Les 20 autres metas de grand format ont un œil de 8 à 16 cm et peuvent être considérées comme des metas de moulins à entraînement central (fig. 262). Il est ainsi possible d'y ajouter les 4 metas dont l'œil mesure plus de 8 cm mais dont le diamètre au pourtour n'est pas restituable, et les 77 % des 23 metas restantes dont le diamètre est mesurable et non celui de l'œil⁸³¹. Le nombre total de metas considérées comme participant de moulin à entraînement central peut donc être estimé à 42.

Ce cas de figure est plausible puisque le corpus des catillus et des metas pris en compte dans cette catégorie (55 catillus pour 42 metas), montre des proportions équivalentes à celles habituellement observées, où les catillus sont plus nombreux que les metas du fait de leur fragilité⁸³². Sortant des pures statistiques, les catillus sont encore plus nombreux que les metas lorsque sont étudiées les meules d'un même site de moulin à eau⁸³³. Par ailleurs, le réemploi de meules supérieures retournées pour servir de meules inférieures est très peu observé à l'époque romaine et n'est pas responsable de cette disproportion ; seulement trois cas de catillus de grandes dimensions montrent des traces d'usure sur les deux faces opposées, un à Amiens⁸³⁴, un à Reims⁸³⁵ et un à Goussancourt⁸³⁶. La morphologie des deux parties du moulin est en effet trop différente à l'époque romaine pour systématiser cette pratique pourtant attestée au Moyen Âge⁸³⁷ et à l'époque moderne⁸³⁸.



831 Une fois retirés les 23 % de meules manuelles réglables ou à traction périphérique.

832 Les catillus sont toujours plus nombreux du fait de leur fragilité due au percement de différents aménagements techniques (trou d'emmanchement, logement d'anneau, anneaux de suspension...). Par ex. dans la vallée de l'Aisne : POMMEPUY 1999, p. 125.

833 Moulin d'Avenches « En Chaplix » : CASTELLA 1994, p. 46.

834 Amiens (Somme) « Multiplexe Gaumont » (fouille E. Binet) : BINET 2002, photo 133.

835 Reims (Marne) « rue Rockefeller » (fouille A. Balmelle) : meule n° 573.

836 Goussancourt (Aisne) « la Fontaine des Grèves » (fouille C. Hosdez) : meule n° 12.

837 D'après les comptes et prisées de la ville de Lille du Moyen Âge à la Révolution, le meule supérieure tournante est retournée et utilisée comme meule dormante au bout d'une vingtaine d'années lorsqu'elle devient trop peu épaisse (une quinzaine de centimètre contre 40 cm pour une meule neuve) : BRUGGEMAN 2003, p. 233.

838 BUCQUET 1790, p. 70

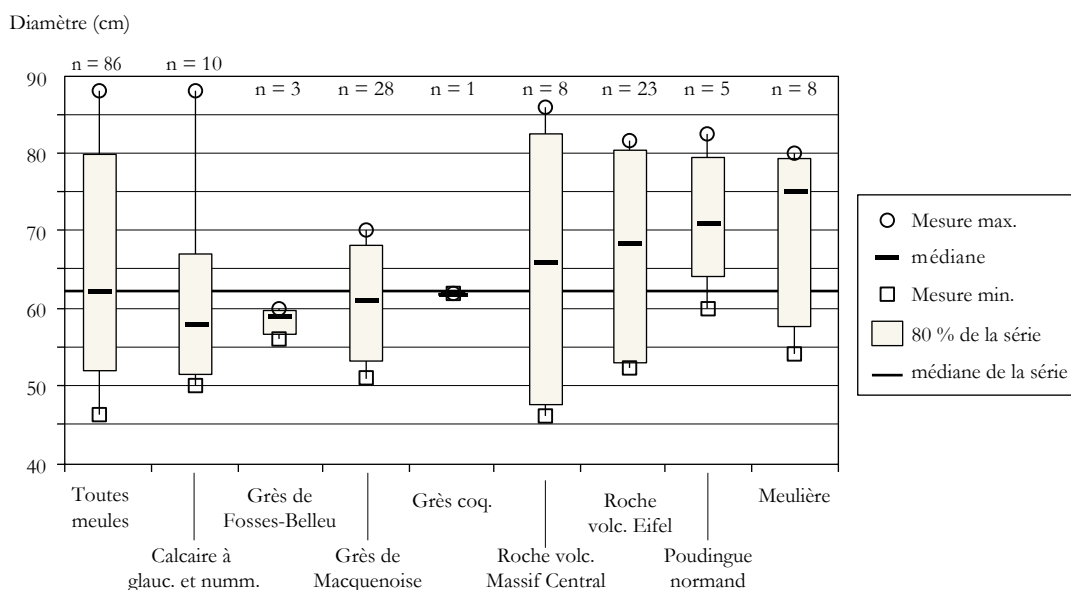


Figure 263 Répartition par quantiles du diamètre des meules à entraînement central, classés par roche.

10.4.7.3 Le diamètre

Le diamètre des meules de cette catégorie est compris entre 46 et 88 cm (médiane : 62,25 cm ; effectif : 86), mais 90 % du corpus montre un diamètre supérieur à 52 cm. D'autre part, des disparités importantes apparaissent selon les roches (fig. 263).

Parmi les séries représentatives, les meules en Grès de Fosses-Belleu et en calcaire à nummulites montrent les mesures les plus faibles, bien que la deuxième série soit très dispersée jusqu'à la mesure la plus haute de l'ensemble du corpus (entre 50 et 88 cm, médiane : 58 cm ; effectif : 10). Les 3 meules en Grès de Fosses-Belleu mesurent respectivement 56, 59 et 60 cm.

Les meules en Grès de Macquenoise sont normalement réparties autour de la valeur médiane (entre 51 et 70 cm, médiane : 61 cm), mais cet équilibre s'explique probablement par leur nombre important qui représente 1/3 de l'effectif global (effectif : 28 sur 85). Les meules en roche volcanique représentent un autre tiers de l'effectif (31 pièces) mais doivent être divisées entre celles provenant de l'Eifel et celles provenant du Massif Central. Ces deux ensembles montrent des mesures aussi dispersées les unes que les autres (52 à 82 cm pour les premières, 46 à 86 cm pour les secondes), mais la médiane des meules de l'Eifel est légèrement plus élevée que celle des meules du Massif Central (68 contre 65,25 cm). Comme démontré en 2011 à l'échelle de la France et bien que le phénomène soit ici moins sensible, les meules hydrauliques originaires de Germanie sont majoritairement plus grandes que celles du Massif Central⁸³⁹.

Les meules en poudingue normand et en meulière montrent des mesures très élevées, comprises entre 60 et 82,5 (médiane : 71 cm ; effectif : 5) pour les premières et entre 54 et 80 cm (médiane : 75 cm ; effectif : 8) pour les secondes.

Aucune tendance géographique n'apparaît donc, mais des spécificités propres à chaque matériaux, donc à chaque atelier ou groupe d'ateliers exploitant un même gisement. Les fortes dimensions des meules en poudingue normand sont plutôt étonnantes au regard du module très réduit des meules manuelles taillées dans la même roche. Il faut peut-être supposer l'exploitation d'un banc géologique différent fournissant, peut-être ponctuellement (5 exemplaires connus), des blocs adaptés à la taille de grandes meules. La forme et l'aspect des silex inclus dans la matrice du poudingue pourraient être les indices d'une telle distinction.

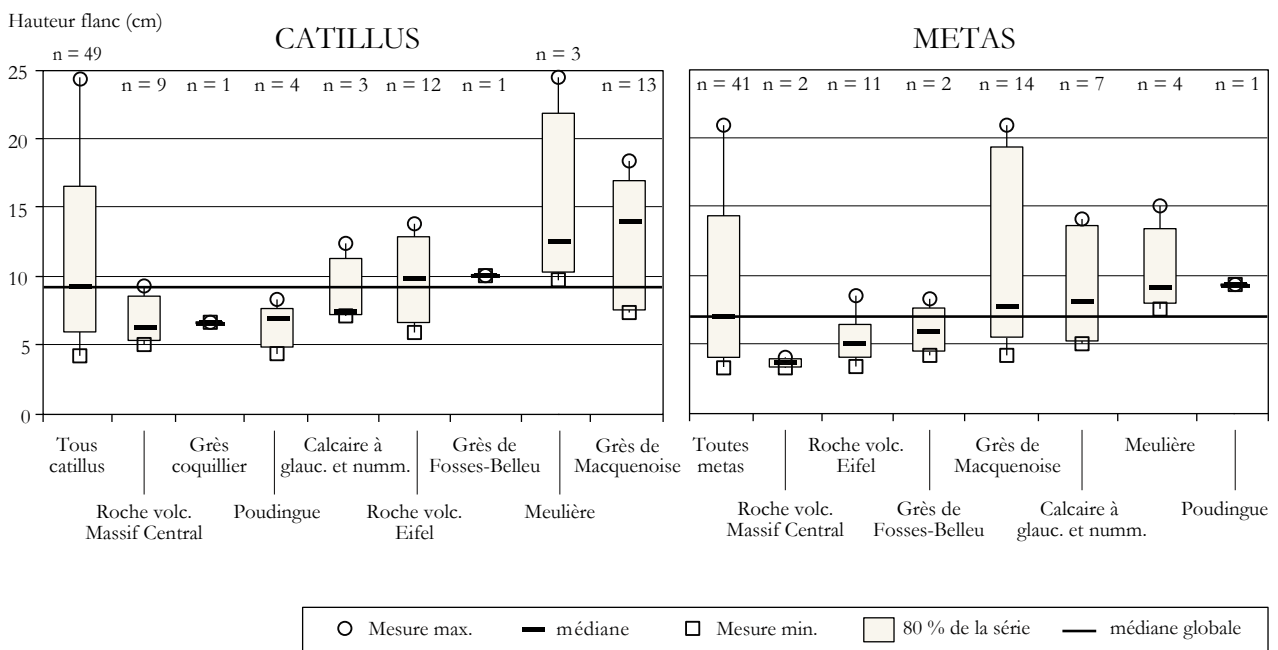
839 BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2016, p. 764-765

10.4.7.4 L'épaisseur

Contrairement aux autres meules, les catillus ont ici la face supérieure horizontale ou convexe, ce qui signifie que la hauteur du flanc ne correspond pas toujours à la hauteur maximale de la meule. Par ailleurs, l'œil des catillus est ici conservé dans 43 cas sur 56 (76,8 %), contre 42 portions de flanc conservées. Pour les metas en revanche, 41 portions de flanc sont conservées contre 20 œils sur 42 pièces au total, soit 97,6 % contre 47,6 %. Il sera donc important et intéressant de présenter les données de hauteur maximale pour les catillus quand elles sont disponibles, mais il est plus rigoureux de prendre en compte la hauteur du flanc dans tous les cas.

Toutes roches confondues, la hauteur du flanc des catillus est comprise entre 4 et 18 cm (médiane :

A.



B.

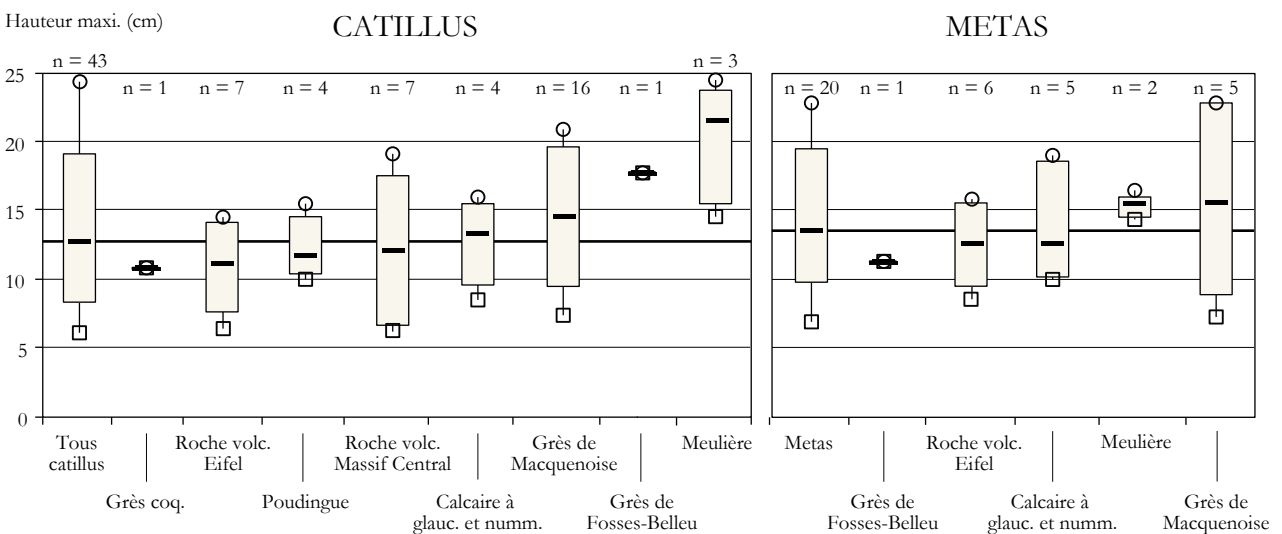


Figure 264 A. Répartition par quantiles des mesures de hauteur du flanc des meules à entraînement central, classées par roche. B. Répartition par quantiles de la hauteur maximale des meules à entraînement central, classées par roche.

9,2 cm ; effectif : 49) ; celle des metas entre 3,4 et 21 cm (médiane : 7 cm ; effectif : 41 – fig. 264A). Le traitement des données par roche montre d'abord une différence d'épaisseur du flanc entre les 9 catillus en roche volcanique du Massif Central (5 à 9 cm ; médiane : 6,3 cm) et les 12 catillus de l'Eifel (6,2 à 13,8 cm ; médiane : 9,85 cm). En effet, les premiers ont tendance à avoir des faces très inclinées et parallèles entre elles, avec un flanc bas ; les seconds arborent un profil plus cylindrique avec une face supérieure plane ou légèrement convexe et un flanc haut. Ce classement révèle aussi des flancs particulièrement élevés pour la meulière (9,8 à 24,5 cm ; médiane : 12,5 cm ; effectif : 3) et le Grès de Macquenoise (7,2 à 18 cm ; médiane : 14 cm ; effectif : 13), et au contraire très bas pour le poudingue normand (4 à 8 cm ; médiane : 7 cm ; effectif : 4). Les autres roches représentatives montrent des valeurs réparties autour de la médiane. Pour les metas, toutes les mesures sont assez homogènes et oscillent autour de la médiane générale. Elles ne révèlent pas de phénomène particulier si ce n'est l'amplitude importante des mesures des meules en Grès de Macquenoise (entre 4 et 21 cm ; médiane : 7,75 ; effectif : 14). Le flanc des metas est aussi statistiquement plus bas que celui des catillus de 1 à 1,5 cm.

La mesure de la hauteur maximale montre des dimensions sensiblement identiques entre catillus et metas, ce qui les distingue clairement des meules des groupes précédents (fig. 264B). Elle est comprise entre 6,1 et 24,5 cm pour les catillus (médiane : 12,6 cm ; effectif : 42), et entre 7 et 23 cm pour les metas (médiane : 13,6 cm ; effectif : 20). La plupart des mesures sont globalement assez concentrées entre 8 et 18 cm, hormis les catillus en meulière qui ont des dimensions particulièrement élevées (médiane : 18 cm ; effectif : 3), et les meules en Grès de Macquenoise qui comprennent quelques grands exemplaires (3 catillus de 19, 20 et 21 cm ; 2 metas de 23 cm de haut).

10.4.7.5 Le flanc

Les meules de grand format apparaissant au I^{er} siècle, elles suivent la même ligne de verticalisation du flanc que les meules manuelles. La grande majorité d'entre elles présente donc un flanc strictement vertical (fig. 265). Celui des catillus est compris entre 72 et 106° mais 90 % du corpus montre un flanc incliné à plus de 80° et la médiane atteint 90°. La tendance des metas est presque inverse puisque leur flanc est incliné de 90 à 107° avec 90 % de la série sortant à moins de 100° (médiane : 90°). Seuls les catillus en meulière montrent un flanc incliné de 72 à 90° (médiane 80° ; effectif : 5) et ceux en poudingue normand entre 78 et 106° (médiane : 83,5° ; effectif : 4). Le seul catillus en grès coquillier normand montre par ailleurs le flanc le plus rentrant avec 72° de pente.

Le flanc des metas s'écarte encore de la verticale pour les meules en meulière (90 à 101°, médiane : 94,5° ; effectif : 4) et pour celle en poudingue normand (107°). Il est également incliné sur les metas en calcaire à glauconie et nummulites (90 à 103°, médiane : 90 ; effectif : 7) alors que celui des catillus était systématiquement vertical. Le flanc des autres meules est vertical, hormis celui des metas en Grès de Macquenoise qui atteint ponctuellement 97° (médiane : 90° ; effectif : 14).

10.4.7.6 La face active

La face active des meules à entraînement central est statistiquement deux fois plus inclinée que celle des meules manuelles. Sur l'ensemble de la série, les mesures s'échelonnent en effet de 4 à 30° pour les catillus (médiane 10° ; effectif : 44) et de 1 à 19,5° pour les metas (médiane : 8° ; effectif : 41), alors que la médiane s'élevait à 5,5° pour les catillus manuels et 4° pour les metas. Cependant, un écart du simple au quadruple est observé selon les roches (fig. 266). Un premier groupe comprend les catillus et les metas dont la pente de la face active est majoritairement inférieure à 10°. Ce sont les meules en poudingue normand, en grès coquillier normand, en meulière, en Grès de Macquenoise et en calcaire à glauconie et nummulites. Le seul catillus en Grès de Fosses-Belleu dépasse cette

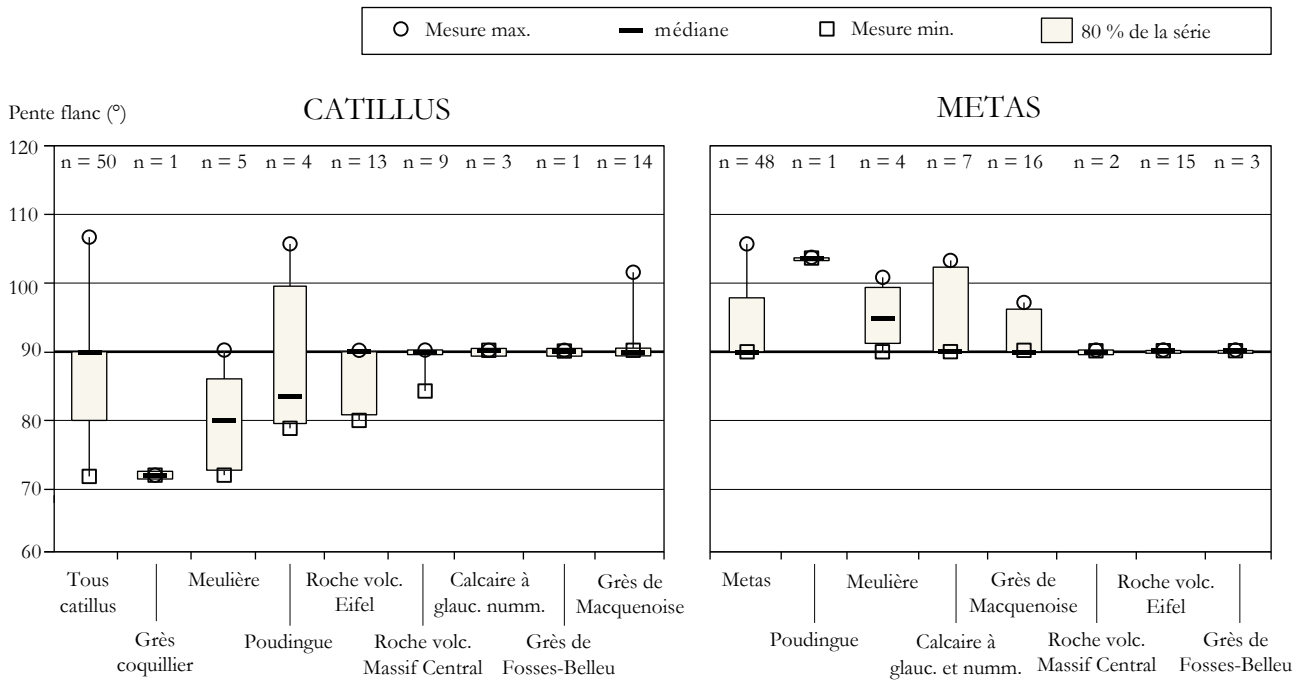


Figure 265 Répartition par quantiles des mesures d'inclinaison du flanc des meules à entraînement central, classés par roche.

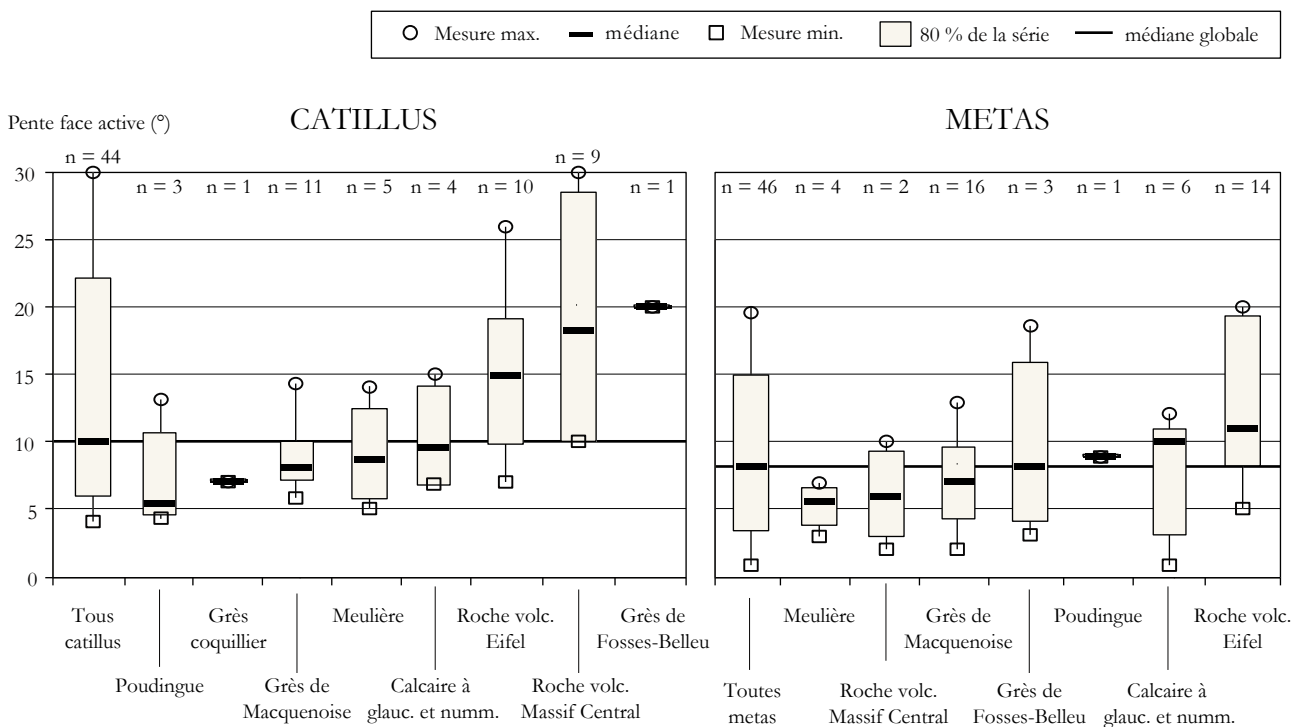


Figure 266 Répartition par quantiles des mesures d'inclinaison de la face active des meules à entraînement central, classés par roche.

valeur (20°) alors que les mesures des metas sont assez basses (3 et 8°) et très proches de celles des meules en meulière. Les meules en roche volcanique ont des faces actives très variables et souvent très inclinées, supérieures à la médiane globale. Toutefois, la pente de celles en roche volcanique de l'Eifel est très majoritairement comprise entre 10 et 20° alors que celle des meules en roche volcanique du Massif Central oscille très largement de 2 à 30°

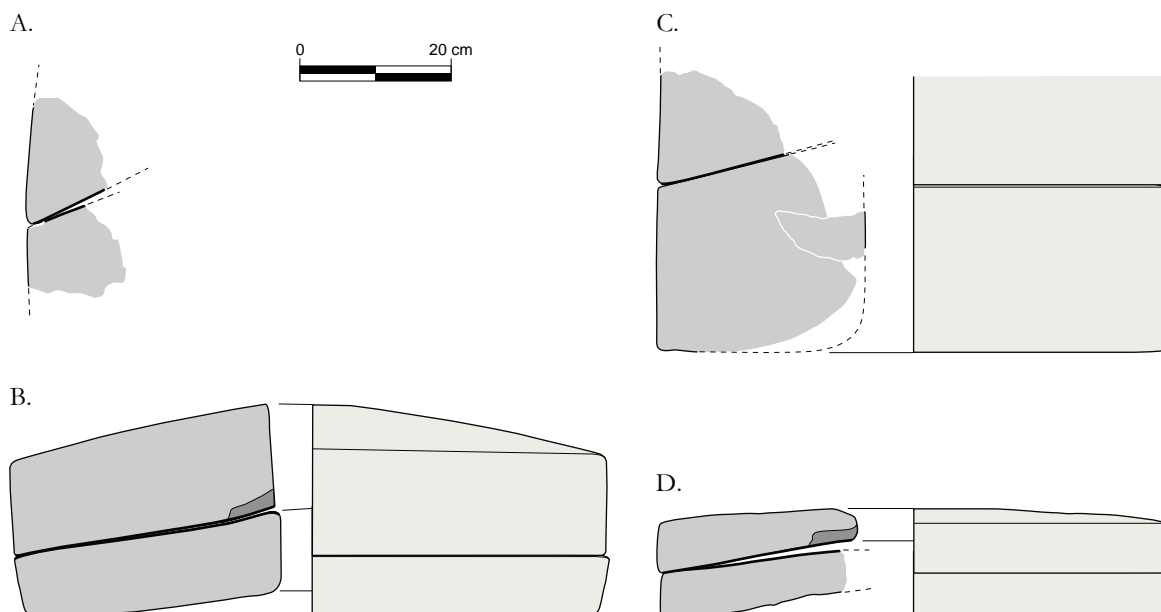


Figure 267 Couples de meules gallo-romaines à entraînement central. Dessins éch. 1/10
 A. Altrier (GD Luxembourg) « Im Vordersten Meesch ». Roche volcanique, meules n° 414 et 419.
 B. Beauvais (Oise) « Tour Boileau ». Meulière, meules n° 1269 et 1271.
 C. Harnes (Pas-de-Calais) « la Motte du Bois ». Grès de Macquenoise, meules n° 1485 et 1489.
 D. Pétange (GD Luxembourg) « oppidum du Titelberg ». Roche volcanique, meules n° 466 et 473.

Enfin, l'écart entre catillus et meta ménage une lumière de 2° qui se vérifie de nouveau sur les couples fonctionnels (fig. 267). Elle atteint plusieurs degrés sur les meules en roche volcanique d'Altrier mal conservées⁸⁴⁰, 1° sur les meules en meulière de Beauvais⁸⁴¹ et celles en Grès de Macquenoise de Harnes⁸⁴², et 2° sur le moulin en roche volcanique de l'oppidum du Titelberg⁸⁴³. Un peu plus au sud sur le site de Burgille (Doubs), deux couples de meules en roche volcanique de type « Avenches » ont été découverts au fond de la fosse d'engrenage du moulin du IV^e siècle⁸⁴⁴. L'écart de pente entre catillus et meta y est respectivement de 2 et 3°.

10.4.7.7 La face supérieure des catillus

La face supérieure des catillus est convexe (38 cas), plano-concave (-1 à -5° : 7 cas) ou parfois horizontale (1 cas). Ces variantes sont typologiquement équivalentes et s'observent indifféremment parmi toutes les roches. Ainsi, la gamme de mesures s'étend globalement entre -5 et 25° avec une médiane assez basse (5,5° ; effectif : 46). En revanche, des différences statistiques de conicité s'observent selon les roches (fig. 268).

Malgré deux exemplaires à face supérieure plano-convexe, les catillus du Massif Central s'avèrent majoritairement de forme conique (-4 à 25°, médiane : 17° ; effectif : 9), comme peuvent l'être les meules issues des moulins hydrauliques d'Avenches « En Chaplix » ou de Barbegal⁸⁴⁵. Les meules en poudingue normand montrent aussi une conicité supérieure à la médiane globale (5 à 17°, médiane : 11,5° ; effectif : 4).

Les autres roches fournissant plus d'une meule montrent des séries bien réparties autour de la mé-

840 Altrier (GD Luxembourg) « Im Vordersten Meesch » (fouille F. Dövenner) : meules n° 414 et 419

841 Beauvais (Oise) « Tour Boileau » (fouille J.-M. Fémolant) : meules n° 1269 et 1271

842 Harnes (Pas-de-Calais) « la Motte du Bois » (fouille A. Masse) : meules n° 1485 et 1489

843 Pétange (GD Luxembourg) « oppidum du Titelberg » (fouille C. Gaeng) : meules n° 466 et 473

844 SIMONIN *et al.* 2016, p. 218

845 CASTELLA, ANDERSON 2004, p. 134 et 138

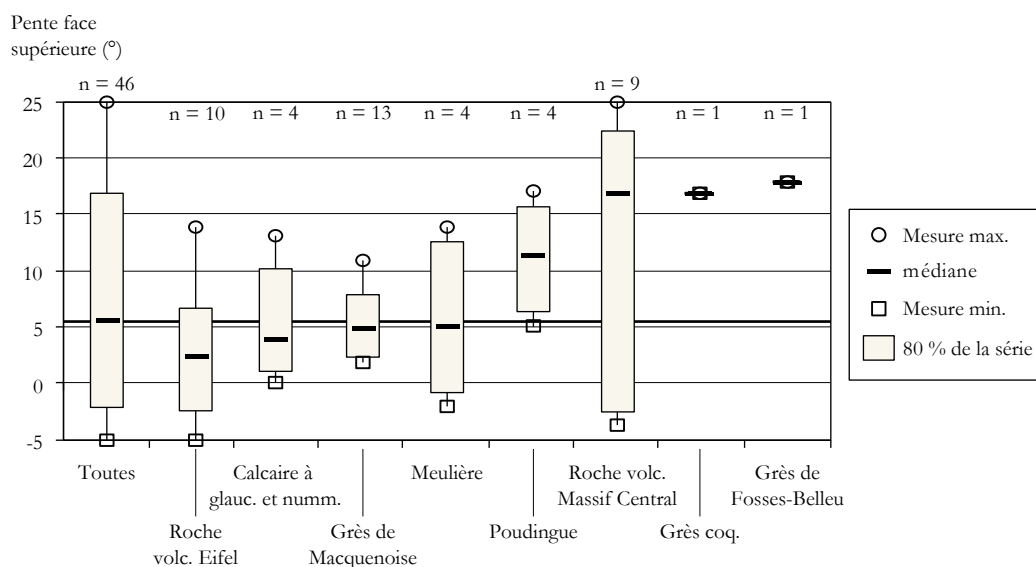


Figure 268 Répartition par quantiles des mesures d'inclinaison de la face supérieure des catillus, classés par roche.

diane globale et des mesures assez faibles, généralement inférieures à 10°.

À matériau équivalent (roches volcaniques vacuolaires), les meules de l'Eifel s'illustrent par leur face supérieure presque plane, en opposition avec celles du Massif Central de forme majoritairement conique.

Par ailleurs, les données concernant le Grès de Fosses-Belleu et le grès coquillier normand ne sont pas numériquement représentatives d'un corpus (1 pièce de chaque).

10.4.7.8 La face inférieure des metas

Sur 42 metas appartenant à cette catégorie, 25 ont la face inférieure concave ; 14 l'ont horizontale, et 1 légèrement convexe ; dans 2 cas elle est absente ou mal conservée.

Cependant cet élément doit être abordé en prenant en compte l'inclinaison de la face active puisque rares sont les meules dont la pente de la face inférieure dépasse celle de la face active (3 pièces). Dans la plupart des cas (24 sur 40 conservées), la face inférieure est parallèle à la face active. La face inférieure des meules en roche volcanique, dont la face active est souvent très inclinée, est donc fortement concave. Quand elle est conservée, elle est parallèle à la face active (12 cas sur 13) ; une seule en dépasse l'angulation. Ce caractère montre que le souci d'alléger la meule pour rentabiliser son transport ne dépasse pas ses limites de solidité.

Au contraire, la face inférieure des meules en Grès de Macquenoise et en Grès de Fosses-Belleu est souvent horizontale (respectivement 8 sur 13 et 2 sur 2 conservées) ; l'optimisation du poids de la meta par le creusement de sa face inférieure ne semble pas être une préoccupation pour ces matériaux. La stabilité du moulin serait privilégiée avec le maintien d'une inertie forte.

10.4.7.9 L'œil et les dispositifs d'entraînement des catillus

Sur les 43 catillus qui ont conservé une portion d'œil (fig. 269), 39 présentent un œil circulaire accosté d'encoches creusées sur la face active (type 4) et 4 montrent un œil circulaire assorti de perforations verticales proches mais non adjacentes à l'œil (type 5A).

Parmi les œils à encoches inférieures, 8 ont des encoches rectangulaires (type 4A), 29 en forme de queues d'aronde (type 4B), et 1 de forme arrondie (type 4D). Une seule meule montre 4 encoches disposées en 2 barrettes perpendiculaires (type 4C).

Les encoches assimilées à des logements d'anille infères sont donc très majoritaires toutes roches confondues, et sont même exclusives pour la plupart des matériaux. Ce type d'aménagement, bien identifié au sein des productions de l'Eifel⁸⁴⁶, permet un entraînement central sur le modèle décrit par Vitruve à la fin du I^{er} siècle av. J.-C. L'anille « en forme de hache » solidaire du gros fer est ainsi insérée sous l'œil du catillus auquel elle transmet l'énergie nécessaire à sa mise en rotation à travers l'œil de la meta.

Les catillus en roche volcanique du Massif Central sont les seuls dotés de logements d'anille-crampons sur le modèle des meules de type « Avenches ». Le gros fer traverse également l'œil de la meta, puis celui du catillus dans la face supérieure duquel viennent se ficher des crampons qui le solidarissent avec l'axe de rotation pour la transmission de la force motrice.

Ce système est largement attesté dans le sud de la Gaule, notamment dans les moulins hydrauliques de Barbegal (Fontvieille, Bouches-du-Rhône) ou encore dans ceux d'Avenches (Suisse)⁸⁴⁷.

10.4.8 Standardisation typologique et technique à l'époque romaine

10.4.8.1 Massivité des catillus : le rapport hauteur/diamètre

Parmi les catillus manuels gallo-romains, le rapport hauteur/diamètre tourne autour de 1/5 (rapport médian : 0,191) quelle que soit la roche ; il est de 0,171 pour les catillus manuels réglables (fig. 270). Ce rapport est beaucoup plus bas pour les grandes meules à entraînement périphérique (médiane : 0,133), dont la série est tirée vers le bas par les meules en arkose grossière au diamètre très élevé et de faible épaisseur (rapport médian : 0,12). Il est au contraire légèrement plus haut pour les grandes meules à entraînement central (rapport médian : 0,208).

Pour les meules manuelles et contrairement à l'époque gauloise, le rapport médian varie peu d'une roche à l'autre, allant d'environ 1/7 (0,147) pour les catillus en meulière, à près d'1/4 pour les catillus en arkose normande (0,223), en Poudingue de Burnot (0,227), en grès quartzitique (0,232) et en vaugnérite (0,25). Les ratios des autres roches sont répartis autour du quotient médian global, soit environ entre 1/4 et 1/6. Les meules en poudingue normand continuent en revanche de s'illustrer par un rapport hauteur/diamètre très élevé caractérisé par un diamètre faible et une épaisseur importante (rapport médian : 0,328, soit 1/3). C'est aussi la série qui montre le plus d'amplitude, avec un quotient minimal inférieur à 1/10 (0,068) et un rapport maximal de près d'1/2 (0,49). Cette amplitude peut s'expliquer par la composition du décile inférieur de cette série, qui comprend de rares catillus cylindriques à face supérieure plane ou plano-convexe bien distinguée du flanc vertical ou oblique. Une fois éliminé ce décile inférieur, le rapport passe rapidement à 0,203, soit 1/5 ; après exclusion du premier quartile (25 % de la série), le rapport atteint déjà 0,258, soit 1/4.

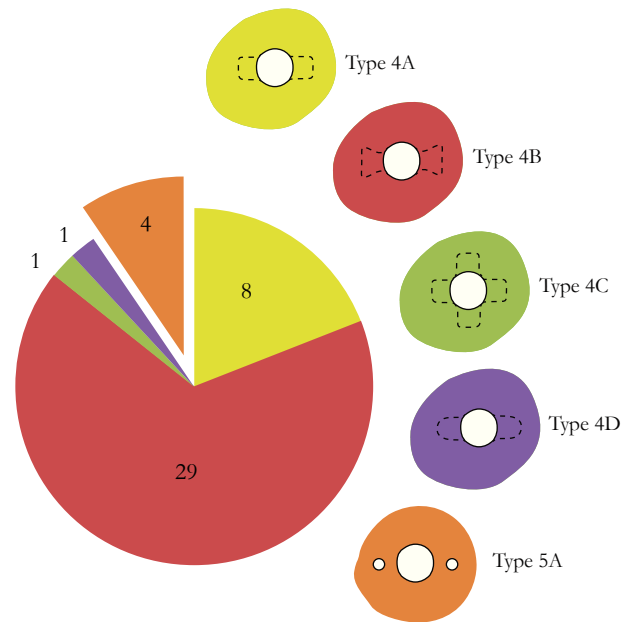


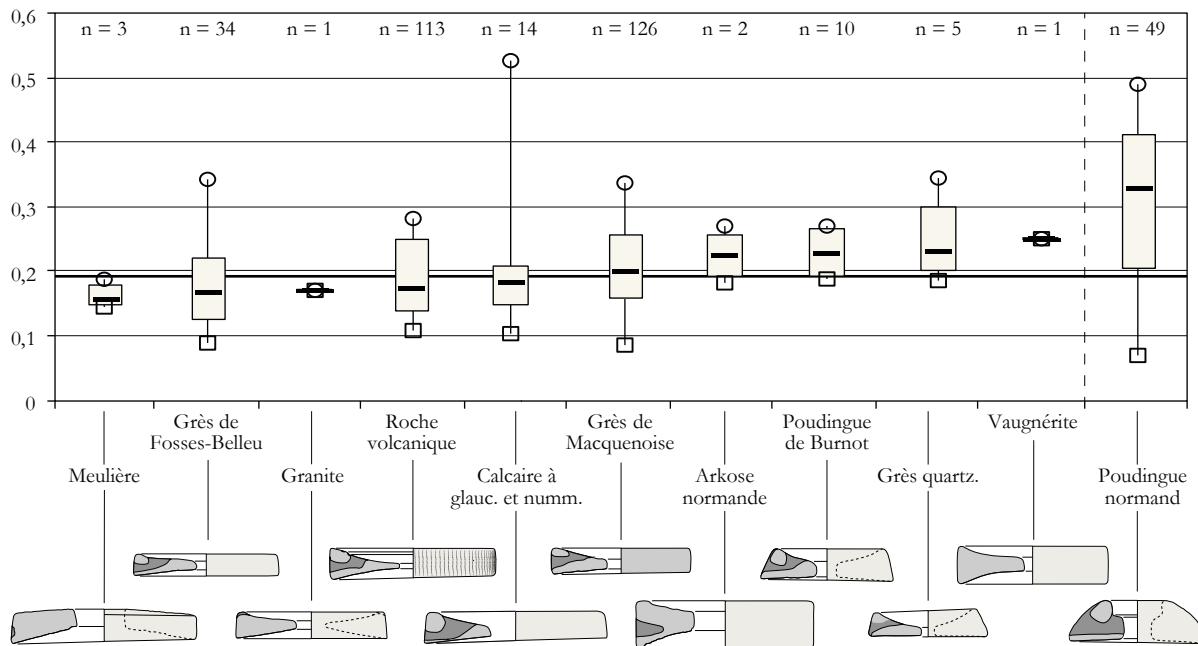
Figure 269 Les types d'œil des catillus à entraînement central, d'après la typologie développée par le Groupe Meule (ROBIN, BOYER 2011)

846 HÖRTER 1994, p. 37 ; BAATZ 1995, p. 14

847 LONGÉPIERRE 2007, p. 13-14

Rapport
hauteur/diamètre

CATILLUS MANUELS



Rapport
hauteur/diamètre

CATILLUS MANUELS RÉGLABLES

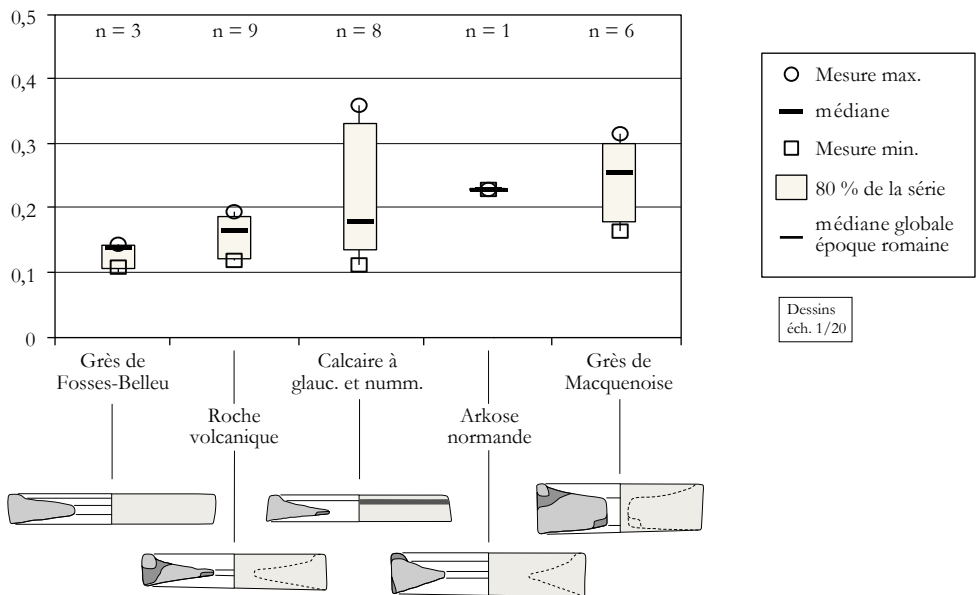


Figure 270 Répartition par quantiles du rapport hauteur/diamètre des catillus manuels simples et des catillus manuels réglables classés par roche.

Un rapport d'1/4 à 1/5 est observé de la même manière sur les ébauches de meules romaines en roche volcanique originaires de l'Eifel et coulées « en route » dans le Rhin à la fin du III^e siècle à La Wantzenau en aval de Strasbourg (Bas-Rhin). Cette cargaison fossilise une « fournée » des carrières du Bellerberg et témoigne d'une standardisation des formes et des dimensions des meules avec un diamètre de 40 à 49 cm pour 8 à 10 cm d'épaisseur (en moyenne 44 cm de diamètre pour 9 cm d'épaisseur)⁸⁴⁸.

Couplé à la forme générale du catillus, ce rapport montre ainsi un fort aplatissement des meules manuelles dès le début du I^{er} siècle de notre ère, en lien étroit avec la verticalisation du flanc et l'élargissement de la cuvette supérieure. Si les dernières expressions des formes gauloises se manifestent jusqu'au milieu du I^{er} siècle, la deuxième moitié de ce siècle voit émaner les bases d'une réelle standardisation des productions gallo- et germano-romaines. Cette standardisation s'exprime tant morphologiquement que techniquement, et les dernières variations qui interviennent à l'échelle de grandes régions, voire de provinces, répondent à des nécessités techniques ou à des habitudes régionales révélatrices de leurs particularités culturelles. Parmi ces spécificités, les meules en poudingue normand conservent leur forme trapue en portion de sphère et leur trou d'emmanchement prolongé dans l'œil (type 2), bien qu'elles tendent statistiquement vers une légère diminution de l'épaisseur. Cependant, projetée cartographiquement, leur répartition dans le Pays de Caux (Seine-Maritime) et le long du littoral de la Manche démontre une position équivalente aux meules manuelles cylindriques au sein du mobilier domestique, puisqu'aucune autre meule n'offre de service équivalent dans cette région. La forme de ces meules en poudingue n'est donc pas liée à un usage particulier. Pour les meules de grand format, les ratios sont aussi assez bas, mais différent d'un mode d'entraînement à l'autre (fig. 113). Les catillus à entraînement central montrent des rapports compris entre près d'1/6 et 1/3 caractérisés par des diamètres forts à modérés et des épaisseurs importantes. Se distinguent d'abord les catillus plats en roche volcanique de l'Eifel, dont le diamètre est souvent important et leur épaisseur faible. C'est le type « Zugmantel » caractéristique des établissements militaires rhénans⁸⁴⁹, et dont la face supérieure horizontale rejoint la face active au niveau d'un œil très peu épais. L'œil circulaire est équipé d'un logement d'anille inférieure en forme de queue d'aronde (type 4B). La plupart des autres roches fournissent aussi ce type de meule, avec toutefois des épaisseurs plus importantes.

Un autre groupe rassemble les catillus coniques au flanc peu élevé mais à l'épaisseur importante liée à une forte conicité de la face supérieure ; ce sont surtout les meules en roche volcanique du Massif Central, équipées de logements d'anille-crampons (type 5A) et dites de type « Avenches »⁸⁵⁰, et le catillus en calcaire coquillier normand.

Le rapport est bas également pour les meules à traction périphérique, dont le profil est souvent proche de celui des meules manuelles. Les catillus en arkose grossière montrent une forme particulièrement plate, avec un diamètre élevé et une épaisseur très faible puisque l'usure est souvent très prononcée sur ces meules (voir § 10.4.5.5). Leur rapport hauteur/diamètre varie de à 1/20 (0,048) à presque 1/3 (0,279), avec un ratio médian de 0,12, mais seul le décile supérieur de la série montre un ratio compris entre 1/3 et 1/6.

Les autres catillus à traction périphérique affichent un flanc vertical et une face supérieure creusée en cuvette ; leur épaisseur est souvent supérieure, mais leur diamètre est surtout plus faible que celui des meules en arkose grossière. Le ratio de ces meules à cuvette est compris entre presque 1/10 (0,091) et 1/3 (0,296), avec une valeur médiane entre 1/6 et 1/7 (0,153).

10.4.8.2 Les aménagements techniques des meules manuelles : implications techno-économiques

10.4.8.2.1 Répartition et transformation des trous d'emmanchement

À l'époque gauloise, une corrélation existait entre la forme générale du catillus et le type d'œil et de trou d'emmanchement pratiqué. Les traditions régionales étaient assez cloisonnées entre une région occidentale bordant la Manche, une région septentrionale comprise entre Ardenne et Mer du Nord,

849 BAATZ 1995, p. 13-15

850 *Ibid.*, p. 15-16

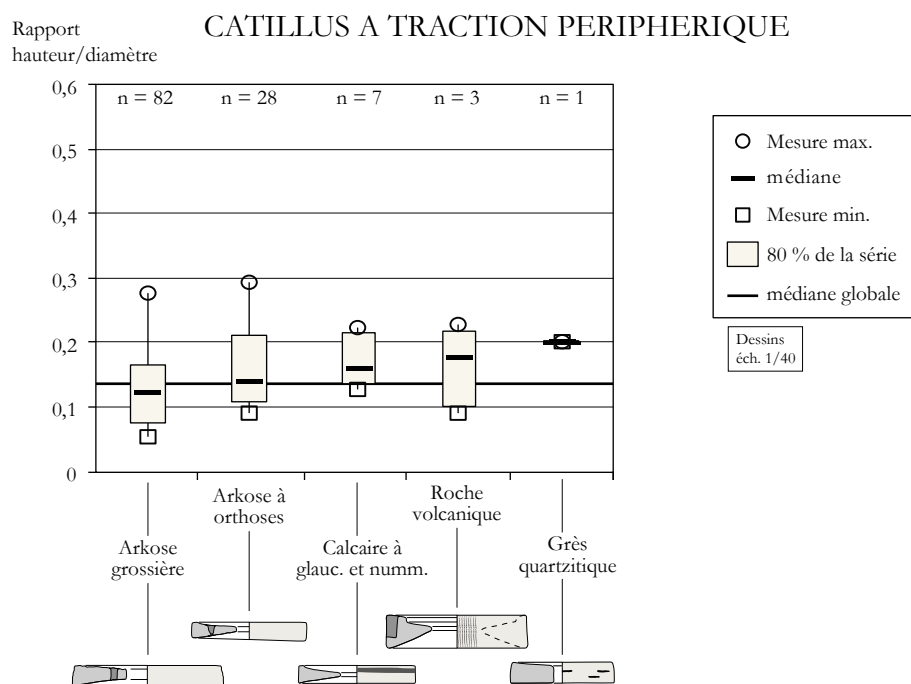
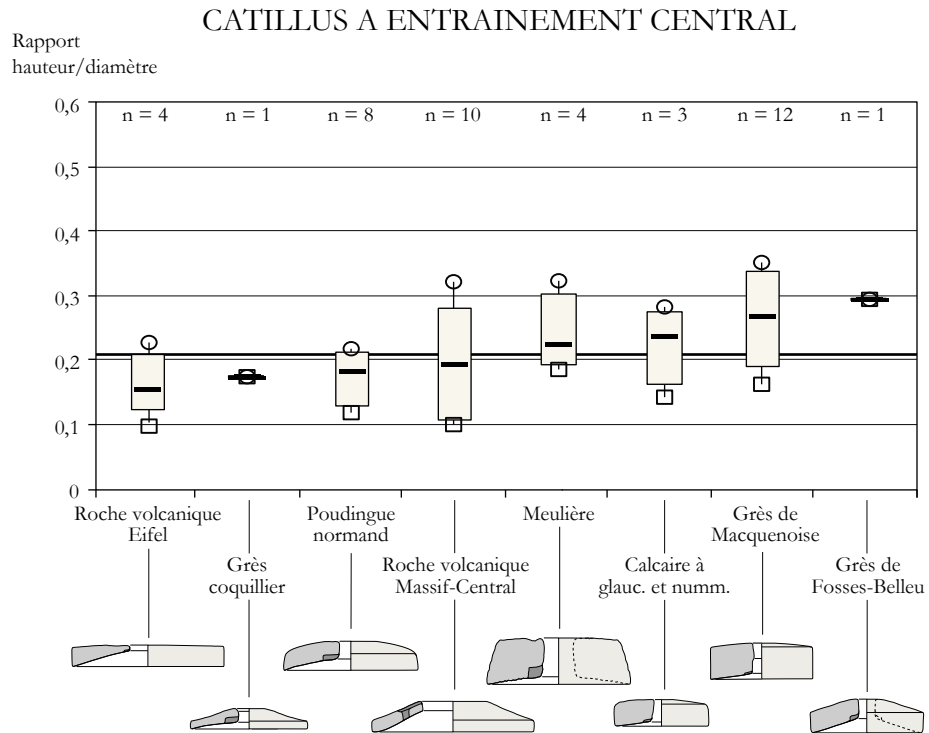


Figure 271 Répartition par quantiles du rapport hauteur/diamètre des catillus à entraînement central et à entraînement périphérique classés par roche.

et une région « picarde » comprenant le nord et le centre du Bassin parisien. Toujours en termes de traditions techniques, la zone de l'Eifel était plutôt proche des régions de Gaule continentale et alpine grâce aux facilités de communication du couloir rhénan. L'homogénéité typologique au sein de ces grandes zones était ponctuellement diversifiée par des contacts commerciaux mis en évidence par l'analyse des roches meulières. Ces contacts ne répondaient pas toujours à des logiques topo-

graphiques (relief et coût du transport), mais à des relations de clientélisme qui rapprochaient des peuples parfois éloignés.

À l'époque romaine, la forme des meules manuelles se standardise mais des variations apparaissent à de larges échelles géographiques indépendamment du matériau employé. Les œils et les dispositifs d'entraînement sont creusés à la demande au moment de la vente dans les marchés de redistribution, et non dans les centres de production. Les perforations latérales prolongées dans la cuvette (type 4), largement identifiées en Gaule Belgique quel que soit le matériau, sont clairement héritées des aménagements laténiens prolongés dans l'œil central des catillus tronconiques et hémisphériques (type 2). Ils conservent une forme comparable au système gaulois pour une mise en œuvre différente. En revanche, les encoches supérieures (type 6) n'apparaissent en Germanie qu'au I^{er} siècle ; les exemples antérieurs sont beaucoup plus méridionaux. Cette apparition des systèmes méditerranéens dans les marchés de Germanie dès la stabilisation du *limes* traduit leur demande par des populations nouvelles qui les ont connus ailleurs. Elle pourrait également signaler l'arrivée d'artisans romains accompagnant les légions et maîtrisant la mise en œuvre de ces systèmes. En Gaule Belgique au contraire, les artisans continueraient de pratiquer des techniques gauloises tout en s'adaptant aux modèles cylindriques qui se développent.

Un phénomène inverse de transmission des techniques est particulièrement flagrant pour les meules en poudingue du Pays de Caux (Seine-Maritime) qui conservent une forme laténienne et les mêmes trous d'emmanchement tout au long de l'époque romaine. Un constat similaire est réalisé en Angleterre avec le *Hertfordshire Puddingstone*, très proche pétrographiquement du poudingue normand, ce qui démontre probablement l'importance du module qu'adoptent les blocs extraits des affleurements géologiques dans la détermination de la forme des meules taillées dans ces matériaux⁸⁵¹.

10.4.8.2.2 *Répartition et transformation des œils*

Sur les catillus cylindriques, les œils à logement d'anille traversant de forme quadrangulaire, circulaire ou en queue d'aronde constituent des nouveautés dans le nord de la Gaule où les œils étaient majoritairement circulaires avant la conquête. Cette transformation révèle d'abord un changement technique important en trahissant un souci pour le centrage de la rotation du catillus sur la meta ; auparavant le catillus tournait souvent autour du pivot central en rotation libre. À l'époque romaine, l'œil sert ainsi à l'introduction du grain et les mortaises latérales sont supposées recevoir une anille « boîtard » qui pivote sur l'axe central.

Cette nouveauté pourrait aussi révéler une adaptation de l'œil dit « celtique » observé en Gaule centrale depuis La Tène C2, notamment sur l'oppidum de Bibracte (Côte-d'Or)⁸⁵². L'innovation pourrait donc ici ne pas être « romaine » et trouver ses origines dans les traditions techniques gauloises. Toutefois, les perforations verticales triangulaires relevées sur certains catillus romains en roche volcanique de Germanie inférieure pourraient orienter différemment l'interprétation technique des œils à mortaises adjacentes. D'après D. Baatz, ces perforations pourraient servir à l'introduction du grain, la rotation étant centrée par l'insertion d'une anille « boîtard » dans l'œil central circulaire⁸⁵³. Sur ce modèle et d'après l'observation des traces d'usure, il faut peut-être supposer pour les meules équivalentes mais à mortaises communicantes, un centrage assuré *via* l'œil central ; les mortaises adjacentes servent au chargement du grain dans le moulin. Ces dernières prennent donc ici une signification très différente de celle des œils « celtiques », ne prenant plus part au centrage de la rotation. Pourtant, l'œil à mortaises en queues d'aronde ne semble pas plus courant dans le sud

851 PEACOCK 2013, p. 73

852 BUCHSENSCHUTZ, BOYER 1999, p. 216

853 BAATZ 2010, p. 208-209

de la Gaule ni en Italie et paraît au contraire spécifique au tiers nord de la Gaule et à la Germanie romaine⁸⁵⁴. À titre d'exemple, le Languedoc fournit des meules à œil circulaire simple dotées de logements d'anille par-dessus dès l'Âge du Fer⁸⁵⁵. Ces logements ne se retrouvent sur certains catillus de l'Eifel qu'à partir de l'époque romaine, comme l'illustre le petit moulin de bord découvert dans l'épave De Meern 1 à Utrecht (Pays-Bas)⁸⁵⁶. L'arrivée soudaine de cette nouveauté technologique lui suggère une origine méridionale.

Ainsi pour les œils à mortaises adjacentes, bien que le centrage de la rotation s'effectue toujours par la partie centrale, la différence avec les œils simples de l'Âge du Fer réside en la possibilité d'insérer une anille « boîtard » dans un logement élargi. Sa forme évolue et se dote de mortaises adjacentes pour favoriser l'introduction du grain dans le moulin. D. Baatz met d'ailleurs en relation les larges trous de chargement du grain creusés sur les catillus manuels avec le décorticage des céréales vêtues dans les régions où elles sont encore cultivées à l'époque romaine⁸⁵⁷. Le grain enveloppé de ses glumelles occupe en effet plus de volume que le grain nu et offre plus de rugosité ; le passage entre la paroi d'un œil étroit et le pivot central risque de s'engorger. Cette idée implique une pratique différente du décorticage des céréales vêtues entre La Tène finale et l'époque romaine : au mortier avant la conquête romaine, ce qui fournit un grain entier et propre, puis au moulin rotatif. À ce sujet, un lien entre les œils à mortaises larges et le rayonnage de la face active des meules peut être établi dans la région où les deux sont pratiqués. Ce lien nous pousse aussi à mettre ces usages en relation avec le maintien de la culture des céréales vêtues dans le nord de la Gaule et en Germanie à l'époque romaine (voir § 11.2.4).

La forme complexe des mortaises en queue d'aronde semble donc liée à la volonté d'élargir le plus possible l'ouverture pour introduire le grain, tout en conservant une surface de contact suffisante avec l'anille « boîtard » pour son maintien au centre du catillus.

10.4.8.3 Les aménagements techniques des meules à traction animale

Les moulins à traction périphérique qui apparaissent avec la conquête romaine dans le nord de la Gaule montrent des aménagements techniques nouveaux qui semblent venus avec le principe d'une mouture à grande échelle. L'arrivée des moulins bitronconiques de type « Pompéi » avec la culture romaine en Gaule du nord recèle peu de mystère. Depuis l'Italie, ils sont établis dans des boulangeries urbaines « à la romaine » dans tout l'Empire. Leur système d'entraînement par des bras insérés dans de grosses mortaises saillantes leur est très spécifique. Le précédent souvent mis en relation avec cette forme singulière est celui des meules de type « Morgantina », plus petites et identifiées en Sicile et dans le monde punique dès le IV^e siècle av. J.-C.⁸⁵⁸.

De forme totalement différente, les moulins cylindriques à traction périphérique se distinguent des précédents par le mode de fixation du ou des bras d'entraînement. Le principal parallèle pour ces catillus est celui des moulins poussés de l'Âge du Fer ibérique dont la filiation typologique et technique la plus évidente est d'abord représentée par les moulins romains de type « Haltern/Rheingönheim » recensés en Germanie. Le levier est ancré dans des encoches en queue d'aronde pratiquées verticalement dans le haut du flanc du catillus, et la traction peut être humaine ou animale. À Rome, un bas-relief décorant le sarcophage de Lucius Annius Octavius Valerianus montre d'ailleurs un moulin de ce type entraîné par deux personnages poussant une barre horizontale fixée

854 ROBIN, BOYER 2011, p. 358

855 LONGEPIERRE 2012, p. 502 (type B)

856 MANGARTZ 2007, p. 248

857 BAATZ 2010, p. 612-613

858 ALONSO 1997, p 17 ; LONGEPIERRE 2012, p. 78

directement à l'axe de rotation central et donc probablement à une anille⁸⁵⁹.

Cependant, si le moulin cylindrique à traction animale semble répandu dans l'occident romain, l'origine des systèmes de fixation de leviers diamétraux par le percement de perforations verticales est difficile à saisir puisque le premier rapprochement qui vient à l'esprit est le système d'anille-crampon connu sur les meules hydrauliques de type « Avenches ». Pourtant, le mode de mise en rotation est radicalement différent, central d'un côté, périphérique de l'autre. Et le rapport géographique entre ces deux systèmes est aussi peu évident puisque les meules de type « Avenches » sont très rares dans le nord de la Gaule, limitées aux meules originaires du Massif Central. Géographiquement en dehors du nord de la Gaule, on ne retrouve pour le moment ces aménagements qu'en Bourgogne et en Franche-Comté sur des meules à face supérieure en cuvette taillées dans des roches régionales (Grès de la Serre et de l'Autunois)⁸⁶⁰. L'une d'elle, à Saint-Apollinaire (Côte-d'Or), a été mise au jour aux abords d'un empierrement interprété comme le possible support d'un moulin à traction périphérique. Le rapprochement avec la base de socle d'Oisy-le-Verger (Pas-de-Calais) est évident puisque ces deux exemples ont fourni un fragment de catillus de même type taillé dans une roche très similaire. La proximité typologique et technique entre ces meules est donc claire, mais l'existence de ces deux foyers de meules à traction périphérique dans deux régions éloignées est difficile à expliquer. D'autant qu'elles sont absentes de Champagne-Ardenne où les recensements ont été exhaustifs⁸⁶¹. Autre objet de confusion, l'œil des metas associées à ce type de catillus n'est jamais perforant en Bourgogne/Franche-Comté⁸⁶² alors qu'il l'est toujours dans le nord de la Gaule. Néanmoins, il est évident que ce critère n'est pas techniquement pertinent dans une région où toutes les meules ont un œil perforant.

10.4.8.4 Les meules hydrauliques : type « Avenches » contre type « Zugmantel »

Deux types de meules à entraînement central se distinguent, mais l'un est largement prédominant (fig. 272). Le premier rassemble les catillus cylindriques à flanc haut et face supérieure plane ou légèrement convexe, l'autre des catillus à flanc bas et face supérieure conique. Les premiers sont dotés de logements d'anille infères (type 4A, B, C ou D) permettant un soutien par-dessous, les seconds de perforations verticales proches de l'œil assimilées à des logements d'anille-crampons pour une suspension par-dessus. Ces dernières sont au nombre de deux diamétralement opposées, ou de quatre disposées par groupe de deux et reliées deux à deux par des canaux parallèles tangents à l'œil.

D. Baatz propose pour l'appellation du premier groupe le site éponyme de Zugmantel d'après les découvertes de H. Jacobi dans le fort romain de Saalburg (Hesse) au début du XX^e siècle⁸⁶³. Cette désignation revêt toutefois peu de précision sur le mode d'entraînement du moulin, lequel est largement controversé pour ce site⁸⁶⁴.

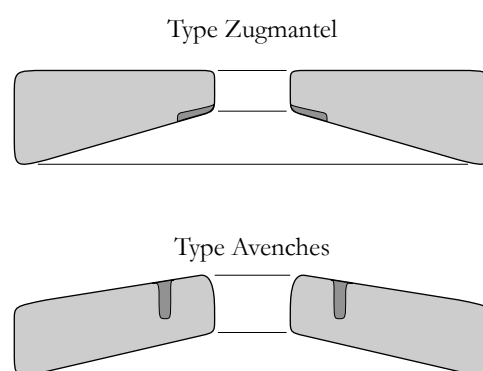


Figure 272 Schéma typologique des catillus de type « Zugmantel » cylindriques et à logement d'anille infère, et de type « Avenches », de forme conique et à logement d'anille-crampon.

859 CIL VI-11743, commenté dans GOMEZ-PALLARÈS 2009, p.148-149

860 JACCOTTEY 2016, p. 741

861 Étude exhaustive des meules de Champagne-Ardenne par le *Groupe Meule* à l'occasion du colloque de Reims en 2014 : BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2017a

862 JACCOTTEY 2016, p. 739-740

863 BAATZ 1995, p. 13-14

864 JACOBI 1912 ; MORITZ 1958, p. 123-128 ; BAATZ 1995 : Comme pour les nombreux sites éloignés de cours d'eau qui ont livré ce type de meule, l'entraînement central est supposé être fourni par l'adaptation du système de Vitruve à

Pour le second groupe, l'auteur utilise le nom du moulin hydraulique d'Avenches qui a livré exclusivement ce type de catillus. Au contraire du précédent, le terme est exclusivement limité à l'entraînement hydraulique en raison de la nature même du site⁸⁶⁵. S. Longepierre y adjoint donc le nom de la villa de Saint-Bézard (Aspiran, Hérault) qui, d'après les découvertes réalisées sur ce nouveau site éponyme, comprend la possibilité d'un simple réglage de l'écartement pour une traction périphérique du même catillus⁸⁶⁶. Cependant, ce cas de figure est trop limité pour pouvoir le systématiser et ne justifie pas, à nos yeux, l'attribution d'un type de moulin particulier. Un seul catillus à logement d'anille central doté en sus d'un système d'entraînement latéral est en effet recensé dans notre corpus et fait figure de réemploi de meule à entraînement central en meule à entraînement périphérique. Il provient de l'atelier de potiers des « Mares Jumelles » aux Ventes (Eure), situé 50 m en surplomb et à plus de 200 m de distance de la vallée de l'Iton⁸⁶⁷.

Dans le nord de la Gaule, les meules du premier type sont taillées en roche volcanique de l'Eifel, mais aussi dans les autres roches régionales qui fournissent des meules manuelles à l'époque romaine (Grès de Macquenoise et de Fosses-Belleu, calcaire à glauconie et nummulites, poudingue normand, meulière). Les meules de type « Avenches » sont constituées exclusivement de roche volcanique du Massif Central. Ce sont les mêmes meules que celles mises au jour dans la meunerie de Barbegal et plus généralement dans le sud de la Gaule au Haut-Empire⁸⁶⁸.

10.4.8.5 Les metas

Les metas posent toujours des problèmes de détermination puisqu'elles ne sont pas dotées des aménagements qui participent à l'entraînement du moulin. La perforation totale de l'œil est souvent présentée comme déterminante pour distinguer entraînement central et traction périphérique, mais strictement toutes les metas du nord de la Gaule ont un œil perforant.

Finalement, il ressort de notre analyse que la relation du diamètre de l'œil et du diamètre de la meule fournit le critère le plus diagnostique pour déterminer le type d'entraînement du moulin. Quand les deux données sont disponibles, les metas de moulins manuels affichent ainsi un diamètre inférieur à 52 cm et un œil large de moins de 6 cm. Les meules de moulins réglables mesurent jusqu'à 62 cm et leur œil demeure inférieur ou égal à 6 cm. Les metas participant de moulins à traction périphérique montrent un diamètre compris entre 55 et 77 cm et un œil mesurant jusque 8 cm, et celles de moulins à entraînement central entre 55 et 88 cm pour un œil large de 8 à 16 cm. L'inclinaison du flanc est également importante puisque les meules manuelles ont un flanc quasi systématiquement sortant alors que les meules de grand format montrent un flanc vertical ou très proche de la verticale.

La face inférieure des metas, qui joue un rôle important pour la stabilité du moulin, n'est en revanche pas représentative d'un type de moulin mais d'un lithocorpus et donc d'un atelier ou d'un district de production. Elle est par ailleurs porteuse d'une forte composante socio-économique. La convexité des meules manuelles en poudingue normand suggère par exemple leur calage dans un sol de terre battue, alors que la planéité de celles en Grès de Macquenoise ou de Fosses-Belleu favorise une bonne stabilité sur une table ou une structure de bois ; les deux cas sont observés en

la traction animale bien que les traces archéologiques en soient encore discutables (voir § 9.2.2.2).

865 CASTELLA 1994, p. 46 ; BAATZ 1995, p. 15

866 LONGEPIERRE 2013, p. 371

867 Les Ventes (Eure) « les Mares Jumelles » (fouille Y.-M. Adrian) : meule n° 143: catillus de type « Avenches » en roche volcanique probablement originaire du Massif Central (détermination macroscopique et typologique), doté de trois perforations verticales assimilées à un logement d'anille-crampon sur la face supérieure et de traces de cerclage métallique sur le flanc. Si ce cas comme celui de Saint-Bézard reste anecdotique, il est néanmoins possible que le logement d'anille ait encore servi à surélever le catillus lors de son entraînement par traction périphérique.

868 LONGEPIERRE 2007, p. 13-14

ethnographie⁸⁶⁹.

On considère souvent que le creusement parfois profond de la face inférieure de certaines meules est destiné à les alléger pour faciliter leur transport. C'est principalement le cas des meules manuelles et de grand format en roche volcanique. À de rares exceptions près, la conicité de ce creusement ne dépasse en revanche jamais celle de la face active. Cela aurait en effet pour conséquence de fragiliser la meule au fur et à mesure de son usure en atteignant rapidement le contour de l'œil.

Le façonnage des faces inférieures est donc le résultat d'un compromis entre la nécessité d'alléger le moulin neuf pour son transport, d'éviter son bris à la taille, de garantir sa solidité à l'usage, et d'assurer sa stabilité pendant la mouture. Ce compromis est réalisé par chaque atelier ou district meulier par la transmission de traditions de façonnage. Les ateliers de l'Eifel semblent optimiser leurs produits pour les commercialiser à longue distance et dans de grandes quantités. Le résultat en est une distribution à plus de 400 km et une utilisation massive dans les établissements militaires jusqu'en (Grande-) Bretagne. En comparaison, les meules à face inférieure plane sont distribuées comme biens de consommation courante à une centaine de kilomètres dans des régions bien définies. Leur transport plus lointain est rendu inutile par la présence de carrières de meules réparties de manière régulière sur le continent.

10.5 Au haut Moyen Âge : restriction des énergies et transformation des meules

10.5.1 Constitution et répartition du corpus

Jusqu'au début du V^e siècle, hormis pour les meules en poudingue normand, les catillus manuels affichent très majoritairement la même forme cylindrique plate à cuvette, ce qui diffère du sud de la Gaule où les catillus deviennent coniques au Bas-Empire, avec une simple dépression centrale dirigeant le grain vers le centre⁸⁷⁰.

La même permanence est attestée tout au long de l'époque romaine pour les catillus de grand format à entraînement central : deux exemplaires datés de la première moitié du V^e siècle ont un profil qui correspond encore typiquement aux productions gallo-romaines des carrières de Macquenoise ; ils en constituent les dernières pièces connues. L'une est issue du camp théodosien d'Arras⁸⁷¹, l'autre provient du bas du comblement d'un puits abandonné à partir de la première moitié du V^e siècle à Sillery (Marne)⁸⁷². Ce dernier était accompagné d'un autre catillus de grand format en roche volcanique de typologie comparable aux productions romaines de l'Eifel. Jusqu'au milieu du V^e siècle, les grandes meules sont donc encore typologiquement antiques et confectionnées dans les ateliers gallo-romains.

La période comprise entre la deuxième moitié du V^e et la fin du VI^e siècle souffre, de manière générale dans le nord de la Gaule, d'un vide historiographique faisant peut-être écho à une restriction démographique ; aucune meule ne peut y être assignée. Cette période est pourtant documentée de manière assez précise en Narbonnaise où l'économie meulière et ses mutations ont pu être appréhendées par S. Longepierre⁸⁷³. Après avoir été relativement rares au cours de l'époque romaine, c'est à cette période précisément que les meules manuelles y reprennent leur place au sein du mobilier domestique et que les catillus à face supérieure convexe, déjà présents au Bas-Empire, se généralisent. Les meules de type « Saint-Quentin » montrent sur le flanc des traces d'usures liées

869 ALONSO 2014b, p. 120

870 LONGEPIERRE 2007, p. 12

871 Arras (Pas-de-Calais) « rue Baudimont » (fouille A. Jacques) : meule n° 1324

872 Sillery (Marne) « le Clos Harlogne » (fouille N. Achard-Corompt, étude S. Lepareux-Couturier) : ACHARD-COROMPT 2009 ; GROUPE MEULE, rapport de PCR 2013, p. 301-302.

873 LONGEPIERRE 2013

à des perforations latérales et qui évoquent déjà le frottement répété d'une perche oblique reliée à l'aplomb de l'œil du catillus à une structure sus-jacente⁸⁷⁴. Ce sont les premiers indices du moulin « à perche » bien connu au Moyen Âge. Toutefois, ces meules ne sont pas dotées de dispositif de réglage de l'écartement. Durant le VI^e siècle, les catillus s'équipent de logements d'anille infères et leur face supérieure devient simplement plane ou convexe. Aux X^e – XII^e siècles, les perforations assimilées au logement de l'extrémité inférieure de la perche sont situées sur la face supérieure, ce qui simplifie le façonnage et la mise en œuvre du système⁸⁷⁵.

Dans le nord de la Gaule, les premiers éléments alto-médiévaux sont recensés à l'époque mérovingienne dans la vallée de la Seine (VI^e ou VII^e siècle). Ils sont encore épars sur le reste du territoire et se multiplient modestement à l'époque carolingienne. La variété des roches et des types de meules que connaît l'Antiquité romaine se restreint fortement à deux roches principales, la meulière en Neustrie et la roche volcanique en Austrasie, assorties localement de matériaux plus mineurs. Les meules sont de deux types correspondant aux deux énergies dont l'emploi est attesté : manuelle d'une part, hydraulique d'autre part.

Toutefois, l'indigence du mobilier daté du haut Moyen Âge empêche de préciser les grands traits d'une évolution technique dont l'ascendance romaine n'est pas toujours évidente.

Les fouilles de sites d'habitat alto-médiévaux sont rares et fournissent encore plus rarement des meules rotatives. La plupart du temps, le mobilier lithique est constitué d'une gamme d'outils de percussion posée et/ou lancée participant de différents artisanats alimentaires ou non, et les fragments de meules sont peu nombreux⁸⁷⁶. Quand ils paraissent se multiplier comme dans les habitats ruraux d'Hermies (Pas-de-Calais), ce sont souvent des fragments de meules romaines réemployés comme aiguiseurs, pierres de foyer, mortiers, etc., alors que les fragments pouvant réellement être rattachés à la mouture au sein de l'occupation sont minoritaires⁸⁷⁷.

Chronologiquement, 13 exemplaires appartiennent à la période mérovingienne (V^e - VIII^e siècle), 22 individus sont attribués à des occupations placées à cheval sur les VIII^e et IX^e siècles, et 17 pièces sont attribuées à l'époque carolingienne (VIII^e - X^e siècles). En sus, 19 pièces sont largement assignées au haut Moyen Âge et 2 de même typologie peuvent être plus tardives d'après leur contexte de découverte. Cette distribution chronologique est le reflet des corpus identifiés dans la littérature où les meules, bien que toujours rares, ne se multiplient qu'à partir du VIII^e siècle.

Les pièces mérovingiennes sont extrêmement peu nombreuses et les sites qui en ont livré sont principalement localisés en Haute-Normandie (Val-de-Reuil et Saint-Riquier-ès-Plains : meules en meulière⁸⁷⁸) et dans le Cambrésis (Hermies : meules en meulière et en arkose moyenne) ; une seule meule plus orientale, taillée en grès conglomératique du Lochkovien, provient de la basse vallée de la Meuse (Maastricht). Notons que dans cet échantillon mérovingien, aucune meule n'est taillée en roche volcanique, mais un dépouillement bibliographique plus approfondi serait nécessaire en Allemagne et aux Pays-Bas. D'un point de vue historiographique, il est délicat d'interpréter cette absence de données. Correspond-elle à une absence réelle de mobilier ou reflète-t-elle un défaut

874 LONGEPIERRE 2013, p. 373, fig. 27 et p. 374

875 *Ibid.*, p. 374

876 Sur le site d'Achery (Aisne) « rue Charles de Gaulle » (fouille C. Brouillard), un seul fragment de meule en meulière accompagne un important ensemble de macro-outillage lithique lié à une activité textile.

877 Sur la « Plaine de Neuville » à Hermies (Pas-de-Calais, fouille T. Marcy), 3 fragments sur 8 présents en contexte mérovingien se rattachent réellement à l'occupation du haut Moyen Âge ; les autres sont des pièces romaines réemployées : meules n° 1518 à 1525.

878 La meta n° 133 de Val-de-Reuil est particulière et probablement éloignée de son contexte primaire d'utilisation (moulin hydraulique) puisqu'elle a fait l'objet d'un réemploi comme meule manuelle. D'abord polie sur l'ensemble de sa surface active (78 cm), elle est ensuite creusée sur un diamètre de 48 cm et fait office de meule « en auge » dont la surface est également fortement polie.

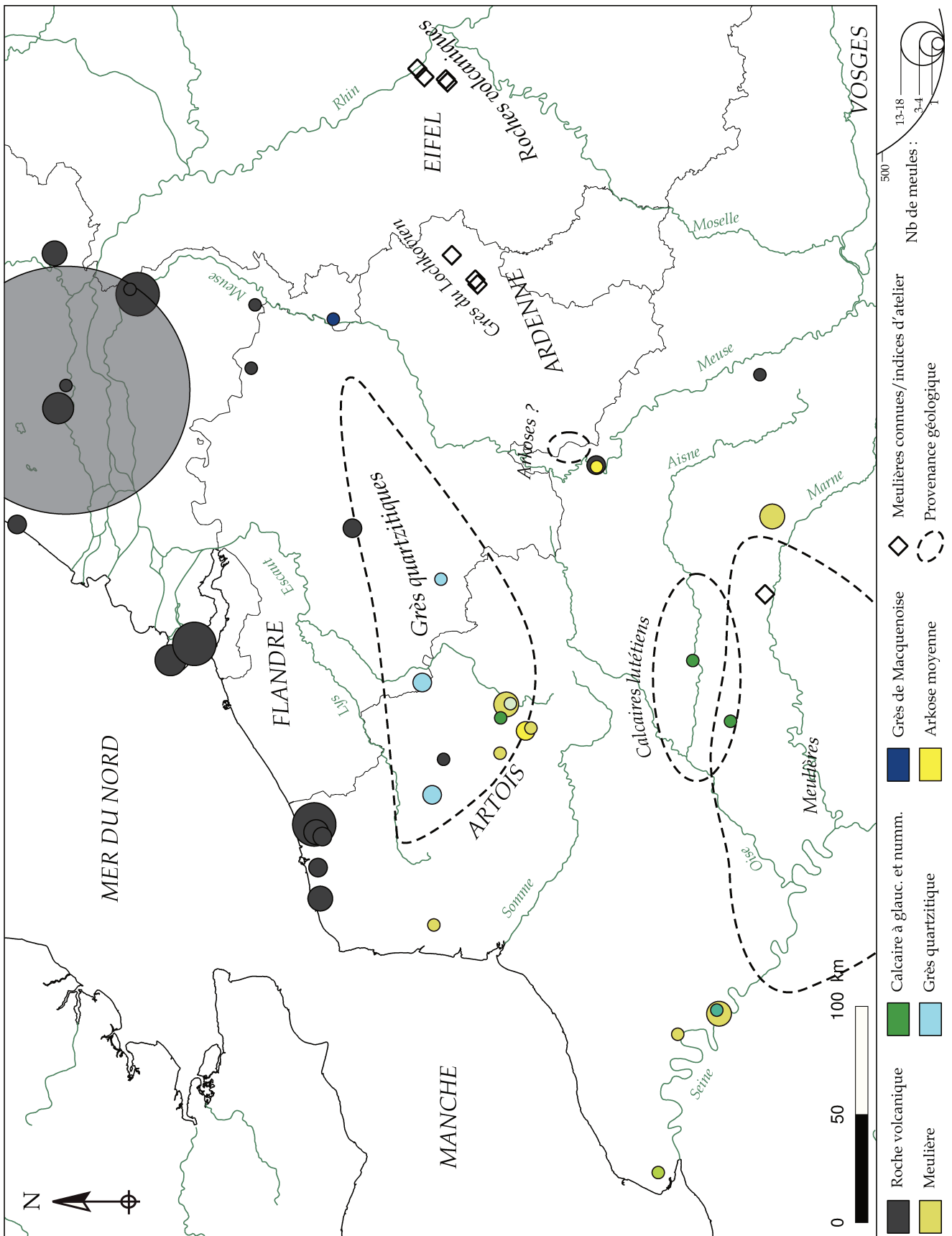


Figure 273 Répartition par roche des meules manuelles du haut Moyen Âge. Projection conjointe des pièces étudiées physiquement et identifiées dans la bibliographie.

d'identification des occupations ? La mouture et donc la consommation du pain disparaissent-elles réellement au profit de la bouillie, ou faut-il supposer que les moulins hydrauliques sont majoritaires mais non appréhendés ? Dans l'attente d'une grande synthèse portant sur des données pluridisciplinaires sur le très haut Moyen Âge, nous ne pouvons qu'imputer ce silence à un repli démographique impliquant une raréfaction des occupations. Les traces de la présence humaine sont alors rarement décelées par les archéologues.

À partir du VIII^e siècle, des ensembles autrement plus fournis apparaissent sur la plaine flamande et néerlandaise qui a livré une quantité importante de fragments de meules manuelles en roche volcanique (fig. 273). Cette concentration à première vue étonnante peut s'expliquer historiquement par l'absence de mentions de moulins hydrauliques dans les polyptiques carolingiens à l'est de l'Aa (voir § 14.5.2.2)⁸⁷⁹, et concorde avec les grandes quantités de meules manuelles de l'Eifel qui transitent par l'*emporium* de Dorestad à la même période pour approvisionner tout le bassin de la Mer du Nord⁸⁸⁰.

Allant de pair avec la rareté des fouilles de moulins hydrauliques mérovingiens et carolingiens et avec l'absence apparente de moulins à traction animale, les meules de grand format sont moins nombreuses encore que les meules manuelles (fig. 274). Pourtant, d'après l'étude des polyptiques carolingiens réalisée par E. Champion, la plupart des moulins hydrauliques médiévaux entre Loire et Rhin seraient en place au moins dès le IX^e siècle⁸⁸¹. Et encore cette date ne correspond-elle qu'à leur apparition dans les textes entre le VIII^e et la fin du IX^e siècle. Une bonne partie de ces moulins pourraient avoir été installés dès l'Antiquité, eu égard à la quantité de meules de grandes dimensions recensées à l'époque romaine. Les domaines antérieurement dotés de moulins sont transmis avec ces équipements, même dans le cas d'un changement de population.

Des meules dépourvues de provenance et conservées dans les musées pourraient se rapporter à la période (musées de Boulogne-sur-Mer, d'Heerlen...), mais leur défaut d'identification ne pourra être corrigé qu'après l'étude de nombreuses pièces en contexte archéologique.

Dans la région prise en considération, les meules hydrauliques sont monolithes et ne sont manufacturées qu'en roche volcanique de l'Eifel et en meulière du Bassin parisien, ce qui limite les variations typologiques. Leur distribution est assez tranchée par matériau : la meulière est présente à l'ouest dans le bassin de la Seine : en Seine-Maritime (Saint-Riquier-ès-Plains) et dans l'Eure en bord de Seine (Val-de-Reuil). La roche volcanique est observée à l'est, dans le massif ardennais (Habay-la-Vieille, Montcy-Notre-Dame) et aux Pays-Bas dans la vallée de la Meuse (Hunsel). Seules celles de Saint-Riquier-ès-Plains et de Val-de-Reuil sont mérovingiennes ; les autres sont largement attribuées au haut Moyen Âge.

Au sud de la Gaule Belgique, la même répartition géographique a été constatée par le *Groupe Meule* en Champagne-Ardenne où la meulière nourrit le bassin de la Seine (Troyes et Saint-Dizier), et la roche volcanique le bassin de la Meuse (Montcy-Notre-Dame). Dans la moitié sud de la région apparaît en outre le Grès de la Serre (Langres), non observé au nord de la Marne⁸⁸².

10.5.2 Les meules manuelles à perche

10.5.2.1 Morphométrie

Le diamètre des meules manuelles alto-médiévales côtoie souvent étroitement la cinquantaine de centimètres et la dépasse parfois, ce qui révèle l'adoption de dispositifs techniques qui permettent

879 CHAMPION 1996, p. 46-47

880 Près de 500 meules découvertes, dont 1/3 d'ébauches : KARS 1980, p. 396 ; KARS 1983a, p. 116

881 CHAMPION 1996, p. 10 et 41

882 MINVIELLE-LAROUSSE *et al.* 2017, p. 97-99

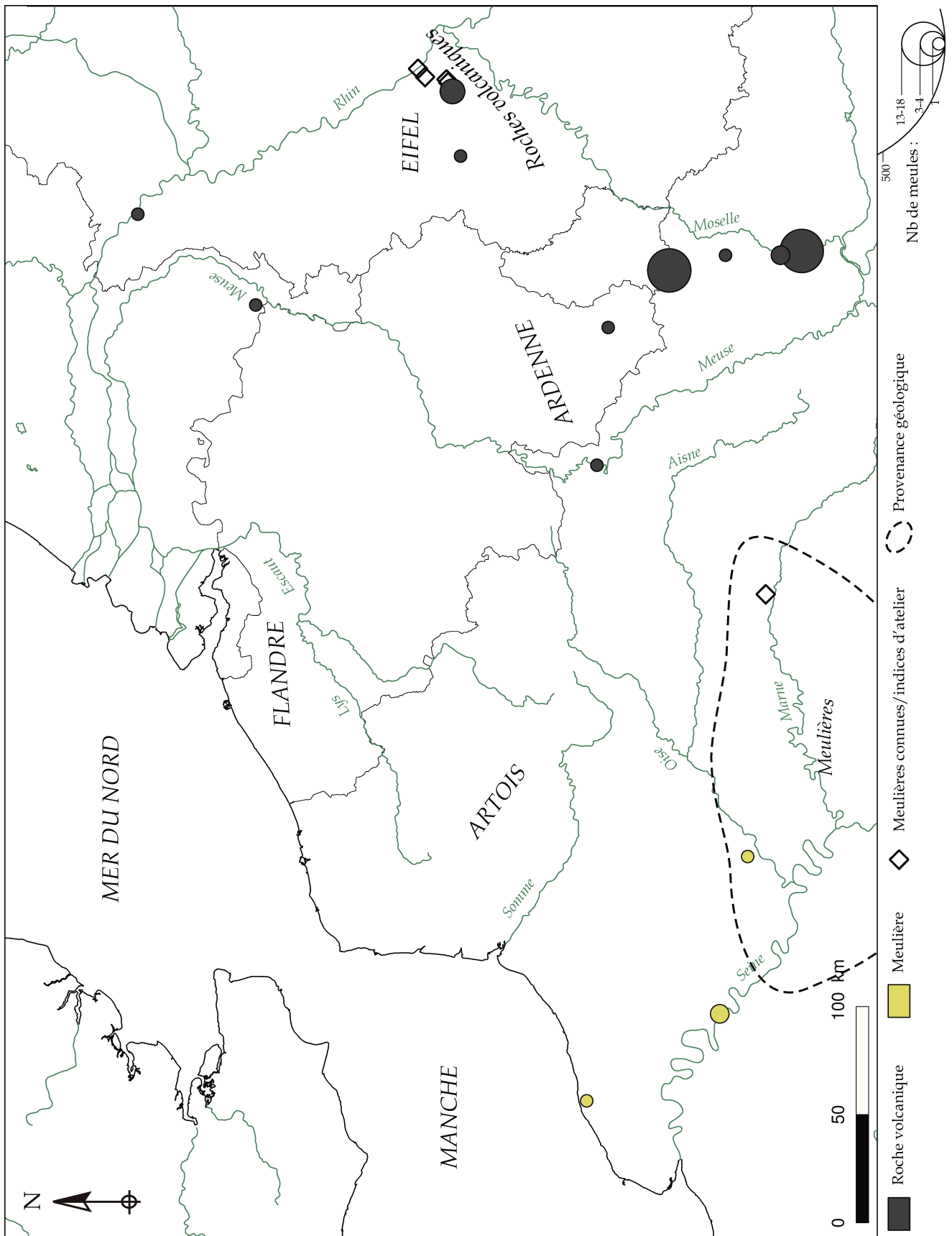


Figure 274 Répartition par roche des grandes meules à entraînement central du haut Moyen Âge. Projection conjointe des pièces étudiées physiquement et identifiées dans la bibliographie.

d'excéder l'amplitude du bras humain. Les mesures sont réparties entre 35 et 62 cm (médiane : 47 cm ; effectif : 30), mais 90 % de la série excède la quarantaine de centimètres (fig. 275). Elles sont aussi dispersées quel que soit le matériau, mais apparaissent plus basses et hétérogènes à l'époque mérovingienne (35 à 55 cm, médiane : 47 cm ; effectif : 6) qu'à l'époque carolingienne (41 à 62 cm, médiane : 48,2 cm ; effectif : 12 – fig. 275A). Ces mesures concordent avec celles relevées sur les 500 meules de l'emporium de Dorestad au VIII^e siècle, entre 42,5 et 50,5 cm, avec un pic entre 47,5 et 48,5 cm⁸⁸³.

Au contraire de l'époque romaine où la face supérieure des catillus manuels était creusée en cuvette, celle des catillus alto-médiévaux est plane (17 cas) à convexe (13 cas – fig. 276). Dans 3 cas (2 en roche volcanique, 1 en grès lochkovien), l'œil est entouré d'un bourrelet large et épais de 2 à 3 cm, qui augmente d'autant l'épaisseur totale de la meule et constitue un trait caractéristique de certaines productions du massif Ardenne/Eifel⁸⁸⁴.

Par conséquent, la hauteur du flanc du catillus ne correspond pas à son épaisseur maximale et il nous faut mesurer les meules au niveau de l'œil. La hauteur des catillus manuels est donc comprise entre 2,3 et 11 cm (médiane : 6 cm ; effectif : 31), ce qui d'une part révèle une forte possibilité d'usure des meules manuelles, d'autre part démontre un amincissement des catillus depuis l'époque gauloise (fig. 277). Ces mesures sont toutefois très différentes entre les catillus très fins en roche volcanique (entre 2,3 et 8,5 cm ; médiane : 2,85 cm ; effectif : 14), et la plupart des autres meules qui montrent presque toujours une épaisseur supérieure ou égale à 6 cm (un seul catillus en grès coquillier normand montre une épaisseur de 5,5 cm). Le même phénomène apparaît pour les metas : celles en roche volcanique sont épaisses de 2 à 9,6 cm (médiane : 3 cm ; effectif : 9) ; les autres sont supérieures ou égales à 8,9 cm. H. Kars calculait la même épaisseur moyenne (3 cm) pour les centaines de fragments de meules en roche volcanique de Dorestad (Pays-Bas)⁸⁸⁵, ce qui confirme la nette différence observée entre les productions de l'Eifel, celles du Bassin parisien et les produc-

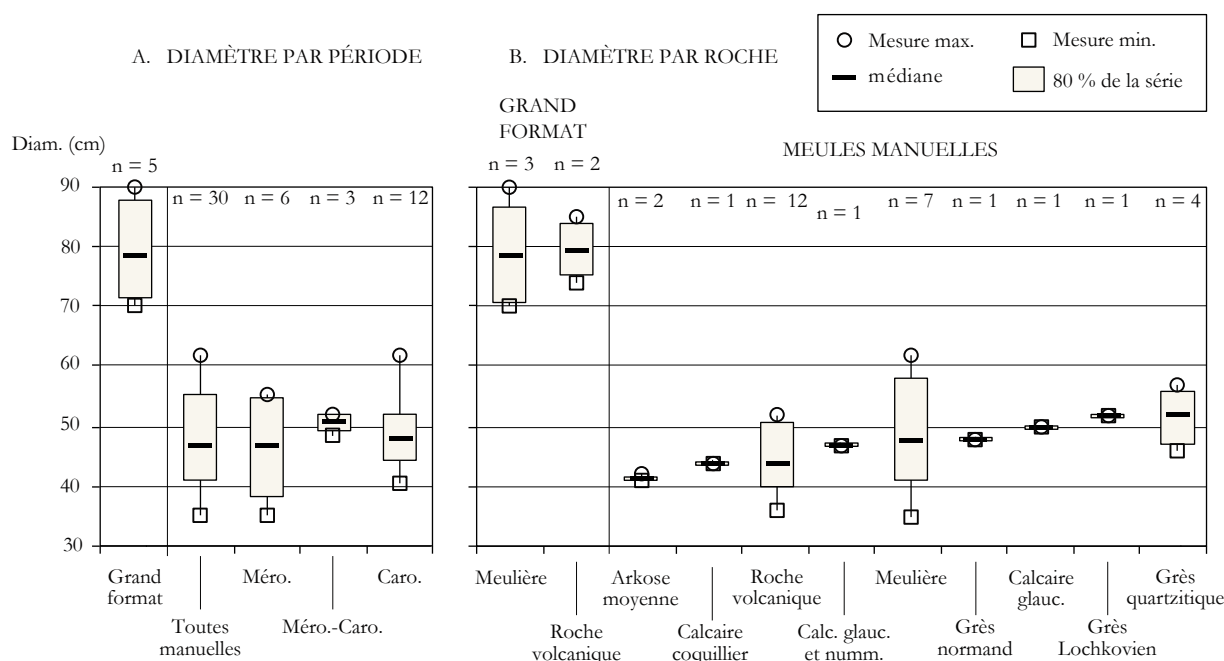


Figure 275 Répartition par quantiles du diamètre des meules du haut Moyen Âge. A. Classement par type et par période. B. Classement par type et par roche.

883 KARS 1980, p. 410-411

884 KARS 1980, p. 409 ; HÖRTER 1994, p. 39-41

885 KARS 1980, p. 393

tions plus locales. Toutefois, la même étude réalisée pour 1/3 sur des meules ébauchées fournit des épaisseurs de 6 à 7 cm pour les meules neuves en roche volcanique. Cela implique que les meules se brisent après avoir perdu la moitié de leur épaisseur⁸⁸⁶. Cette faiblesse de l'épaisseur paraît étonnante puisqu'elle implique une résistance assez limitée de ces meules. Leur format serait alors plus optimisé pour le transport que pour leur durabilité (voir § 13.6.2). La plupart des faces actives des catillus sont horizontales ou s'élèvent à 1° (fig. 278A). Seuls 2 exemplaires atteignent des pentes de 7 et 16°, la seconde étant incertaine à cause de l'instabilité du fragment. La pente de la face active des metas est toujours faible mais montre quelques variations : elle est inclinée de 0 à 5° (fig. 278B). Comme aux périodes précédentes, un écart de pente pour l'introduction du grain dans le moulin peut être confirmé, non pas statistiquement, l'effectif étant trop faible, mais par le couple fonctionnel en arkose découvert sur le site mérovingien d'Hermies (fig. 279A)⁸⁸⁷. La face active du catillus est inclinée de 7°, celle de la meta de 5°. Un autre couple, taillé en grès quartzitique dans le Hainaut, montre en revanche un écart quasiment nul entre le catillus et la meta (fig. 279B)⁸⁸⁸. Enfin, la face inférieure des metas est souvent horizontale (7 sur 11 conservées), mais parfois légèrement concave (2 cas en roche volcanique) ou rendue convexe par un façonnage irrégulier (2 cas : 1 en grès quartzitique, 1 en calcaire glauconieux).

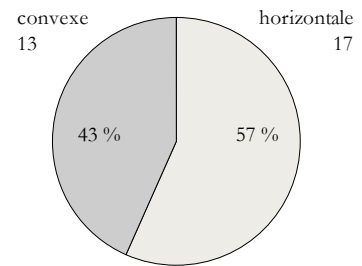


Figure 276 Proportion des lignes de profil de la face supérieure des catillus manuels.

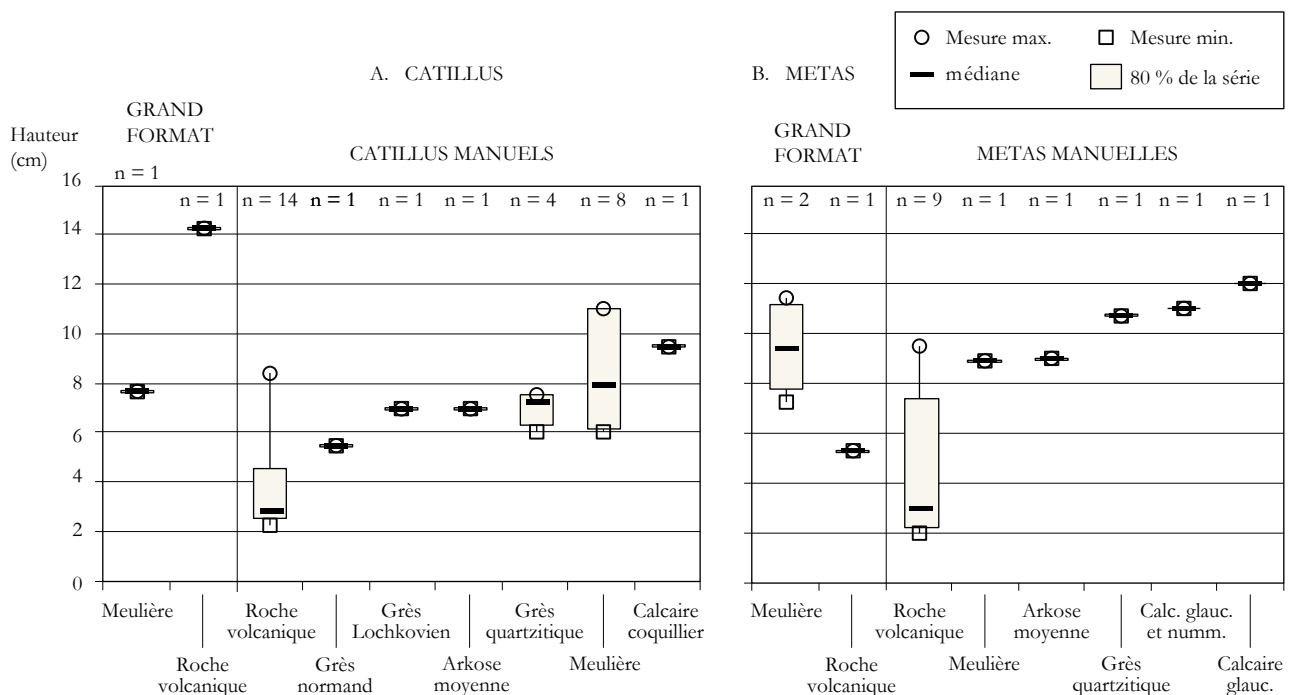


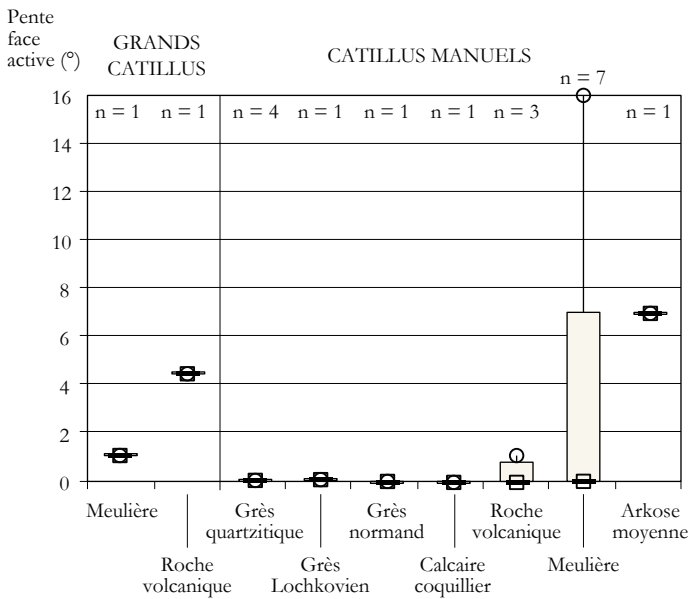
Figure 277 Répartition par quantiles des mesures de hauteur des catillus (A) et des metas (B) classés par type et par roche.

886 KARS 1980, p. 412-418

887 Hermies (Pas-de-Calais) « la Plaine de Neuville » (fouille T. Marcy) : meules n° 1524 et 1525

888 Howardries (Hainaut) « le Planti » (prospection P. Soleil) : meules n° 219 et 220

A. CATILLUS



B. METAS

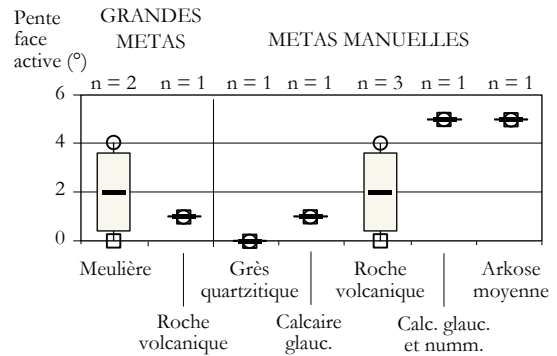
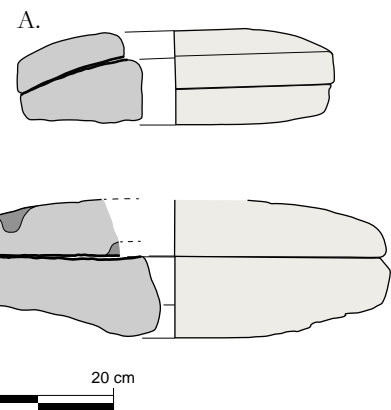


Figure 278 Répartition par quantiles des mesures d'inclinaison de la face active des catillus (A) et des metas (B) classés par type et par roche.

Figure 279 Couples de meules alto-médiévales. Dessins éch. 1/10
 A. Hermies (Pas-de-Calais) « la Plaine de Neuville », arkose moyenne, meules n° 1524 et 1525.
 B. Howardries (Hainaut) « le Planti », grès quartzitique fin meules n° 219 et 220.



10.5.2.2 Les aménagements techniques

Les meules manuelles du haut Moyen Âge se caractérisent par des aménagements techniques récurrents dès l'époque mérovingienne. Dans les 17 cas où il est conservé, l'œil des catillus est toujours circulaire. Son diamètre est compris entre 4,2 et 14 cm (médiane : 8 cm ; effectif : 17), mais est plus faible pour les meules en meulière (4,2 à 9,5 cm ; médiane : 7 cm ; effectif : 7) que pour celles en roche volcanique (8 à 14 cm, médiane : 9 cm ; effectif : 5 – fig. 280A). Quand son état de conservation est suffisant, il est accompagné de petits logements d'anille adjacents à l'œil creusés sur la face active et destinés à supporter le poids du catillus (12 aménagements de type 4 conservés). Un système de réglage de l'écartement des meules est donc attesté comme il l'était pour les moulins manuels gallo-romains les plus grands. Il suppose le positionnement du moulin sur une structure de bois à palier mobile autorisant l'ajustement de la hauteur de l'axe de rotation.

L'œil des metas est toujours perforant, ce qui, comme à l'époque romaine, laisse techniquement et théoriquement le passage de l'axe de rotation pour le réglage de l'écartement des meules. Leur diamètre est compris entre 2 et 11 cm (médiane : 5,5 cm ; effectif : 9), mais est encore particulièrement faible pour les meules en meulière (3 cm) et en roche volcanique (2 à 11 cm, médiane : 4 cm ; effectif : 4 – fig. 280B).

Par ailleurs, 18 catillus sur 30 portent une cupule creusée en partie distale de la face supérieure entre 2 et 6 cm du flanc (distance médiane : 2,5 cm). Cette cupule est pratiquée de la même façon

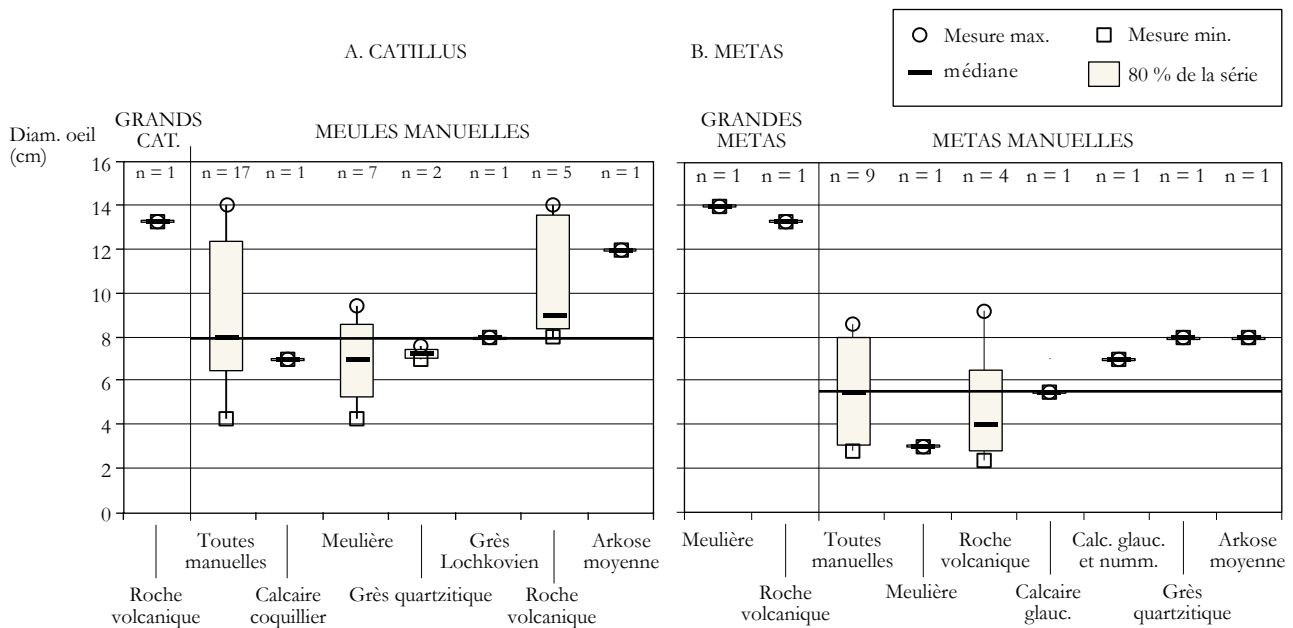


Figure 280 Répartition par quantiles du diamètre de l'œil des catillus (A) et des metas (B) classés par type et par roche.

sur tous les lithocorpus observés ; son profil est hémisphérique ou ogival, et son ouverture est légèrement inclinée vers le centre de la meule. Son diamètre est compris entre 2,5 et 5 cm (médiane : 3 cm), sa profondeur entre 1,4 et 6,5 cm (médiane : 2,45 cm) et sa paroi est systématiquement polie à lustrée. Sur les meules en meulière, des cavités naturelles de la roche sont utilisées sans préparation préalable, et il arrive que trois, voire quatre cupules soient relevées sur le même catillus.

10.5.3 Les meules à entraînement central

10.5.3.1 Morphométrie

Le diamètre des meules de grand format est compris entre 70 et 90 cm (médiane : 78 cm ; effectif : 5), la roche volcanique et la meulière fournissant des modules comparables (fig. 275). Ces mesures s'accordent par exemple avec celles des meules découvertes dans la Saône et dans le Doubs (69,5, 73 et 75 cm) et pour lesquelles une datation entre le V^e et le IX^e siècle est proposée⁸⁸⁹. Elles coïncident aussi, à l'échelle de la France, avec celles dont la datation est estimée entre le V^e et le X^e siècle grâce à la corrélation de données historiques et archéologiques (sites de moulins, d'habitat et de carrières)⁸⁹⁰. Cette dernière étude interdisciplinaire, la plus précise à ce jour sur les meules médiévales, montre par ailleurs que l'augmentation de leur diamètre se fait par à-coups à chaque période d'essor économique-démographique pendant lesquelles une population importante doit être nourrie sans qu'il soit possible d'aménager de nouveaux moulins sur des rivières déjà saturées (VIII^e siècle : 72,1 cm en moyenne ; XIII^e siècle : 126,7 cm ; Renaissance : 162,6 cm)⁸⁹¹. Le diamètre a tendance à stagner au cours des périodes de ralentissement économique (fin de l'époque mérovingienne : 69,4 cm ; XIV^e siècle : 126,5 cm). En comparaison avec ces tendances nationales, la meta en meulière du moulin carolingien du « Pré des Paillards » à Belle-Église (Oise) montre un diamètre élevé (110 cm) associé à une forte épaisseur (25 cm)⁸⁹². Ce grand diamètre peut constituer un élément exceptionnel pour l'époque.

889 BONNAMOUR, JACCOTTEY 2017, p. 486-488

890 BELMONT *et al.* 2017, p. 824-828

891 *Ibid.*, p. 826 et 828

892 LORQUET 1994, p. 54, corrigé par BELMONT *et al.* 2017, p. 831

Figure 281 (à gauche) Catillus n° 551 en roche volcanique, retrouvé au bord de la Rulle à Habay-la-Vieille (Prov. Luxembourg) et assigné typologiquement à l'époque carolingienne. Dessin éch. 1/20.

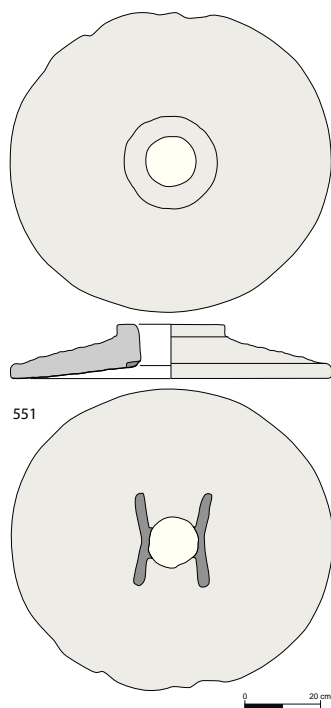


Figure 282 (à droite) Catillus en grès conglomératique du Lochkovien réemployé avant le XIII^e siècle comme couvercle de sarcophage dans la Basilique Notre-Dame de Tongres (Limbourg belge). D'après HARTOCH et al. 2015, fig. 195. Dessin éch. 1/20, reproduit avec l'aimable autorisation de l'auteure et du Gallo-Roman Museum de Tongres.

L'épaisseur des meules de grand format est assez élevée, de 7,7 pour le catillus en meulière, et de 7,3 à 11,5 cm pour les metas. Le catillus en roche volcanique est épais de 14,3 cm, la meta de 5,5 cm. Ces dimensions sont ici encore éloignées de celles de la meta de Belle-Église.

La face supérieure du catillus en meulière de Saint-Riquier-ès-Plains est plane mais irrégulière. Celle du catillus en roche volcanique est très soignée, convexe et assortie d'un épais bourrelet péri-oculaire qui se compare aisément à celui des catillus manuels produits dans l'Eifel (fig. 281). Cette forme est également identique à celle des ébauches de meules relevées dans les grès lochkoviens de l'est du massif des Ardennes, dans le secteur de Salmchâteau (Prov. de Luxembourg) et Recht (Prov. de Liège) (voir § 6.14.4.2.3). Un seul catillus originaire de ce secteur meulier ardennais est connu en contexte archéologique. Il constituait le couvercle d'un sarcophage installé dans la Basilique Notre-Dame de Tongres (Limbourg belge) antérieurement au milieu du XIII^e siècle (fig. 282)⁸⁹³. Sa datation médiévale coïncide avec son diamètre élevé (120 cm – les meules du XII^e siècle enregistrées en Champagne-Ardenne mesurent 110 à 115 cm)⁸⁹⁴, mais cet exemple isolé témoigne surtout de la permanence de la forme convexe des catillus jusqu'au Moyen Âge classique, ainsi que de l'exploitation du district meulier de Haute Ardenne au moins jusqu'à cette époque.

La face inférieure des metas est rarement conservée mais semble plane dans la plupart des cas.

La pente de la face active est généralement faible mais assez variable d'un individu à l'autre. Elle

⁸⁹³ HARTOCH et al. 2015, p. 302-306, meule n° Cat. N° 60. Dessin reproduit avec l'aimable autorisation de l'auteure et du Gallo-Roman Museum de Tongres (Limbourg belge).

⁸⁹⁴ MINVIELLE-LAROUSSE et al. 2017, p. 99

est comprise entre 0 et 4° pour les metas, et entre 1 et 4,5°. La conicité des meules hydrauliques est donc moins élevée qu'à l'époque romaine, mais n'atteint pas encore l'horizontalité caractéristique des meules médiévales/modernes dont témoigne le catillus de la Basilique de Tongres (pente face active : 0°). À l'échelle de la France, les inclinaisons montrent une fourchette comparable, entre 0 et 6°, mais avec des mesures parfois beaucoup plus élevées qui font supposer aux auteurs de l'étude que certaines meules de grand format ne seraient pas actionnées par l'énergie hydraulique⁸⁹⁵. L'entraînement des moulins par traction animale n'est cependant pas attesté à cette période.

10.5.3.2 Les aménagements techniques

Des 2 catillus datés du haut Moyen Âge, 1 seul a un œil conservé. Il est circulaire et assorti d'encoches creusées sur la face active. Cet aménagement assimilé à un logement d'anille dévolu à un entraînement central montre un changement de forme depuis l'Antiquité. Sur le catillus n° 551 de Habay-la-Vieille (Prov. de Luxembourg), en roche volcanique, il prend une forme en « pattes d'araignée » ou en X (fig. 281), déjà identifié sur les meules médiévales étudiées pour le colloque de Lons-le-Saunier sur les moulins en 2011⁸⁹⁶. En estimant la charnière entre ces deux systèmes à une période comprise entre le VII^e et le IX^e siècle, les auteurs avancent l'idée d'une adaptation de l'un ou l'autre à un dispositif d'engrenage particulier.

Une meta en meulière de Val-de-Reuil présente par ailleurs un œil circulaire perforant qui, comme celui de toutes les meules recensées en France à cette époque, peut encore confirmer l'entraînement central de ces moulins en laissant traverser gros fer. Cette observation corrobore les sources écrites mentionnant des moulins hydrauliques et qui se multiplient à partir du VIII^e siècle⁸⁹⁷. Ce critère n'est toutefois pas déterminant puisque toutes les meules rotatives du nord de la Gaule et de Germanie sont équipées d'un œil perforant depuis l'époque gauloise. Par ailleurs, comme dans l'Antiquité, quelques rares meules de grand format ont été découvertes sur des sites de hauteur non irrigués en eau courante et pourraient avoir été entraînées musculairement⁸⁹⁸. Nous nous heurtons toutefois à un cruel manque de données pour appuyer cette proposition.

10.5.4 *Virage typologique et technique radical du moulin manuel*

10.5.4.1 Massivité : des meules cylindriques à cuvette aux meules « en galette »

La massivité des catillus manuels (rapport hauteur/diamètre) continue à chuter au haut Moyen Âge, atteignant un rapport statistique de 1/7 à 1/8 sur l'ensemble du corpus (rapport médian : 0,135), alors qu'il était de 1/5 toutes roches confondues à l'époque romaine et de 1/3 à la période gauloise (voir § 10.2.10.1 et 10.4.8.1). La plupart des lithocorpus alto-médiévaux montrent des rapports assez bien répartis autour du quotient médian global, mais les meules en roche volcanique se distinguent par un ratio particulièrement faible (de 0,05 à 0,189, rapport médian : 0,064 ; effectif : 8 - fig. 283)

Cet aplatissement des meules manuelles, constaté avec un ratio identique sur les meules de Loire-Atlantique⁸⁹⁹, doit être mis en relation avec une morphologie radicalement différente de celle des meules romaines. Cette nouvelle forme s'illustre notamment par une nette diminution de la hauteur du flanc et une face supérieure plane ou convexe parfois délimitée par un bourrelet péri-oculaire sur les meules en roche volcanique et en grès lochkovien.

895 BELMONT *et al.* 2016, p. 829

896 BELMONT *et al.* 2016, p. 833

897 CHAMPION 1996, p. 41

898 BELMONT *et al.* 2016, p. 829

899 NAULEAU 2012, p. 240

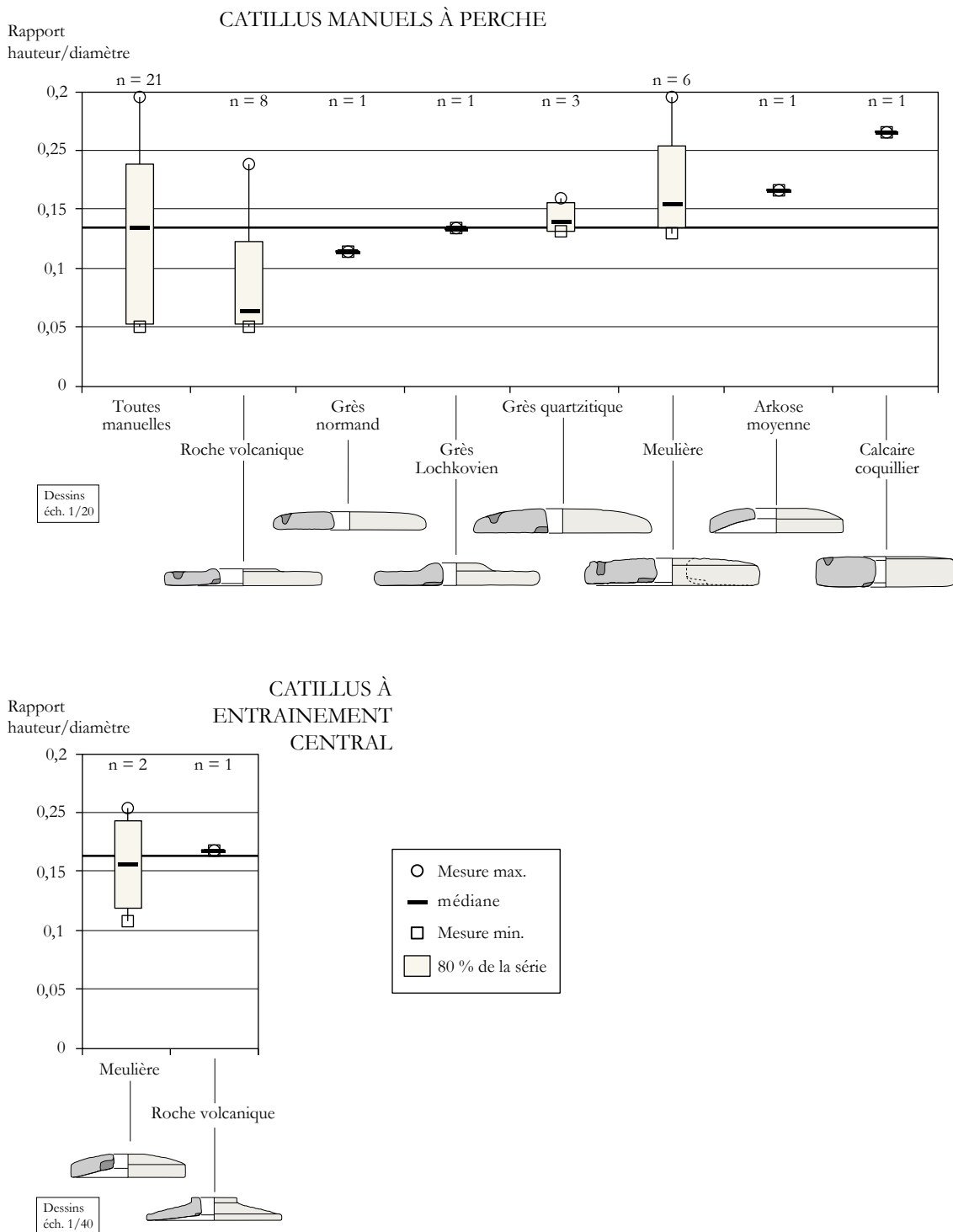
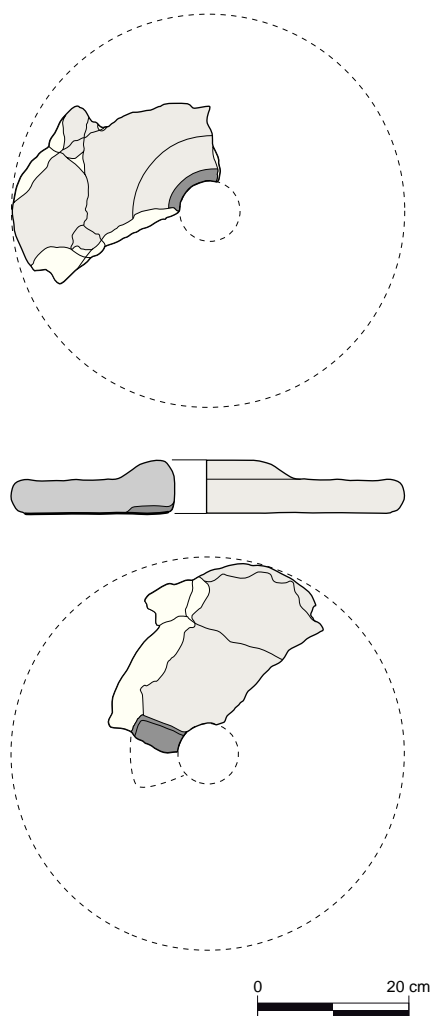


Figure 283 Répartition par quantiles du rapport hauteur/diamètre des catillus manuels et à entraînement central, classés par roche.

Ce profil qui paraît en rupture totale avec celui des catillus romains ne fait finalement que rejoindre celui des grandes meules à entraînement central qui lui varie peu entre l'Antiquité et le haut Moyen Âge. Les rares catillus « hydrauliques » alto-médiévaux connus montrent en effet une forme et une épaisseur comparables à celles des meules romaines pour un diamètre qui s'accroît, expliquant la diminution du rapport hauteur/diamètre entre les deux périodes (0,168 contre 0,205 toutes roches confondues). Leur face supérieure est convexe et leur flanc vertical. Le catillus n° 551 en roche volca-

Figure 284 *Catillus manuel mérovingien n° 404 en grès conglomératique du Lochkovien, Maastricht (Limbourg néerlandais). Dessin éch. 1/10.*



nique de Habay-la-Vieille (Prov. de Luxembourg - fig. 281) montre en outre, comme les meules manuelles provenant de l'Eifel, un flanc très peu épais et un bourrelet autour de l'œil. Les ébauches de meules observées autour du massif de Stavelot affichent la même forme, et leur proximité morphologique avec le catillus manuel mérovingien n° 404 de Maastricht (Limbourg néerlandais - fig. 284) confirme à la fois sa provenance est-ardennaise et l'assignation des ébauches de ce secteur au haut Moyen Âge.

D.P.S. Peacock mentionne la production de catillus à bourrelet péri-oculaire dans les carrières de Lodsworth (Sussex) dès le Bas-Empire⁹⁰⁰. La même forme est signalée en Israël aux V^e – VI^e siècles⁹⁰¹ et en Narbonnaise, les catillus prennent aussi un profil convexe au cours de l'Antiquité tardive pour adopter un bourrelet au VII^e siècle⁹⁰². Partout les catillus semblent donc perdre leur cuvette supérieure à la fin de l'Antiquité mais il est difficile à l'heure actuelle de percevoir plus précisément les modalités de la transition entre les formes romaines et alto-médiévales. L'explication la plus satisfaisante réside en l'élimination de matière pour réduire le poids des meules malgré l'accroissement du diamètre. En réduisant la hauteur du flanc du catillus, l'épais-

seur générale ne fait que rejoindre celle du centre de la meule et ne change en rien son potentiel d'usure. La cuvette destinée à diriger le grain vers l'intérieur disparaît, mais l'élargissement de l'œil des catillus évite les pertes de grain intempestives. Le diamètre médian des œils simplement circulaires (avec ou sans logement d'anille) croît en effet statistiquement de 4 cm à l'époque gauloise à 5 cm à l'époque romaine et 8 cm au haut Moyen Âge.

10.5.4.2 L'entraînement « à perche »

Le moulin manuel à perche émerge dans l'iconographie médiévale aux XIV^e et XV^e siècles en Pologne⁹⁰³, en Allemagne et en Angleterre⁹⁰⁴, et son utilisation est encore attestée en Europe centrale et orientale au début du XX^e siècle (fig. 180).

La cupule lustrée constatée sur les catillus manuels du haut Moyen Âge et caractéristique de ce type d'entraînement est observée pour la première fois sur un catillus mérovingien en meulière de Val-de-Reuil, daté du VII^e ou de la première moitié du VIII^e siècle⁹⁰⁵. Cet aménagement, associé à un logement d'anille inférieur semble se généraliser aux VIII^e et IX^e siècles, autant dans la vallée de la

900 PEACOCK 2013, p. 74

901 WILLIAMS-THORPE, THORPE 1993, p. 270

902 LONGEPierre 2013, p. 374

903 DEMBINSKA 1985, p. 115

904 COMET 1992, p. 405

905 Val-de-Reuil (Eure) « le Chemin aux Errants » (fouille Y.-M. Adrian) : meule n° 130

Seine (meules en meulière)⁹⁰⁶ que dans le Hainaut (grès quartzitique fin)⁹⁰⁷, en Flandre et aux Pays-Bas (roche volcanique de l'Eifel)⁹⁰⁸. Il est identifié sous la même forme dans l'estuaire de l'Escaut, notamment au sein du matériel de mouture de la forteresse franque de Domburg (Zélande)⁹⁰⁹. Dans les bouches du Rhin, il est attesté au cours de la deuxième période de l'*emporium* franc de Dorestad, dont l'activité principale est située entre le début et le troisième quart du VIII^e siècle et perdure jusqu'au milieu du IX^e siècle⁹¹⁰. Ces meules sont toujours présentes du VIII^e au X^e siècle dans différents *emporium* qui ont livré des indices de finition de meules à destination commerciale dans le bassin de la Mer du Nord⁹¹¹. On les retrouve encore au XII^e siècle à Houten aux Pays-Bas⁹¹² et au XIII^e siècle sur le site de Bierne dominant la côte flamande⁹¹³.

Un catillus en meulière pourrait se rapporter à ce type à Esclavolles-Lurey (Marne) dans un contexte du V^e siècle et constitue, outre les meules de type « Saint-Quentin » de Narbonnaise qui lui sont contemporaines, l'exemplaire le plus précoce qui témoignerait de l'usage du moulin à perche⁹¹⁴. Sa face supérieure convexe est entamée de deux perforations verticales diamétralement opposées, mais la description n'indique pas si leur paroi est lustrée.

Dans le Maine-et-Loire, deux catillus manuels à perforation verticale sont observés en contexte V^e – VI^e siècles en milieu rural (à Distré « les Murailles »)⁹¹⁵, mais rien n'indique non plus si ces logements recevaient l'extrémité d'une perche en rotation libre ou un manche fixe. Leur profil quadrangulaire tendrait à écarter la première idée, mais on peut imaginer une bague en fer introduite dans le trou et dans laquelle tournerait la perche. Toutefois, comme à l'époque romaine, ce dispositif n'atteste pas avec certitude l'existence du moulin à perche alors que les cupules lustrées des meules plus septentrionales l'autorisent. D'ailleurs J.-F. Nauleau n'identifie des meules à perche dans le Val de Loire qu'aux IX^e et X^e siècles, période à laquelle le système semble se généraliser dans le secteur. En somme, les premiers indices de l'existence du moulin à perche sont rares et dispersés en Gaule mais semblent tous surgir dès le V^e siècle. Une approche diffusionniste suggérerait encore une origine méridionale de la technologie et une progression en Gaule depuis le sud-est où le système est associé à une redynamisation de la mouture domestique en lien avec une recherche de rendements et d'une farine de qualité⁹¹⁶. Toutefois, les exemplaires pourvus d'un contexte archéologique sont trop peu nombreux et les meules encore trop sommairement étudiées dans le reste de l'Europe pour formuler de telles conclusions. Il serait aussi nécessaire de multiplier les observations de meules dans des contextes tardo-romains et mérovingiens pour compléter l'aperçu très partiel que nous avons de leur évolution typologique et technique au cours de cette période charnière. L'origine et les causes de cette rupture typologique radicale, bien qu'expliquées techniquement par l'adoption d'un nouveau système de moulin, demeurent encore obscures.

906 Val-de-Reuil (Eure) « Chemin aux Errants » (fouille Y.-M. Adrian) : meules n° 131 et 138 ; Rouen (Seine-Maritime) « station Foch 3 » (fouille M.-C. Lequoy) : meule n° 1784

907 Howardries (Hainaut) « le Planti » (prospections P. Soleil) : meule n° 219 ; Ruitz (Pas-de-Calais) « Z.I. les Champs vers Ruitz » (fouille S. Leroy) : meules n° 1594 et 1595

908 Bierne (Nord) « Fleur des Champs » (fouille J.-C. Routier) : meules n° 689, 690, 691 et 692 ; Steene (Nord) « rue du Château » (fouille G. Faupin) : meule n° 1172 ; Marcq-en-Calais (Pas-de-Calais) « la Turquerie » (fouille T. Moriceau) : meules n° 1551 et 1552. Dans le Drenthe au nord des Pays-Bas : HARSEMA 1979, p. 38-40.

909 UFKES 2011, p. 134-136

910 KARS 1980, p. 394

911 PARKHOUSE 1997, p. 99-103

912 Houten (Prov. d'Utrecht) « Hoogdijk terrein 89 » (fouille H.M. Van der Velde) : VAN DER VELDE 2001, p. 90, fig. 7.3.

913 Bierne (Nord) « Fleur des Champs » (fouille J.-C. Routier) : meule n° 706

914 MINVIELLE-LAROUSSE *et al.* 2017

915 NAULEAU 2012, tableau p. 237 et dessins p. 242.

916 LONGEPIERRE 2013, p. 376

11 LE TRAITEMENT DES SURFACES : ENTRE NÉCESSITÉ TECHNIQUE ET PRATIQUES TECHNO-CULTURELLES

Les surfaces telles qu'elles sont observées sur les produits finis, sur les sites de consommation, résultent d'une phase de finition et ne permettent que rarement d'appréhender d'autres étapes de la chaîne opératoire de la confection meulière. Celles-ci ne peuvent être perçues que par l'étude d'ébauches de meules enregistrées dans les carrières et les sites de façonnage. Or, ce travail n'a été réalisé ici que ponctuellement, notamment dans le secteur d'Hirson/Macquenoise, dans le but de localiser l'origine des meules découvertes sur les sites de consommation. La compréhension de la chaîne opératoire de la production des meules ne pourra passer que par l'étude approfondie voire la fouille de carrières, ce qui reste à faire dans le nord de la Gaule. Pour aborder ces problématiques, il nous faut renvoyer aux travaux allemands réalisés dans le massif de l'Eifel⁹¹⁷, à ceux de S. Longepierre dans le Languedoc⁹¹⁸, de V. Farget dans les Vosges⁹¹⁹, et de L. Jaccottey dans le massif de la Serre (Jura)⁹²⁰, dans le Morvan⁹²¹, et en Saône-et-Loire⁹²².

L'analyse proposée ici repose sur l'observation des produits finis et distingue les finitions apportées par les différents ateliers au moyen d'outils dont l'existence est attestée dans l'Antiquité⁹²³. Elles sont tantôt réalisées à la pointe (pic ou têtou en percussion lancée directe, broche en percussion indirecte) tantôt au taillant droit (marteau taillant en percussion directe ou ciseau en percussion indirecte). Pratiquées sur les faces non actives, ces finitions apportent la plupart du temps la touche de standardisation qui caractérise les meules rotatives à partir de La Tène finale. Elles gommant d'abord les marques de façonnage pour rendre le travail de mouture plus ergonomique, mais aussi pour masquer l'aspect brut de la roche et ainsi optimiser la perception qu'aura l'utilisateur du produit manufacturé qu'il achète. Pour certains lithocorpus, les surfaces visibles adoptent d'ailleurs de réels registres décoratifs qui définissent la marque de fabrique d'ateliers ou de districts meuliers. C'est le cas notamment des productions du Bellerberg (Mayen) dans l'Eifel qui sont « signées » de motifs récurrents.

De nature et de fonction totalement différentes, l'habillage des surfaces actives montre aussi des schémas variés résultant de pratiques différentes selon les régions et les époques, et trahit l'emploi de divers outils. Étant enserré entre les deux meules, ce traitement particulier n'a pas vocation à être vu. Pourtant, au contraire de celui de la face inférieure de la meta également invisible, celui-ci est pratiqué avec beaucoup plus de soin et est régulièrement entretenu au fur et à mesure de l'usure des meules. On peut donc lui attribuer une fonction utilitaire. D'abord pratiqué par simple piquage « à coups perdus » pour entretenir les propriétés abrasives de la roche, l'habillage se complexifie à La Tène finale jusqu'à dessiner de véritables canevas destinés à cisailer le grain à l'époque romaine. Ces procédés d'habillage et de rhabillage successifs interrogent des habitudes et des pratiques techniques aussi bien que culturelles qu'il s'agit de développer.

11.1 Les faces non actives : finition et décor

11.1.1 L'absence de finition et les finitions sommaires

La face inférieure de la meta n'est pas visible de l'opérateur. Elle assure d'abord la stabilité du mou-

917 MANGARTZ 1998 et 2008

918 LONGEPIERRE 2012 et 2013

919 FARGET, FRONTEAU 2011

920 JACCOTTEY 2008 ; JACCOTTEY, MILLEVILLE 2008

921 JACCOTTEY 2013 ; JACCOTTEY *et al.* 2014

922 JACCOTTEY *et al.* 2011d

923 JOCKEY 1998, p. 157

lin et son façonnage peut donc révéler le type de support employé. Une face inférieure convexe ou brute supposera son calage sur une natte dans un sol de terre battue alors qu'une surface plane ou concave pourra favoriser son installation sur un support, table ou cadre de bois. La posture de l'utilisateur du moulin en est modifiée passant d'une position assise à une station debout, les deux étant attestées en ethnographie⁹²⁴.

La face inférieure de certaines metas ne montre ainsi que peu ou pas de finitions. C'est le cas de la plupart des meules laténiennes en tuf calcaire de La Tène moyenne ou en grès quartzitique de La Tène finale et du haut Moyen Âge, dont la face non active est à peine dégrossie, montrant très peu d'investissement technique. Les parties corticales et enlèvements d'éclats de dégrossissage du bloc sont encore clairement visibles, et les arêtes en sont parfois adoucies par piquage épars (fig. 285). Le flanc de la meta et du catillus bénéficie souvent d'un adoucissement plus abouti mais les enlèvements sont encore parfois visibles (fig. 286).

Ce mode de finition sommaire est observé à la fin de l'Âge du Fer, mais également à l'époque mérovingienne au sein de certaines productions mineures. L'exemple des grès quartzitiques tertiaires de l'Artois/Hainaut est assez révélateur à ce sujet puisque les surfaces ne sont que sommairement régularisées à ces deux époques qui voient le développement de productions micro-régionales. Aux périodes romaine et carolingienne, les productions sont standardisées au sein de grands ateliers et les surfaces sont beaucoup plus soignées. Seules quelques metas gallo-romaines en Grès de Fosses-Belleu montrent encore des traces de détachement d'éclats sur la face inférieure, ce qui n'enlève rien à leur stabilité. Ces enlèvements sont en effet maîtrisés et permettent simplement de gagner du temps au façonnage.

11.1.2 *Le brochage fin*

Hormis sur la face inférieure des metas, la plupart des meules gauloises et gallo-romaines, tous modes d'entraînement confondus et taillées en grès et conglomérats, en calcaires et en roches cristallines montrent une finition rugueuse soignée pratiquée par brochage fin et serré (30 impacts au dm² - fig. 287)⁹²⁵. C'est aussi le cas des meules en roche volcanique de La Tène finale et de celles du Massif Central à l'époque romaine, alors que les meules antiques en roche volcanique de l'Eifel font l'objet d'un traitement tout à fait particulier qui sera abordé par la suite. L'observation est plus dif-

Figure 285 Moulin manuel gaulois en grès quartzitique fin de Carvin (Pas-de-Calais). Le flanc et la face inférieure de la meta sont façonnés par enlèvements d'éclats dont les arêtes sont adoucies par martelage.

924 ALONSO 2014b, p. 119-120

925 BESSAC 1986

Figure 286 Catillus alto-médiéval en grès quartzitique fin de Ruitz (Pas-de-Calais). La dalle de départ est naturellement mamelonnée et le flanc adouci par martelage.

ficile à mener sur les meules en meulière dont les surfaces sont très accidentées par l'omniprésence des éveillures (alvéoles de la roche).

Sur ces meules travaillées par brochage, les impacts d'outil prennent la forme de cupules circulaires infra-centimétriques peu profondes qui révèlent l'utilisation d'une pointe ou broche en percussion lancée indirecte verticale provoquée par une massette ou un maillet⁹²⁶. L'expérimentation menée sur le Grès de Fosses-Belleu pour la reconstitution d'un moulin rotatif manuel a montré que le marteau têté pouvait intervenir pour la finition en percussion directe pour former ces petites cupules très régulières⁹²⁷. Souvent, l'ensemble de la surface en est couvert, faisant disparaître totalement l'aspect brut de la roche.

Lorsqu'elle est régularisée, la face inférieure des metas montre souvent un brochage plus grossier et épars, révélant ici encore un investissement technique assez mineur pour une face qui n'est pas destinée à être vue de l'utilisateur.

Le brochage s'affine en revanche à l'approche des aménagements en creux, œil et trou d'emmanchement, qui font l'objet d'un soin particulier (fig. 288). Ceux-ci doivent en effet être ajustés avec précision pour éviter les défauts de rotation du moulin. D'autre part, ces perforations constituent des points de fragilité majeurs pour les blocs de pierre et doivent être abordés avec précaution. Signalons à ce sujet que la technique proposée par C. Green⁹²⁸ pour le perçage des meules en poudingue par la rotation d'un vilebrequin est totalement théorique et ne résiste pas à l'observation des cupules de percussion lancée dans l'œil et le trou d'emmanchement des meules.

11.1.3 Le brochage grossier éclaté

Si le brochage fin est pratiqué sur la plupart des meules pour leur finition, la série de meules de grand format en arkose grossière ardennaise fait l'objet d'un traitement beaucoup plus fruste et proprement utilitaire. La face supérieure des catillus, après avoir été délinéée au marteau taillant (percussion lancée directe) ou au ciseau (percussion lancée indirecte), est grossièrement régularisée à gros coups de broche obliques punctiformes. Les cupules qui en résultent

Figure 287 Catillus de grand format en Grès de Macquenoise de Famars (Nord). Le flanc est régularisé par brochage fin serré. Photo éch. 1/2.

Figure 288 Meta en Grès de Fosses-Belleu de Tillé (Oise). La face inférieure (moitié supérieure du cliché) est régularisée par brochage grossier éclaté et l'œil creusé par brochage fin serré.

926 Un moulin manuel expérimental fabriqué à partir du banc de calcaire coquillier des meulières de Châbles (Fribourg, Suisse) a été extrait au pic sous forme de cylindre puis façonné à la broche et au ciseau : ANDERSON *et al.* 2003, p. 47

927 LEPAREUX-COUTURIER *et al.* dans GROUPE MEULE, rapport de PCR 2013, p. 514

928 GREEN 2011, p. 128 et 129, fig. 8.

Figure 289 Face inférieure de la meta en arkose grossière de Nivelles (Brabant Wallon) "la Tournette", travaillée par brochage grossier rayonnant.

prennent une forme de goutte large d'1 cm et longue de plusieurs centimètres (1 à 5 cm). Celles-ci rayonnent en plusieurs secteurs de dimensions aléatoires du flanc vers la périphérie (fig. 290A). La face inférieure des metas est travaillée de la même façon (fig. 289 et 290B).

L'aspect de ces meules est donc très fruste, fortement accidenté et rugueux, mais ce mode de traitement présente l'intérêt de réduire le temps de régularisation des surfaces. Citons F. Renucci, tailleur de pierre, communiquant son expérience sur le chantier expérimental de Guédelon (Yonne) :

« À Guédelon, les tailleurs de pierre ont constaté qu'en adoptant un aspect éclaté à la broche [au lieu d'un aspect broché fin], le temps de travail par pierre a pu être divisé par 3 en se contentant de retirer grossièrement les bosses. Une taille punctiforme couvrante est un luxe, à ne pas utiliser partout ! »⁹²⁹

Les grandes meules en arkose grossière, présentes sur tous les sites ruraux de la petite ferme à la grande villa, représentent donc vraisemblablement des outils au coût mesuré à la production et à l'acquisition en comparaison des meules de grand format de type « hydraulique » présentes dans les villes et les villas et qui montrent toujours une finition fine très aboutie. Elles donnent la possibilité aux petits établissements ruraux de s'insérer dans un système économique agro-pastoral régional pour dépasser le cadre de production vivrier (voir § 14.4.3).

929 Séminaire du vendredi 14 novembre 2014 à la Maison de l'Orient et de la Méditerranée Jean Pouilloux (Université Lumière Lyon 2 – CNRS). Communication de Florian Renucci accessible en ligne : <http://chantiers.hypotheses.org/739> [page consultée le 22/02/2018].

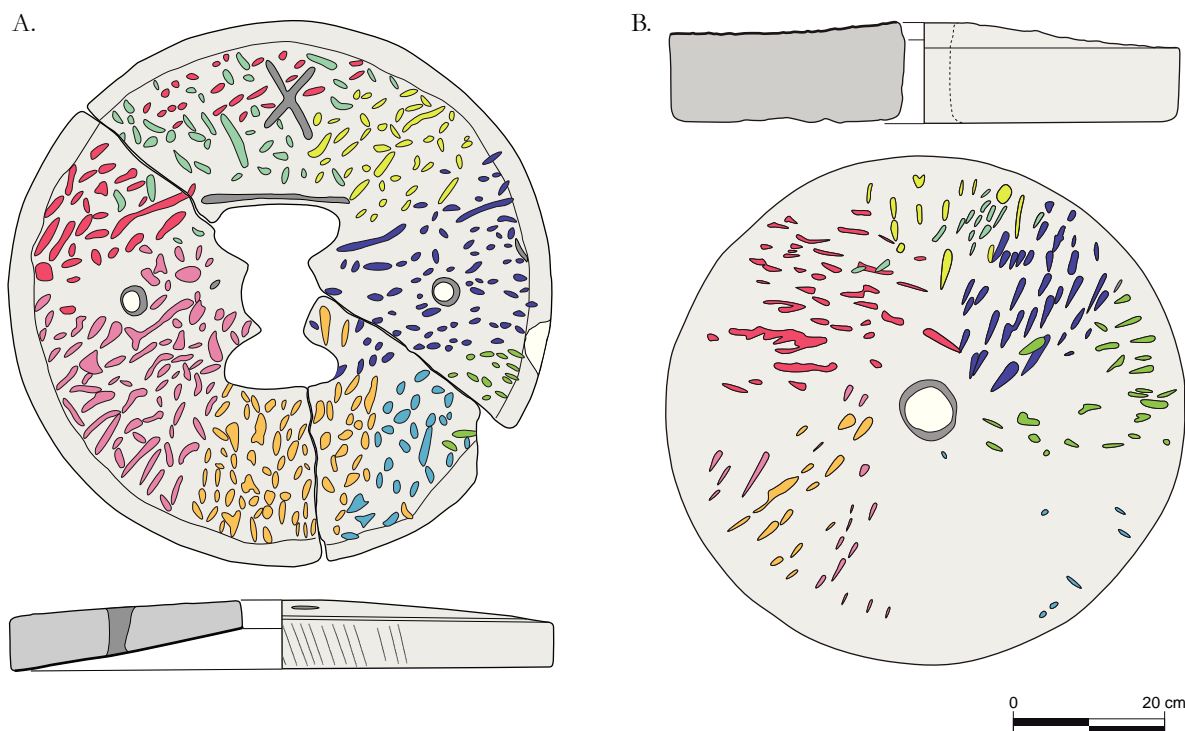


Figure 290 Meules en arkose grossière. A. Catillus de Monchy-le-Preux (Pas-de-Calais) « Artoipôle », face supérieure régularisée par brochage grossier éclaté. B. Meta d'Allaines (Somme) « les Quatre Journaux », face inférieure régularisée par brochage grossier éclaté. Dans les deux cas, le geste est pratiqué en percussion lancée oblique, tantôt du centre vers la périphérie, tantôt en sens inverse.

11.1.4 Les finitions au taillant droit et au ciseau

Cette pratique imprimant des stigmates linéaires est limitée aux seules meules romaines produites dans les ateliers de l'Eifel oriental autour du *Bellerberg* (Mayen, Ettringen et Kottenheim - fig. 291 et 292)⁹³⁰. Elle a été analysée par F. Dopéré sur le mobilier archéologique conservé au *Gallo-Roman Museum* de Tongres (Limbourg belge)⁹³¹.

Le degré de finition est important puisqu'aucune surface brute n'est conservée, hormis sur la face inférieure des metas dont les négatifs d'enlèvements sont parfois simplement adoucis au ciseau (impacts linéaires fins de plusieurs centimètres de long - fig. 293) ou à la broche (impacts plus larges). Les catillus manuels, ainsi que le flanc des metas, sont entièrement traités au ciseau. Leur flanc vertical est affecté d'une succession de rainures verticales parallèles qui en couvrent la hauteur sur tout le pourtour (fig. 292). Ces rainures sont prolongées de la même manière sur le bandeau plat du catillus, délimitant sa face supérieure, puis sur la surface de la cuvette. Sur cette face, les rainures sont disposées en quatre secteurs perpendiculaires qui dressent un schéma récurrent caractéristiques des productions de l'Eifel oriental (fig. 291). Ces rainures servant à régulariser les surfaces au même titre que les traitements précédents sont souvent confondues avec le rayonnage de la face active. Elles n'ont pourtant aucune utilité fonctionnelle et peuvent être assimilées à un décor. L'archéologue F. Mangartz décrit ce schéma standardisé au sujet des meules et des ébauches de meules retrouvées dans le vicus de Mayen (Rhénanie-Palatinat), dont le rôle dans la finition et l'expédition des productions du Bellerberg est reconnu⁹³². Ce schéma, transmis du début à la fin de l'époque romaine, constitue ainsi la marque de fabrique de ces ateliers dont les productions peuvent être identifiées à des cen-

930 MANGARTZ 2007, p. 252

931 HARTOCH *et al.* 2015, p. 99-103

932 MANGARTZ 2012, p. 11

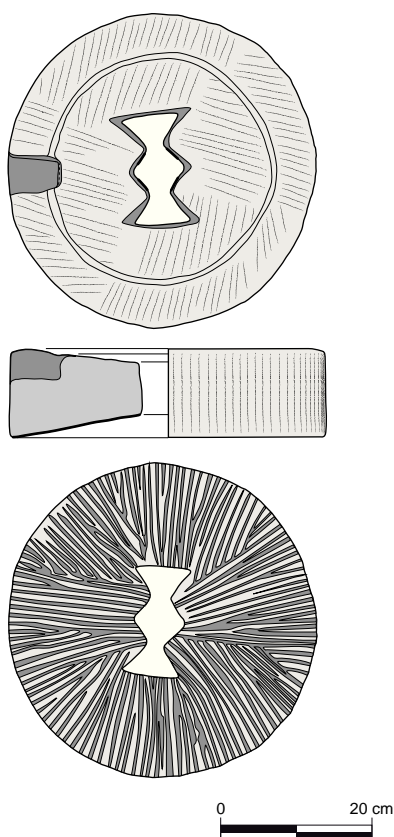


Figure 291 Catillus en roche volcanique d'Arlon (Prov. de Luxembourg) « rue de la Semois ». Flanc et face supérieure décorés de rainures parallèles réalisées au taillant droit. Face active habillée d'un rayonnage composé droit.

taines de kilomètres des carrières. Les catillus de grand format en roche volcanique de l'Eifel montrent également des surfaces soignées avec des entailles résultant d'un travail au ciseau ou au taillant droit. Leur face supérieure

plane présente un décor incisé inscrivant un cercle à une dizaine de centimètres du flanc. Ce cercle est souvent brisé pour éviter des logements d'anneaux diamétralement opposés et décrit alors une pelte (fig. 294). À l'intérieur de la pelte, les traces de régularisation sont parallèles et disposées en secteurs perpendiculaires ; à l'extérieur elles sont concentriques.

11.1.5 Le traitement des meules romaines en roche volcanique et la signature des ateliers du Bellerberg

Les meules romaines en roche volcanique constituent un corpus très particulier puisque certaines séries présentent des traces linéaires spécifiques assimilées à un véritable décor alors que d'autres conservent une finition punctiforme simple telle qu'observée à La Tène finale. Ces pratiques montrent une répartition qui révèle les grands traits d'une « signature » d'atelier qui pourra être confirmée par la géochimie. Ainsi, parmi les 172 catillus manuels romains en roche volcanique, 104

Figure 292 Fragment d'ébauche de catillus en roche volcanique découvert à Maastricht (Limbourg néerlandais) « Stokstraat n° 28 ». Le flanc est décoré de rainures verticales réalisées de manière très régulière au taillant droit. Photo éch. 1/2.

Figure 293 Face inférieure d'une meta en roche volcanique de Théroutanne (Pas-de-Calais). Surface à peine régularisée au taillant droit.

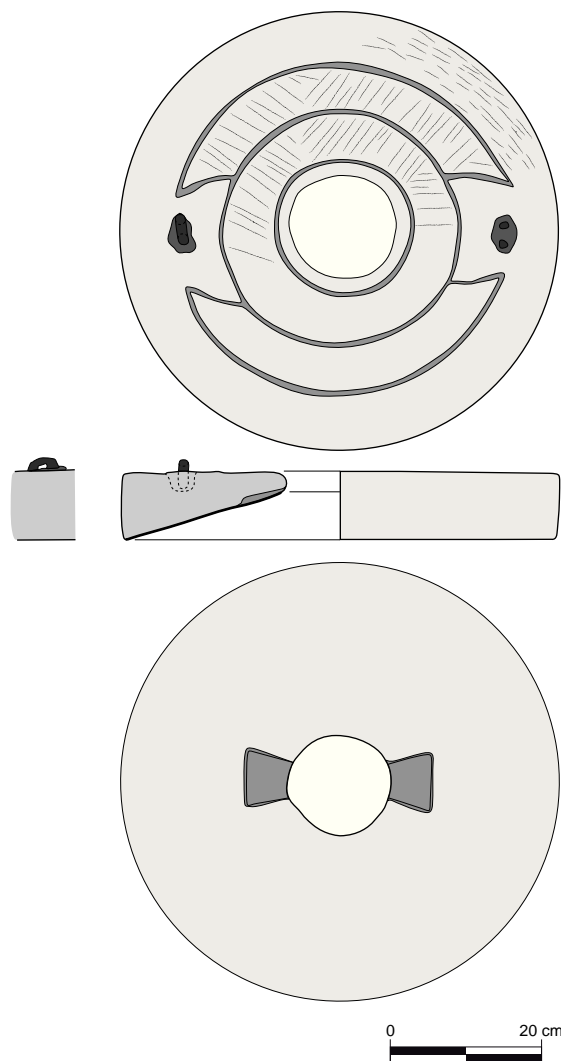
Figure 294 *Catillus à entraînement central en roche volcanique issu du secteur des thermes du vicus d'Heerlen (Limbourg néerlandais). La face supérieure montre un décor récurrent, plus ou moins complexe (pelte avec ou sans cercle inscrit). (Pièce dépourvue de provenance précise)*

exposent des rainures parallèles sur la face supérieure (taillant droit), 19 des cupules circulaires ou ovales (pointe), et 49 ont des surfaces trop altérées pour livrer ces informations. Parmi ces individus, ceux dont la face supérieure est travaillée à la pointe montrent les mêmes stigmates sur le flanc et sont principalement observés au Luxembourg et en Seine-Maritime, et en très faible quantité à Grez-Doiceau (Brabant wallon) et à Heerlen (Limbourg néerlandais) (fig. 295). Ceux dont la face supérieure est décorée de rainures parallèles connaissent également un traitement identique sur le flanc, hormis dans 9 cas où celui-ci est altéré ; on les retrouve dans toute l'aire de répartition des meules de l'Eifel, de l'estuaire de la Somme jusqu'au Rhin, et ils constituent la « meule du légionnaire » recensée de l'Alsace⁹³³ à la Grande-Bretagne⁹³⁴, autant en contexte militaire que civil. Le traitement du flanc est donc lié à celui de la face supérieure et correspond aux traditions de façonnage d'un atelier ou d'un district meulier.

D'après les analyses géochimiques menées sur les meules du Luxembourg où les deux types de finition coexistent, tous deux correspondent aux productions de l'Eifel oriental et particulièrement des ateliers du *Bellerberg* (voir rapport d'analyse de T. Gluhak, en annexe). Il faut y supposer l'activité d'un atelier fournissant essentiellement la cité des Trévires, bien que nous ne percevions qu'une petite partie de leur territoire, et d'autres dispersant beaucoup plus largement leurs productions.

À une autre échelle, les catillus à entraînement central d'époque romaine montrent un traitement différent dans le bassin ardenno-flamand et dans le Bassin parisien (fig. 296). À l'est, les catillus ont une face supérieure plane ou presque, travaillée au taillant droit et décorée d'une pelte ; à l'ouest celle-ci est convexe et simplement régularisée à la pointe sans décor. Les premières correspondent au type « Zugmantel » à logement d'anille infère (5 cas) produites dans le massif de l'Eifel⁹³⁵. Les secondes au type « Avenches » à logement d'anille-crampon (2 cas) ou infère (2 cas), produites dans le Massif Central. Trois fragments d'un catillus d'Heerlen montrent en outre une finition à la broche, mais la partie qui devrait recevoir le décor n'est pas conservée.

Les productions de l'Eifel et du Massif Central se distinguent donc nettement, à la fois par la typologie, le traitement des surfaces et par la géochimie.



933 JODRY 2010 ; JODRY 2011b et c

934 GREEN 2016b, p. 170-173

935 La provenance du catillus n° 599 de Namur est confirmée par analyse géochimique. Elle doit être localisée dans les carrières du *Bellerberg* (Eifel oriental).

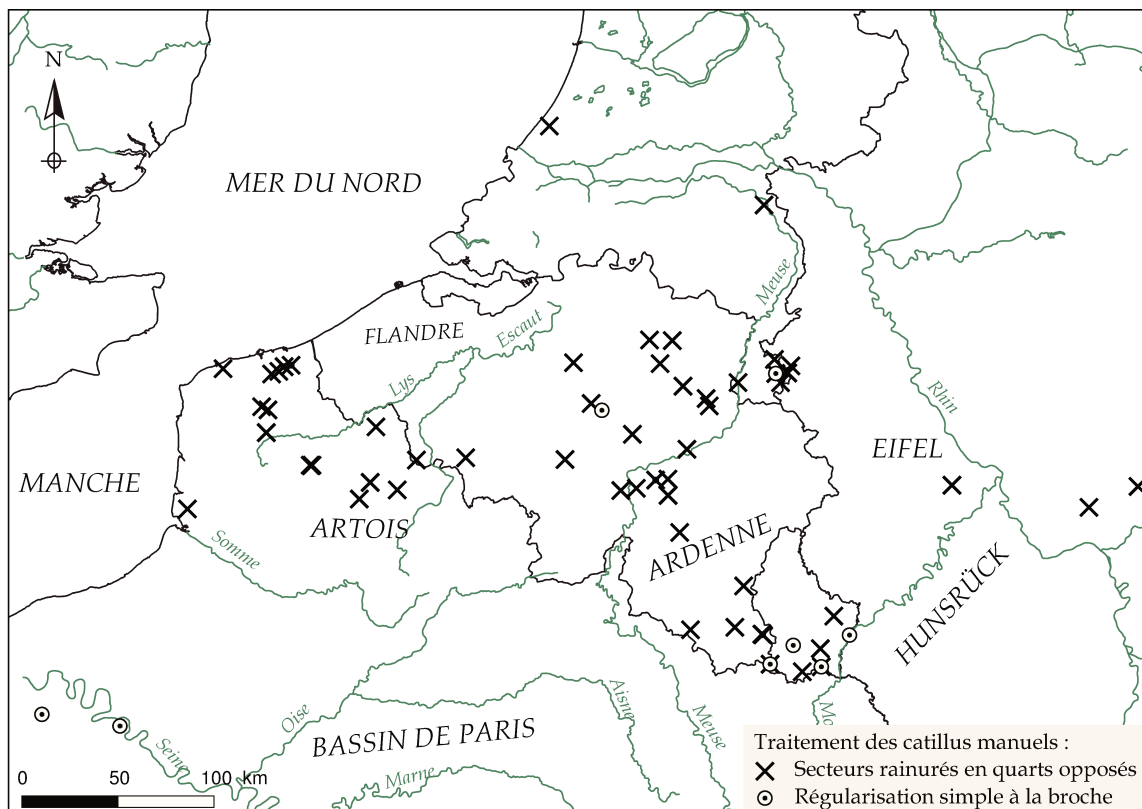


Figure 295 Carte de répartition des catillus manuels en roche volcanique selon le mode de traitement de leur face supérieure (au taillant droit ou à la broche).

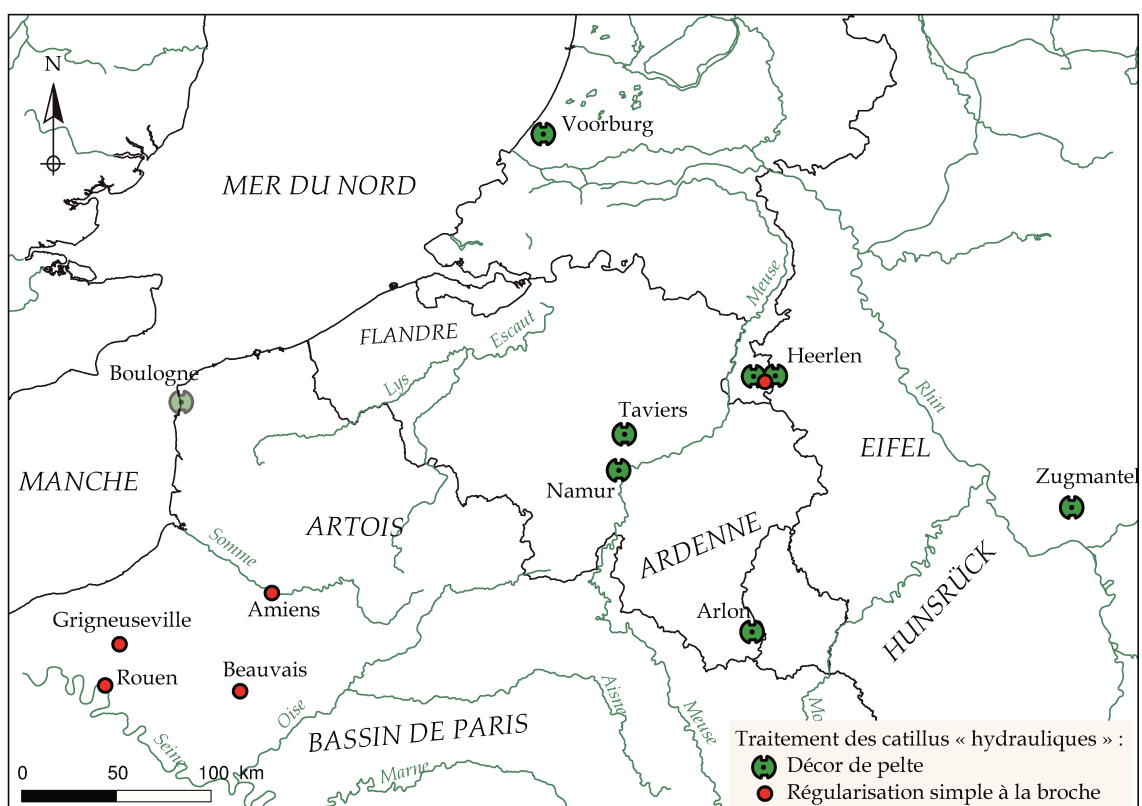


Figure 296 Carte de répartition des catillus à entraînement central en roche volcanique selon le mode de traitement de leur face supérieure (décor au taillant ou régularisation à la broche).

11.2 Habillage des faces actives

11.2.1 Du piquage à coups perdus à l'habillage raisonné

11.2.1.1 Premiers perfectionnements de l'habillage à la fin de l'Âge du Fer

L'habillage systématique des surfaces actives, observé dès le Néolithique ancien, est indispensable aux activités de mouture et c'est ce qui distingue une meule va-et-vient d'une simple table de broyage⁹³⁶. Il consiste alors en un piquage à coups perdus, parfois appelé « bouchardage »⁹³⁷, pratiqué en percussion lancée directe au percuteur dur et destiné à éclater la pellicule lustrée qui se forme à l'usage sur la surface active pour en accroître le mordant.

Dans le nord de la Gaule les premiers habillages organisés dits « raisonnés » apparaissent au cours de La Tène finale avec le creusement de grosses cupules centimétriques sur la face active des meules. Cet habillage « en nid d'abeille » est d'abord identifié sur des fragments de meules va-et-vient datés de La Tène finale sur la plaine dunkerquoise. Dans la grande nécropole laténo-romaine de Bierne (Nord), l'enclos funéraires 1798 attribué à La Tène finale (phase Ib) livre à la fois un fragment de meule va-et-vient dont la face active est habillée « en nid d'abeille », et un fragment de meule rotative dont la face active est aménagée de larges rayons joignant l'œil à la périphérie ; les deux sont faits du même grès quartzitique fin à glauconie et sont probablement peu éloignés chronologiquement⁹³⁸. Cet exemple témoigne d'abord de la perdurance de l'usage des meules va-et-vient sur la frange littorale ménapienne dans les phases tardives de La Tène finale. Il montre aussi une différence de traitement entre ces dernières, habillées « en nid d'abeille », et les meules rotatives rayonnées.

Un autre exemple laténien d'habillage « en nid d'abeille » est identifié sur les meules rotatives en grès quartzitique de Carvin (Pas-de-Calais) qui montrent des cupules creusées de manière rayonnante en plusieurs secteurs successifs partant de l'œil vers la périphérie (fig. 297). Par la suite et jusqu'au milieu du I^{er} siècle de notre ère, plusieurs meules qui conservent un type gaulois (chez les Morins et les Ménapiens notamment) présentent un rayonnage au même titre que les meules de type gallo-romain qui se développent depuis le début du I^{er} siècle.

Ainsi, si les grosses cupules « en nid d'abeille » sont observées ponctuellement dès La Tène finale, le rayonnage semble être pratiqué dès les premiers temps de la présence romaine sur des meules de tous types et quelle que soit la roche employée.

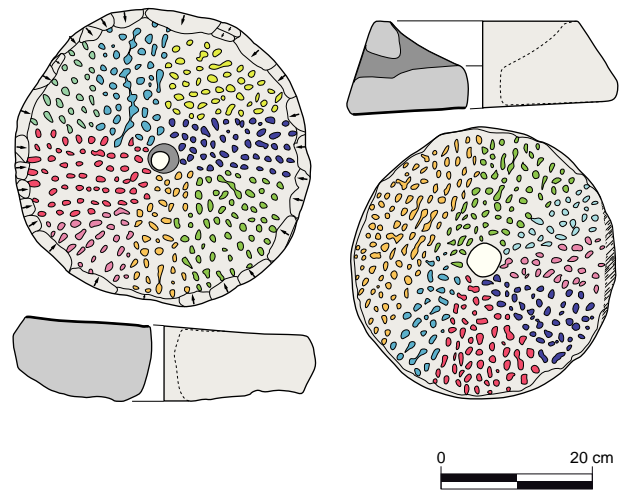


Figure 297 Surface active habillée « en nid d'abeille » d'un catillus et d'une meta (couple) découverts à Carvin (Pas-de-Calais) « ZI du Château ». Les cupules sont organisées par secteurs parfois rayonnants.

936 HAMON, MILLEVILLE 2006, p. 177

937 Le terme bouchardage doit être employé avec précaution puisqu'il désigne un geste bien précis en taille de pierre moderne, pratiqué avec une boucharde (« marteau de tailleur de pierre, à deux têtes carrées émoussées et découpées en pointe de diamant » : HAMON 2006, p. 29. Il est toutefois accepté pour l'outillage protohistorique en raison de la similarité des stigmates qu'il procure aux surfaces : DONNART 2015, p. 194-205.

938 Etude P. Picavet dans DUVIVIER *et al.* 2014

11.2.1.2 Des origines du rayonnage

À l'observation des meules de Saalburg (Hesse), L.A. Moritz présentait déjà les enjeux d'un travail sur la pratique du rayonnage⁹³⁹. Cette pratique particulière d'habillage apparaît soudainement et se généralise très rapidement dans le nord de la Gaule et en Germanie dès l'installation des troupes romaines. Pourtant le moulin rotatif est loin d'être nouveau à cette époque et il n'est pas possible d'associer le développement des deux innovations.

Le bilan documentaire réalisé par le *Groupe Meule* en 2008-2009⁹⁴⁰ montre que les premiers habillages organisés apparaissent en Grèce sur les meules rectangulaires dites « à trémie » ou de type « Olynthe » dès le V^e siècle av. J.-C. Réalisés sous forme de rayonnage, ils sont même perçus comme une spécificité de ces meules⁹⁴¹. Dans le sud de la Gaule on découvre ponctuellement et surtout dans l'aire d'influence grecque (à Lattes notamment) la pratique du rayonnage sur des meules rotatives à partir du IV^e siècle av. J.-C.⁹⁴². Celle-ci est encore attestée à l'époque romaine à Aix-en-Provence, mais l'inventaire reste à faire pour cette partie de la Gaule⁹⁴³.

Par ailleurs, les meules biconiques de type « Pompéi » et « Morgantina » ne montrent que rarement des traces d'habillage raisonné, et quand c'est le cas comme à Volubilis, une fonction particulière est supposée (broyage des olives)⁹⁴⁴. D'autres cas dispersés existent, ainsi que des représentations figurées, mais il est difficile d'établir l'origine, et surtout les raisons du développement de cette pratique. L'intérêt pour ce phénomène se concrétise depuis les années 2000 avec les travaux du *Groupe Meule* auxquels nous renvoyons et qui révèlent toute son ampleur et sa systématisation dans les corpus du quart nord-est de la Gaule, tous matériaux confondus⁹⁴⁵. Sous l'impulsion de S. Lepareux-Couturier sont alors posées les bases de l'analyse du rayonnage, avec l'appui des manuels de meunerie d'époques moderne et contemporaine qui fournissent un vocabulaire descriptif précis⁹⁴⁶. Ceux-ci traitent en effet depuis le XVIII^e siècle de l'aménagement des surfaces actives destiné à optimiser les procédés de mouture et leurs rendements. Le nombre, la largeur et la section des sillons et des portants résultant sont théorisés, comme l'angle des secteurs et leur organisation. Cependant, les études sur la meunerie médiévale étant très indigentes, il est difficile de percevoir les modalités d'habillage des meules pendant cette période et les raisons de la réappropriation massive du rayonnage à l'époque moderne. À l'observation du matériel de mouture gallo-romain puis alto-médiéval, constat est fait d'une disparition de l'habillage « composé » à la fin de l'Antiquité, au moins dans le nord-est de la Gaule et en Germanie. Les meules du haut Moyen Âge sont souvent habillées par rainurage simple droit, mais celui-ci est réalisé très finement et rayonne véritablement depuis le centre de la meule. Il s'assimile plus à un léger piquage linéaire peu profond qu'à un véritable creusement de sillons comme on l'observe antérieurement. Pourtant, de rares documents iconographiques médiévaux montrent des meules rayonnées qui semblent donc, dans les esprits, encore (ou de nouveau) symboliser la meule de moulin au bas Moyen Âge⁹⁴⁷. Quelques cas archéologiques médiévaux existent aussi, mais sont catonnés à des contextes liés au broyage des minerais⁹⁴⁸. La transmission d'une pratique liée à l'amélioration des qualités abrasives de la roche semble donc réelle mais difficile à appréhender dans l'état actuel de la recherche. De la meunerie, le rayonnage serait passé au

939 MORITZ 1958, p. 124

940 LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2011, p. 368-369

941 FRANKEL 2003, p. 6, 13-17

942 RAUX 1999, p. 471

943 AMOURIC 1997, p. 42

944 AKERRAZ, LENOIR 2002, p. 203

945 LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2011 et 2017 ; LEPAREUX-COUTURIER 2014

946 LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2011, p. 370-372 ; LEPAREUX-COUTURIER 2014, p. 228-230

947 Manuscrit néerlandais du XIV^e-XV^e siècle conservé à la BNF : LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2011, p. 370, fig. 4

948 MINVIELLE-LAROUSSE, BAILLY-MAITRE 2011

broyage de produits spécifiques pour revenir à la meunerie lorsque les ingénieurs des Lumières se sont interrogés sur les façons d'optimiser la mouture pour nourrir une population croissante dans un contexte de révolution industrielle.

11.2.2 Types et répartition des habillages

11.2.2.1 Nomenclature et types

Les bases du vocabulaire relatif à l'habillage ont été posées en 2009 lors du premier colloque du *Groupe Meule* à partir des schémas décrits dans les traités de meunerie modernes et contemporains (fig. 298)⁹⁴⁹. Parmi les nombreux termes recensés dans ces manuels, sont conservés ceux qui présentent le moins d'ambiguïté et permettent une approche descriptive dénuée d'interprétation préalable⁹⁵⁰. On parlera alors d'habillage de manière neutre, et de rhabillage lorsque peut être introduite la notion d'entretien des surfaces. Les parties creuses se présentent sous forme de cupules circulaires ou ovales et sous forme de sillons. Les reliefs ou portants qui résultent de ces creusements sont taillés de telle manière que le grain est cisailé lors de son passage entre les meules.

Pour s'adapter aux pratiques antiques, sont exposées des déclinaisons des trois modèles modernes : le piquage « à coups perdus », le rayonnage simple et le rayonnage composé. Le premier est observé à toutes les époques et pratiqué au percuteur dur en percussion lancée diffuse ou punctiforme (fig. 299)⁹⁵¹. Avec la banalisation de l'usage des outils en fer à La Tène finale, les cupules deviennent clairement punctiformes. Lorsqu'elles sont réparties régulièrement sur la surface active, on parle d'habillage « en nid d'abeille » (fig. 300). Le rayonnage, lui n'est pratiqué qu'à partir de l'époque augustéenne et consiste en un creusement de sillons à profil en U ou en V adouci joignant l'œil de la meule à sa périphérie. L'action est réalisée à la broche en percussion lancée indirecte ou au « marteau de rhabillage » en percussion lancée directe. L'existence de tels marteaux est attestée dans la boîte à outils du meunier moderne mais est incertaine pour l'Antiquité car liée à l'interprétation d'outils dont la forme approche celle des marteaux modernes⁹⁵². Ces objets antiques sont d'ailleurs parfois interprétés comme des anilles, ce qui accroît cette incertitude⁹⁵³. Certains rayonnages antiques semblent toutefois témoigner d'un usage de la broche puisque des cupules oblongues sont parfois perceptibles au fond des rayons, voire subsistent seules quand les portants des rayons sont usés. Les meules en roche volcanique seraient plutôt habillées au taillant droit ou au ciseau puisque leurs rayons adoptent un profil en V à pointe accusée⁹⁵⁴. Ces profils diffèrent de ceux théorisés à l'époque moderne qui doivent présenter un profil dissymétrique pour cisailier le grain de la meilleure façon possible. Cela implique aussi un sens de rotation bien défini pour les meules de moulins.

Figure 298 Typologie des habillages mise au point par le Groupe Meule suite à l'étude de meules antiques en contexte et à l'examen des traités de meunerie modernes et contemporains. D'après LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2011, fig. 13.

949 LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2011 d'après CHRISTIAN 1825, p. 154

950 LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2011, p. 373

951 HAMON 2006, p. 29

952 BUCQUET 1790, p. 68

953 FORT, TISSERAND 2016, p.784, fig. 5, p. 785

954 Observation réalisée par F. Dopéré dans HARTOCH *et al.* 2015, p. 101

Figure 299 Habillage à coups perdus de la surface active. **Figure 300** Habillage « en nid d'abeille » de la face active du catillus augustéen de Ittre (Brabant Wallon) « Mont à Henry ». Photo éch. 1/2.

Figure 301 Habillage mixte de la face active d'une meta gallo-romaine en Grès de Macquenoise du vicus de Liberchies (Hainaut). Photo éch. 1/3.

Le rayonnage dit « simple » prend la forme de réels rayons droits ou courbes joignant l'œil à la feuillure (partie distale de la face active – fig. 302). Très machinalement, ce dispositif découpe le grain pendant la rotation à la manière d'une paire de ciseau. Associé à des cupules, il forme un habillage mixte (fig. 301).

Le rayonnage « composé » montre une succession de secteurs rassemblant une série de rayons parallèles entre eux (fig. 303). Ces secteurs partent d'un rayon directeur tangent à l'œil et rejoignant la feuillure suivant un angle aigu. Les rayons de chaque secteur sont parallèles au rayon directeur et décroissent en s'en éloignant vers la périphérie. Ce schéma est le modèle type du rayonnage « composé droit » décrit par les ingénieurs modernes et contemporains, mais

des variantes apparaissent dans les corpus antiques. Ces variantes sont représentatives de certaines régions, ou plutôt de terroirs si l'on considère la cohérence géographique de leur répartition et les caractéristiques du milieu. Elles témoignent d'une part de la réalisation du rayonnage sur les sites de consommation, d'autre part de l'existence de bassins techno-culturels perpétuant un même schéma régionalement.

11.2.2.2 Constitution du corpus

À l'époque gauloise, 129 meules sur 163 (25 individus de catégorie indéterminée sont écartés) présentent des traces d'habillage de la face active (fig. 305B). Les autres ont un état d'usure trop avancé pour faire cette observation et n'ont pas été rhabillées avant rupture. Dans 121 cas cet habillage est simplement pratiqué par piquage « à coups perdus », mais 4 meules en grès quartzitique fin montrent déjà de grosses cupules « en nid d'abeille » (fig. 297). À la fin de la période, 4 autres meules présentent des traces de rayonnage : les meules de Steene et de Bierne (Nord), sur la plaine ménapienne, montrent de vrais rayons creusés du centre vers la feuillure (fig. 304), alors que les sil-

lons visibles sur celles du Titelberg s'apparentent plus à un piquage linéaire qu'à un vrai rayonnage organisé.

À l'époque romaine, sur 1513 meules recensées entre l'époque augusto-claudienne et le début du V^e siècle (les 238 fragments de catégorie indéterminée sont écartés), 1193 montrent des traces d'habillage. Parmi cet ensemble, 526 montrent un habillage simple pratiqué par piquage à coups perdus et 667 un habillage raisonné.

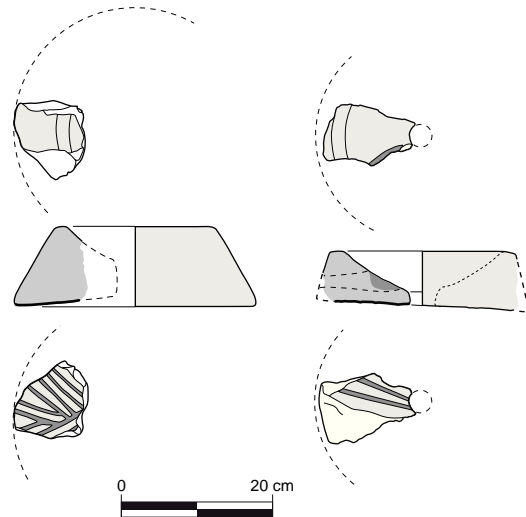
Cette dernière série comprend 90 meules habillées d'un rayonnage simple droit, 15 d'un rayonnage simple courbe, 323 d'un rayonnage composé droit, et 2 d'un rayonnage composé courbe. 38 présentent un habillage « en nid d'abeille », et 30 disposent d'un habillage mixte associant cupules et rayons distaux. Enfin, 169 montrent des traces de rayonnage dont l'usure interdit de déterminer le type.

Ce décompte nous amène à un total de 599 meules rayonnées pour 30 à habillage mixte et 38 à habillage « en nid d'abeille ». Les données relatives à l'ha-

Figure 302 Habillage par rayonnage simple courbe de la face active d'un catillus gallo-romain en Grès de Macquenoise de Vervins (Aisne) « la Planchette ». Photo éch. 1/5.

Figure 303 Habillage par rayonnage composé droit de la face active d'un catillus à entraînement central du vicus de Famars (Nord). Photo éch. 1/5.

Figure 304 *Catillus en grès quartzitique fin l'atelier de saunier de Steene et de la nécropole de Bierne (Nord). Leur assignation à La Tène finale est probablement à resserrer vers l'extrême fin de la période puisqu'aucun autre rayonnage n'est connu dans la région avant l'époque romaine. Dessins éch. 1/10.*



billage enregistrées de manière fiable par le *Groupe Meule* et publiées à la suite du colloque de Reims complètent la cartographie et confortent les statistiques⁹⁵⁵.

11.2.2.3 Habillage par type de meule

Rapportés au mode d'entraînement des moulins, ces chiffres sont assez éloquents et expriment une variété des types d'habillage pour les meules manuelles alors que les meules de grand format montrent des habillages très récurrents (fig. 305C). Si de grosses cupules « en nid d'abeille » suivant parfois un schéma vaguement linéaire existent dès La Tène finale (2 meules en roche volcanique du Titelberg, 3 meules en grès quartzitique de Carvin et Quevaucamps), les premiers rayonnages apparaissent à l'extrême fin de la période et à l'époque augusto-claudienne sur des meules en Grès de Macquenoise (6 cas), en grès quartzitique fin (2 cas) et en roche volcanique (1 cas). Ainsi, sur les 40 meules gallo-romaines les plus précoces (3 individus de catégorie indéterminée sont écartés), 37 présentent des traces d'habillage, parmi lesquelles 10 montrent un habillage raisonné. Pratiqué « en nid d'abeille » dans 3 cas, il prend un schéma de rayonnage simple droit dans 2 cas et de rayonnage composé droit dans 4 cas.

Par la suite, sur 940 meules manuelles issues de contextes situés entre la moitié du I^{er} et le début du V^e siècle, 836 présentent encore des traces d'habillage parmi lesquelles 573 un habillage raisonné. Dans 78 cas celui-ci adopte un schéma simple droit et dans 12 cas un rayonnage simple courbe. Alors que 151 présentent des traces de rayonnage sans qu'il soit possible d'en déterminer le type, 267 montrent un rayonnage composé droit et 1 seule un rayonnage composé courbe. Enfin, 34 sont habillées « en nid d'abeille » et 30 portent un habillage mixte.

Pour les meules de grandes dimensions, les habillages varient d'un mode d'entraînement à l'autre et/ou d'une roche à l'autre. Ainsi, les meules à traction périphérique en arkose grossière et en arkose rose ne sont jamais habillées de manière raisonnée. Seuls 2 cas de rayonnage indéterminé constituent des exceptions et témoignent surtout d'une réponse locale apportée à un besoin ponctuel. Tout au plus, dans la moitié des cas ces meules sont-elles repiquées « à coups perdus », mais l'autre moitié ne présente aucune trace d'habillage. Elles sont au contraire profondément marquées par une usure différentielle de leurs éléments constitutifs qui creusent parfois de profondes stries concentriques.

Sur les 19 meules à traction périphérique taillées dans les autres roches, 12 présentent des traces d'habillage dont 8 sont habillées de manière raisonnée. Alors qu'une seule présente un habillage « en nid d'abeille », 3 sont habillées d'un rayonnage simple droit, 1 d'un rayonnage simple courbe, et 2 d'un rayonnage composé droit ; 1 autre montre des traces de rayonnage indéterminé. Parallèlement à cette série, les meules de type « Pompéi » s'illustrent par l'absence de rayonnage. Sur 25 exemplaires, 1 seule présente de légers sillons qui peuvent s'apparenter à un rayonnage.

Enfin, la face active des 108 grandes meules à entraînement central s'avère beaucoup plus monotone que dans les séries précédentes. Sur 92 qui présentent des traces d'habillage, 27 sont piquées

955 LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017d

« à coups perdus », 46 montrent un rayonnage composé droit et 1 seule un rayonnage composé courbe, 4 un rayonnage simple droit et 2 un rayonnage simple courbe ; 11 affichent des traces de rayonnage indéterminé.

Signalons qu'au haut Moyen Âge, le rayonnage semble ne se pratiquer très ponctuellement que sur la plaine dunkerquoise. 3 meules manuelles de l'établissement de Bierne et 1 de Steene (Nord), datées de la fin de l'époque mérovingienne ou du début de l'époque carolingienne, présentent en effet un rayonnage qu'il est difficile d'identifier au vu de la mauvaise conservation des pièces en roche volcanique. 11 autres exemplaires, principalement localisés sur ces deux mêmes sites mais aussi à Hunsel « Ittervoort » (Limbourg néerlandais), présentent encore de faibles sillons rayonnants. Cependant, ceux-ci sont désorganisés et s'apparentent plus à un léger piquage linéaire qu'à un rayonnage proprement dit. Aucun rayonnage n'est mentionné dans l'étude des meules de Dorestad.

11.2.2.4 Habillage par roche à l'époque romaine

Signalons d'emblée que les chiffres avancés lors du colloque de Reims en 2014 pour le Nord-Pas-de-Calais, la Picardie et la Belgique⁹⁵⁶ étaient dès le départ biaisés par la prise en compte des meules en arkose grossière de type « Brillon » qui ne sont jamais habillées de manière raisonnée. Celles-ci sont en effet cantonnées aux établissements ruraux gallo-romains et répondent, comme il l'est prouvé dans ce mémoire, à des besoins indépendants de la mouture alimentaire humaine. Ce lithocorpus doit donc être écarté des calculs pour comparer des équipements de mouture similaires, meules manuelles et meules de grand format à entraînement central. Dans cette référence, les chiffres relatifs aux autres régions (notamment l'Île-de-France et l'Alsace) peuvent être considérés comme corrects puisque les meules en arkose grossière ardennaise et en arkose rose ne s'observent qu'entre le bassin de la Somme et celui du Rhin (voir § 6.15).

Entre le I^{er} et le V^e siècle, certaines roches apparaissent quasi systématiquement habillées de manière raisonnée (87 % des meules en Grès de Macquenoise, 83 % des meules en Poudingue de Burnot et en roche volcanique) alors que d'autres ne le sont que ponctuellement (47 % pour le Grès de Fosses-Belleu et 23 % pour le calcaire à glauconie et nummulites qui proviennent de gisements plus méridionaux), voire jamais (2 % pour le poudingue normand).

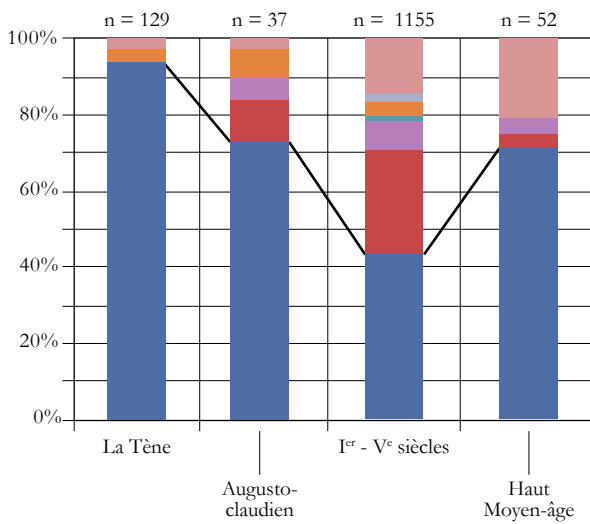
Il est possible d'affiner l'analyse en décrivant plus précisément le type d'habillage observé (fig. 305D). Ainsi, les meules en Grès de Macquenoise sont rayonnées dès l'époque augustéenne à Arras (Pas-de-Calais), Steene et Marquette-lez-Lille (Nord). Par la suite sur 385 meules gallo-romaines taillées dans cette roche, 342 montrent des traces d'habillage parmi lesquelles 176 présentent un rayonnage composé droit, 2 un rayonnage composé courbe, 20 un habillage « en nid d'abeille », 19 un habillage mixte, 13 un rayonnage simple droit, 9 un rayonnage simple courbe et 60 un rayonnage indéterminé. 43 sont simplement piquées « à coups perdus ».

Les meules en Poudingue de Burnot, relevées dans le même espace géographique mais principalement entre La Tène finale et le Haut-Empire sont habillées dans 36 cas sur 39. Dans 6 cas elles le sont à coups perdus, 20 montrent un rayonnage composé droit, 1 un rayonnage simple droit, 4 un habillage mixte, et 5 un rayonnage indéterminé.

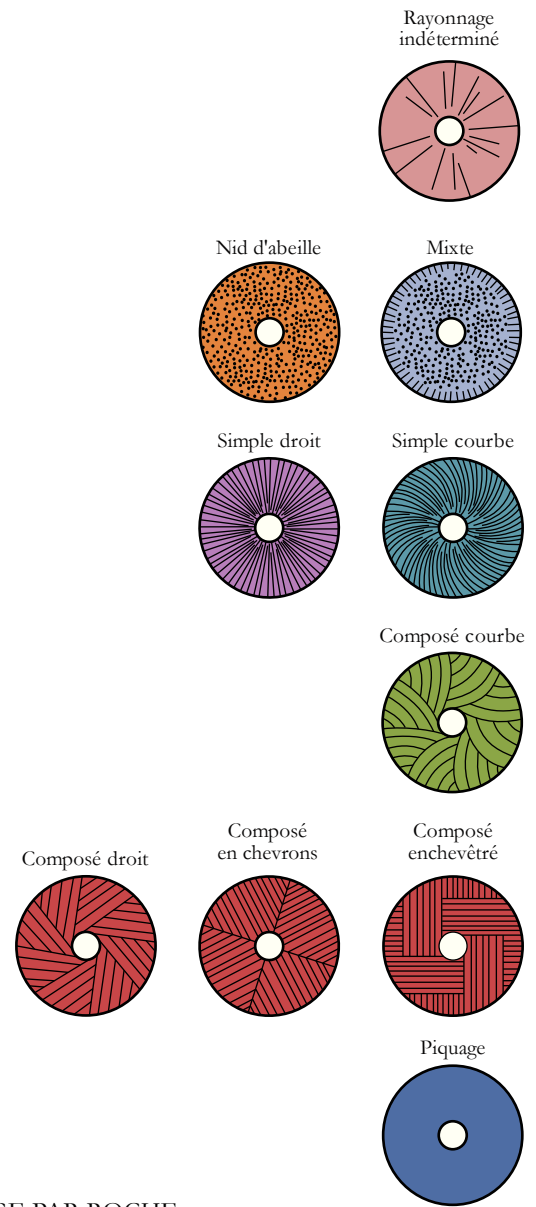
Les meules en grès quartzitique fin, également observées entre La Tène finale et le Haut-Empire, présentent un habillage raisonné dans 12 cas sur 14 à l'époque romaine. 5 sont habillées à coups perdus, 6 par rayonnage composé droit, et 1 montre des restes de rayons sans qu'il ne soit possible d'en déterminer le type. Ce grès a par ailleurs livré la meule rayonnée la plus précoce, apparaissant dans un enclos funéraire daté de La Tène finale dans la nécropole de Bierne (Nord – fig. 304). Cet exemplaire peut être assigné à l'extrême fin de la période alors que la présence romaine commence

⁹⁵⁶Graphique en barres : fig. 4 dans LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017d, p. 340

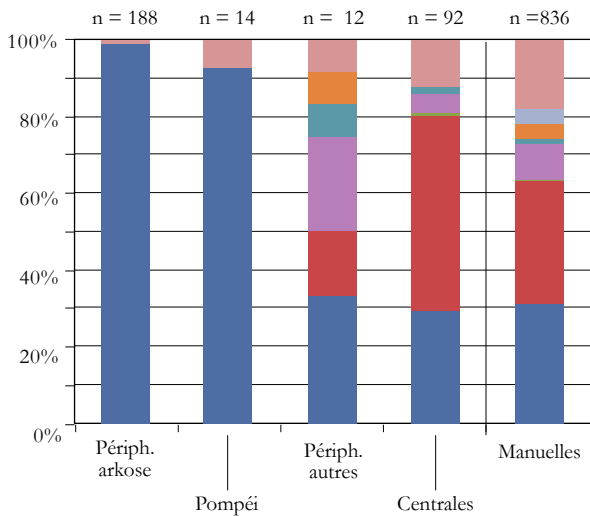
B. HABILLAGE PAR PÉRIODE



A. TYPES D'HABILLAGE



C. ANTIQUITÉ : HABILLAGE PAR TYPE DE MOULIN



D. ANTIQUITÉ : HABILLAGE PAR ROCHE

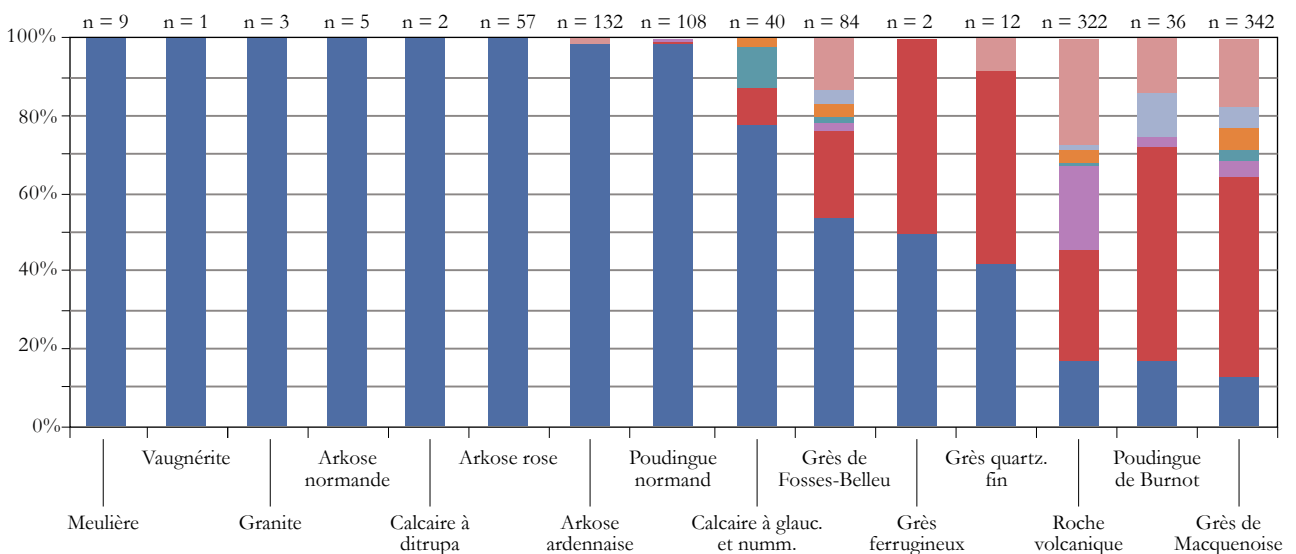


Figure 305 L'habillage des surfaces actives. A. Les types d'habillage répertoriés. B. Proportion des types d'habillage par période. C. Proportion des types d'habillage par type de meules à l'époque romaine (I^{er} – V^e siècle). D. Proportion des types d'habillage par roche à l'époque romaine (I^{er} – V^e siècle).

à prendre corps concrètement sur la frange ménapienne.

Parmi les 378 meules en roche volcanique réparties entre la Seine et le Rhin, 322 sont habillées dont 55 à coups perdus, 91 par rayonnage composé droit, 70 par rayonnage simple droit, 2 par rayonnage simple courbe, 11 « en nid d'abeille », 4 par habillage mixte, et 89 montrent des traces de rayonnage indéterminé. Les 95 meules identifiées dans la bibliographie belge, néerlandaise, allemande et française se dévoilent sous des proportions comparables mais un peu différente au regard de la variété des sources d'identification des individus : 66 % sont habillées de manière raisonnée dont 37 % par rayonnage composé droit et 12 % par rayonnage simple droit. Le rapport s'inverse en Alsace où le rayonnage simple droit est majoritaire⁹⁵⁷.

Sur 65 meules en calcaire à glauconie et nummulites, 40 sont habillées dont 31 à coups perdus, 4 par rayonnage composé droit, 4 par rayonnage simple courbe et 1 « en nid d'abeille ». Lorsqu'elles sont habillées par rayonnage, celui-ci est exécuté avec peu de rayons et des portants très larges (20 à 60 rayons séparés par des portants de 2 à 6 cm de large – fig. 306). Les modalités et l'habillage de ces meules « picardes » demeurent difficiles à appréhender et demandent des études plus approfondies entre le sud de la Picardie et le nord de l'Île-de-France.

Les meules en Grès de Fosses-Belleu sont habillées dans 84 cas sur 96. Près de la moitié le sont à coups perdus (45 meules), 19 par rayonnage composé droit, 2 par rayonnage simple droit, 1 par rayonnage simple courbe, 3 « en nid d'abeille », 3 par habillage mixte, et 11 montrent des traces de rayonnage indéterminé. Ainsi, 47 % des meules taillées dans cette roche sont habillées de manière raisonnée pour 53 % par piquage à coups perdus. Ces résultats sont assez cohérents avec ceux obtenus en Île-de-France où 34 % des meules taillées dans cette roche sont revêtues d'un habillage raisonné, dont 22 % d'un rayonnage composé droit⁹⁵⁸. Les variations de proportions relevées entre les deux corpus sont empreintes d'une valeur géographique puisque, en comparant des types de meules similaires, plus de meules sont rayonnées au nord de la Somme (72 %) qu'en Île-de-France (44 %⁹⁵⁹).

Sur 111 meules en poudingue normand, 108 sont habillées dont 106 par piquage à coups perdus (98 %). Deux meules découvertes en Artois affichent un rayonnage simple droit (1 cas) et un rayonnage composé droit (1 cas) ; elles témoignent d'une pratique régionale appliquée aux produits d'importation⁹⁶⁰.

Enfin, les roches extrarégionales, (granite armoricain, arkose grossière du Cotentin, vagnérite du Morvan, meulière d'Île-de-France), sont systématiquement habillées à coups perdus. Ainsi, si l'analyse de l'habillage réparti par roche paraît révélatrice au premier abord, elle ne reflète finalement que la répartition géographique de sa pratique massive. Celle-ci est circonscrite entre l'anticlinal de Bray à l'ouest, le bassin de la Seine de sa confluence avec l'Oise jusqu'à sa source, et la vallée du Rhin jusqu'à

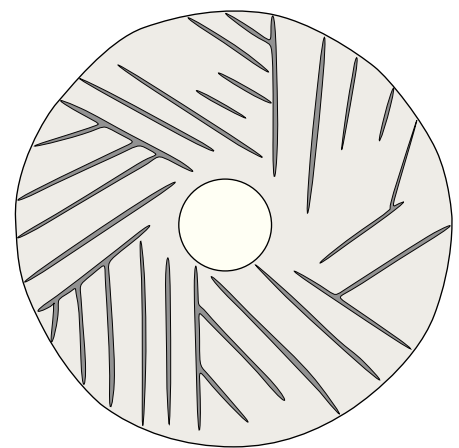


Figure 306 *Meta en calcaire à glauconie et nummulites d'Amiens (Somme) « rue des Jacobins ». La face active est habillée d'un rayonnage composé droit très large réalisé dans le sens horaire. Dessin éch. 1/10.*

957 LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2011, p. 379

958 LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017d, p. 343

959 LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017d, p. 340, fig. 4

960 À Sin-le-Noble (Nord) « le Raquet » (fouille M. Lebrun) et à Courcelles-lès-Lens (Pas-de-Calais) « la Marlière » (fouille R. Blondeau) : meules n° 1093 et 1379

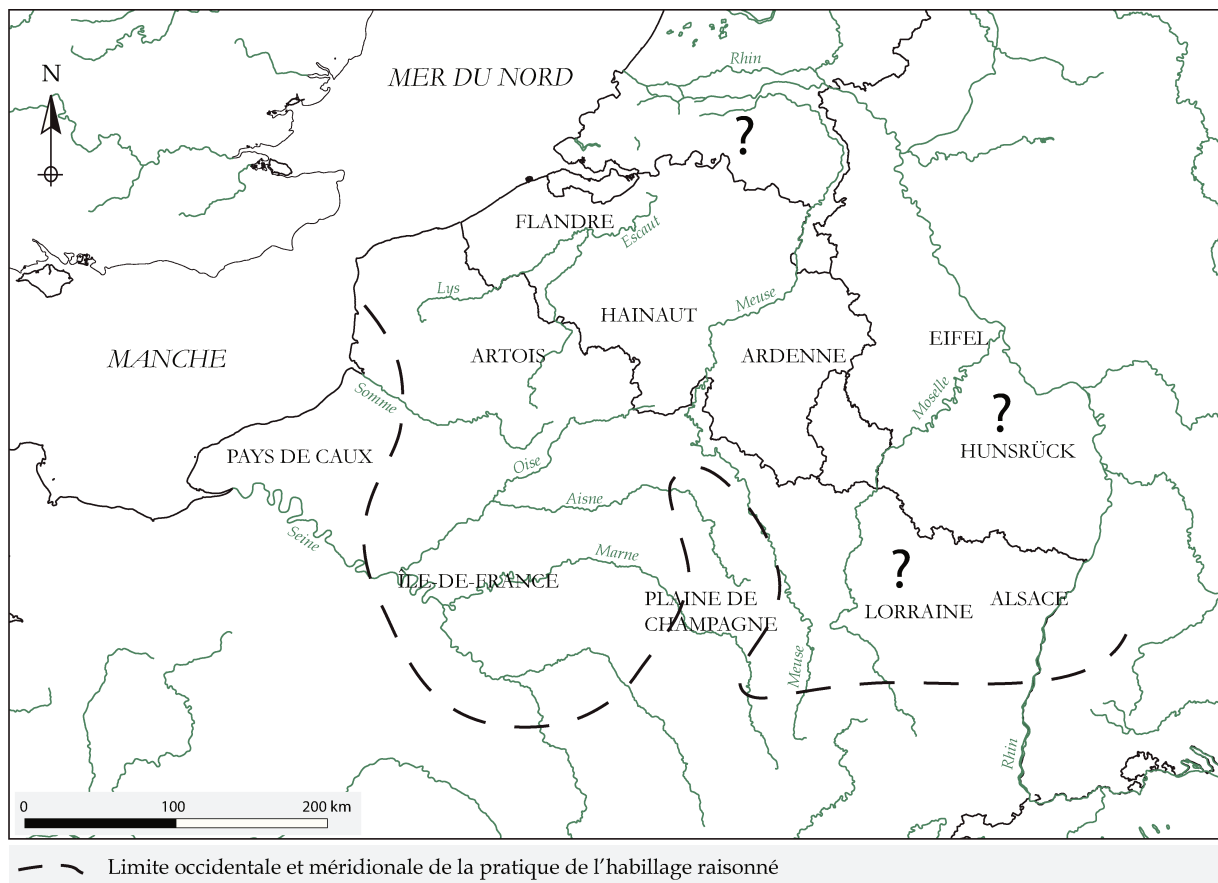


Figure 307 Carte de chaleur (densité) de la pratique de l'habillage raisonné entre la Seine et le Rhin. Projection conjointe des pièces étudiées physiquement et identifiées dans la littérature : études du Groupe Meule en Île-de-France, en Champagne-Ardenne, en Alsace et au Limbourg belge (LEPAREUX-COUTURIER et al. 2017, fig. 2). Les données manquent en Lorraine, en Flandre, à l'ouest de l'Allemagne et aux Pays-Bas, mais il semblerait que le rayonnage soit généralisé dans ces régions approvisionnées par les grandes carrières de l'Eifel.

son embouchure. La densité des meules habillées de manière raisonnée est particulièrement élevée au nord et au centre de cette zone et décroît vers les marges (fig. 307). Certaines roches comme le Grès de Macquenoise ou les roches volcaniques de l'Eifel occupent ainsi le cœur de l'aire de pratique de l'habillage raisonné, alors que les roches normandes en sont exclues. Les calcaires lutétiens et le Grès de Fosses-Belleu approvisionnent une bonne partie du bassin de la Seine, en périphérie sud de cette zone, et apparaissent déjà majoritairement habillées à coups perdus (77 % pour le premier lithocorpus, 53 % pour le second).

11.2.3 Dimension techno-culturelle de l'habillage

11.2.3.1 Répartition spatiale des habillages antiques

L'habillage des meules manuelles antiques affiche des schémas très variés dont la répartition n'est pas liée à la chronologie. Malgré la fragilité des datations des individus, tous sont observés dès l'époque augustéenne et le sont encore au III^e siècle. Les pièces sont rares pour les siècles suivants mais les quelques meules du IV^e et du début du V^e siècle présentent encore un rayonnage composé⁹⁶¹. Aucune filiation ne peut donc être établie entre un type de rayonnage et un autre.

961 Sur le site de la « rue Baudimont » à Arras (Pas-de-Calais) une meta augustéenne et un catillus théodosien, tous deux taillés en Grès de Macquenoise, sont habillés d'un rayonnage composé pratiqué dans le sens antihoraire. Le premier est droit, le second est courbe : meules n° 1322 et 1324

En revanche la répartition géographique des différents types d'habillage est plus manifeste et montre une logique géographique empreinte d'une dimension technique et culturelle difficile à appréhender en l'absence de sources écrites. Ces phénomènes viennent encore renforcer la définition de bassins techniques, économiques et culturels déjà mis en évidence par la typologie.

Il importe de signaler d'emblée que les données manquent pour la Flandre, l'ouest de l'Allemagne, les Pays-Bas et la Lorraine, où le type de rayonnage est rarement évoqué dans la littérature. Ce biais induit un « vide » cartographique dans ces régions approvisionnées par les carrières de l'Eifel dont les meules sont rayonnées (fig. 307). Ainsi, les meules du Limbourg Néerlandais, documentées physiquement par plusieurs visites des dépôts de mobilier archéologique paraissent à tort beaucoup plus souvent rayonnées que celles des bouches du Rhin, abordées seulement *via* les corpus publiés et les rapports de fouilles. À l'opposé, la Seine-Maritime, la Plaine de Champagne et les régions situées au sud de la Seine, abondamment documentées par les travaux du *Groupe Meule*, constituent de vrais vides de rayonnage⁹⁶².

De prime abord et de manière pragmatique en comparaison du rayonnage composé, les habillages mixte et « en nid d'abeille » semblent liés à un savoir-faire technique limité. Ils fournissent une solution de rhabillage probablement supérieure à celle du piquage à coups perdus pour un investissement technique limité. La profondeur des cupules (autour de 5 mm) crée en effet des aspérités plus durables que celles créées par un simple repiquage (1 à 2 mm). Cette allégation très interprétative pourrait être contrebalancée par l'idée d'une pratique adaptée à des besoins particuliers, comme le broyage de produits spécifiques ou la mouture d'un type de céréale précis. Cependant, la répartition de ces types d'habillage étant assez générale sur tout le territoire (fig. 308G), on ne peut en tirer d'information ni de lien avec la nature des terrains et les céréales cultivées. Cette ubiquité renverrait au contraire à la première idée, celle d'un habillage simple à réaliser.

Les phénomènes les plus évidents sont mis en relief par la répartition des différents types de rayonnage. Ceux-ci créent en effet des dessins particuliers propres à certaines régions.

Le schéma le plus récurrent est celui du rayonnage composé droit de type « moderne », que l'on décrit suivant la succession des secteurs de rayons et leur sens de décroissance. Selon les régions et quand il est suffisamment identifiable, celui-ci est réalisé tantôt dans le sens horaire (72 pièces), tantôt dans le sens antihoraire (104 pièces). Quelle que soit la roche rencontrée, il est essentiellement réalisé dans le sens antihoraire dans le bassin ardenno-flamand (fig. 308A), alors qu'il est tracé en sens inverse dans le Bassin parisien (fig. 308B). Pourtant, le rayonnage horaire n'est pas absent du Hainaut alors que l'antihoraire est quasi absent de Picardie et d'Île-de-France. Le même constat peut être dressé pour le rayonnage simple droit, réalisé partout sauf dans le Bassin parisien, alors que le rayonnage simple courbe est appliqué presque uniquement dans ce secteur, quelle que soit la roche.

De la même manière, le rayonnage « enchevêtré » est concentré dans une zone très réduite, circonscrite à la protubérance méridionale de la cité des Ménapiens et au centre de la cité des Nerviens, mais est limité aux seules meules manuelles (fig. 308C). Relevé sur 61 exemplaires, il est composé de rayons droits rassemblés en quatre secteurs perpendiculaires imbriqués les uns dans les autres et formant un svastika (fig. 309). Il est pratiqué autant sur des meules en grès quartzitique et en Poudingue de Burnot que sur celles en Grès de Macquenoise.

Inversement, le rayonnage composé « en chevrons », majoritairement observé dans la cité des Tongres⁹⁶³ et à l'ouest de celle des Trévires (fig. 308D), est surtout pratiqué sur des meules en roche volcanique de l'Eifel puisqu'elles sont très majoritaires dans cette région. Dans le même secteur tou-

962 En Champagne-Ardenne, le rayonnage est attesté uniquement sur les meules en roche volcanique du nord de la région : JODRY *et al.* 2017a, p. 89 ; LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2011 et 2017

963 HARTOCH *et al.* 2015, p. 96-97

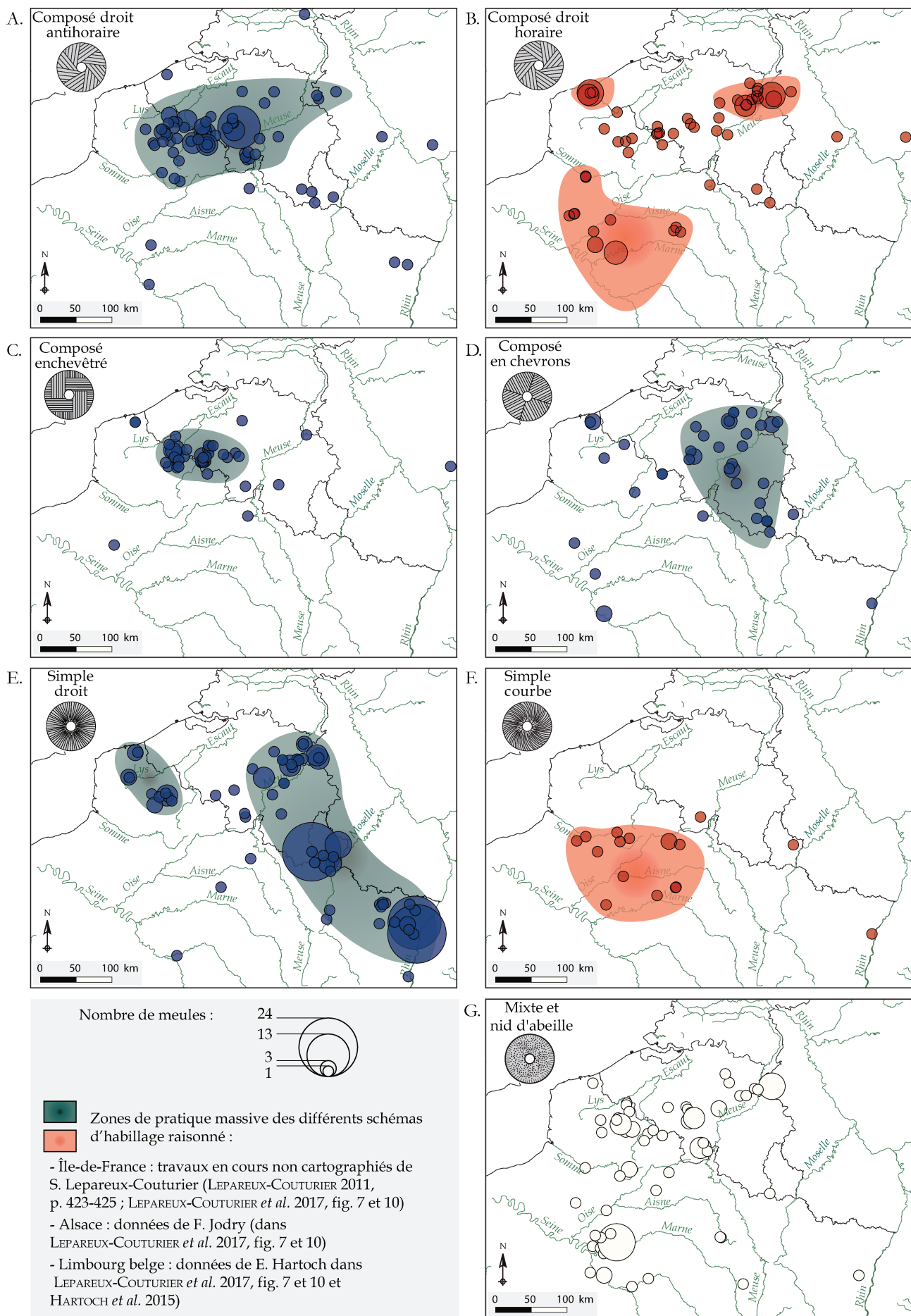


Figure 308 Cartes de répartition des meules selon leur type d'habillage raisonné. Projection conjointe des pièces étudiées physiquement et identifiées dans la littérature. A. Rayonnage composé droit, sens antihoraire. B. Rayonnage composé droit, sens horaire. C. Rayonnage composé droit enchevêtré. D. Rayonnage composé droit en chevrons. E. Rayonnage simple droit. F. Rayonnage simple courbe. G. Habillage mixte et en nid d'abeille.

Figure 309 (à droite) *Meta gallo-romaine en Grès de Macquenoise de Villeneuve d'Ascq (Nord), rayonnée en secteurs enchevêtrés, retournée puis habillée d'un rayonnage composé droit antihoraire.* Dessin éch. 1/10.

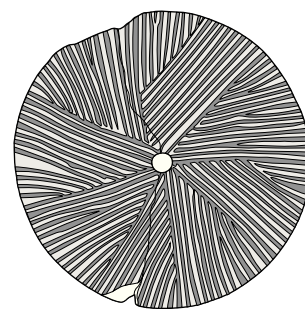
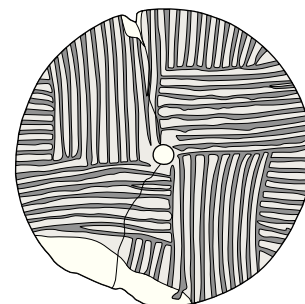
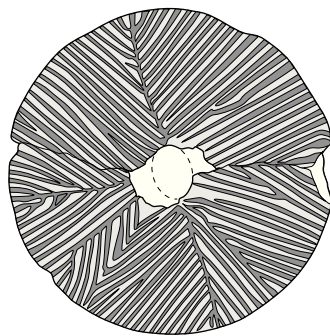
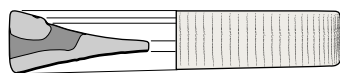


Figure 310 (à gauche) *Catillus en roche volcanique de la villa de Neufchâteau à Malagne (Rochefort, Prov. Namur), rayonné en chevrons.* Dessin éch. 1/10.

tefois, quelques meules en Pou-dingue de Burnot et en Grès de Macquenoise affichent ce même schéma singulier. Pour en définir un modèle type, le rayon directeur forme une médiatrice de part et d'autre de laquelle décroissent les autres rayons. La zone où les secteurs se rejoignent forme alors une série de chevrons plus ou moins reliés entre eux suivant les individus (fig. 310). Néanmoins, ce schéma d'habillage n'est pas le seul pratiqué sur les meules taillées dans ces roches.



Ainsi au sein d'une même région, un même schéma est appliqué sur des meules de lithologie différente, et inversement des schémas différents peuvent être appliqués à un même lithocorpus selon la région considérée.

11.2.3.2 Le rayonnage en pratique

D'après *l'Encyclopédie Méthodique* éditée au moment de la Révolution française, « *il faut un r'habillage différent pour les seigles, méteils, etc., que pour le froment* »⁹⁶⁴. La variété des schémas d'habillage traduirait alors le traitement et donc la culture de variétés différentes dans chacune des microrégions mises en évidence. Cependant, nous ne disposons pas de données archéobotaniques assez fines pour élaborer ce type de modèle, et la seule démarcation perceptible sépare les zones où sont cultivées les céréales vêtues de celles où sont cultivés les grains nus (voir § 11.2.4.1).

Néanmoins, cette série de constats basée sur la répartition géographique des types d'habillage et de rayonnage révèle une pratique très concrète : la meule n'est pas habillée sur son site de production mais dans sa région de consommation, ce qui paraît logique au vu de la rapidité d'usure d'une meule et de la fréquence de son rhabillage. La même conclusion peut être tirée de la variété de schémas constatée d'une région à l'autre du monde grec par R. Frankel sur les meules rectangulaires de type « Olynthe »⁹⁶⁵.

La meule serait d'abord habillée conjointement avec le percement du trou d'emmanchement sur son lieu de commercialisation en ville. Au fur et à mesure de l'usure de sa face active, son rhabillage peut ensuite être effectué par l'utilisateur lui-même ou par des rhabilleurs locaux fournissant ce service contre quelques pièces de monnaie. L'existence d'artisans rhabilleurs est illustrée en Grèce au milieu du III^e siècle av. J.C. par un mime attribué au poète Hérodas et qui constitue l'une des seules men-

964 PANCKOUCKE 1788, p. 53

965 FRANKEL 2003, p. 13-16

tions anciennes du rhabillage des meules, ici probablement de type « Olynte » :

« Ah, celle-ci, en frottant nuit et jour notre meule, elle l'a réduite en éclats ! Et c'est pour ne pas dépenser quatre oboles pour faire retailler la sienne »⁹⁶⁶

Il semble que les meuniers en charge de moulins à entraînement central (hydrauliques notamment) aient régulièrement affaire à ce genre de rhabilleurs professionnels étant donnée la grande régularité du rayonnage des meules de grand format. Leur schéma varie peu : il est la plupart du temps réalisé sous forme de rayonnage composé droit de type « moderne » (50 % des pièces - fig. 305C). Comme c'est le cas aux époques moderne et contemporaine, les rhabilleurs seraient itinérants pour répondre à l'impossibilité de déplacer les grandes et lourdes meules de moulins aussi fréquemment que le nécessite l'usure de leur face active (entre six semaines et trois mois dans les moulins modernes⁹⁶⁷). Néanmoins à l'époque moderne, le rhabillage est souvent effectué par le meunier lui-même qui dispose d'une boîte à outils spécifique à cette tâche : « On requiert dans le meunier l'adresse de faire de bons r'habillages des meules, qui ne soient pas trop enfoncés, ni trop inégaux »⁹⁶⁸. Ainsi si l'activité d'artisans spécialisés est possible et vraisemblable, le rhabillage semble dans certaines situations, et notamment pour les meules manuelles, découler d'une initiative personnelle de l'utilisateur. Le rayonnage dévie en effet chaque fois du schéma préexistant supposé et perd de sa régularité. Un rayonnage simple paraissant maladroit pourra ainsi suivre vaguement un ancien rayonnage composé dont on perçoit parfois les reliquats. Certaines meules montrent de même un fantôme de rayonnage recouvert par de larges cupules ; de courts sillons ne sont recreusés qu'en partie distale pour former un habillage mixte. Après une usure trop forte, le schéma préexistant n'est plus lisible et le rhabilleur ne parvient plus à le suivre.

11.2.3.3 Définition de bassins techno-culturels

La deuxième implication de la répartition des habillages est plus abstraite. Elle est d'ordre culturel et réside en la manifestation d'habitudes techniques transmises de proche en proche parmi les rhabilleurs de chaque région, qu'ils soient professionnels ou « amateurs ». Ces traditions techniques, qui reproduisent la pratique d'un geste et son apprentissage, apparaissent telles que les définit M. Mauss dans son essai sur *Les techniques du corps* :

« J'appelle technique un acte traditionnel efficace (et vous voyez qu'en ceci il n'est pas différent de l'acte magique, religieux, symbolique). Il faut qu'il soit traditionnel et efficace. Il n'y a pas de technique et pas de transmission, s'il n'y a pas de tradition. C'est en quoi l'homme se distingue avant tout des animaux : par la transmission de ses techniques et très probablement par leur transmission orale »⁹⁶⁹.

Ainsi la coexistence de pratiques techniques différentes d'une région à l'autre à la même période circonscrit plusieurs bassins techno-culturels, tantôt séparés par des limites naturelles, tantôt rapprochés par des contacts économiques étroits.

La plus flagrante des limites est celle que constituent le massif ardennais et son prolongement occidental des collines de l'Artois jusqu'au Boulonnais, séparant le bassin flamand du Bassin parisien. Ces reliefs, bien que loin d'être infranchissables, démarquent la répartition des rayonnages composés droits réalisés dans le sens horaire de ceux creusés dans le sens antihoraire et en secteurs enchevêtrés. Sur le plan pétrographique, cette ligne marque aussi l'arrêt de la distribution des productions ardennaises vers le sud, et des productions « picardes » vers le nord (voir § 13.5.2.5.1)⁹⁷⁰. Elle sépare

966 HÉRONDAS, *Mime VI, Deux amies en visite*. Traduction de M. Brunet dans BRUNET 1997, p. 32, cité par LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2011, p. 380

967 PANCKOUCKE 1788, p. 21 ; JÄCKLE 2003

968 *Ibid.*

969 Conférence « Les techniques du corps » (1934), éditée par C. Lévi-Strauss dans MAUSS 1950, p. 365-386.

970 PICAUVET 2017

également les rayonnages simples courbes des simples droits, bien que ces derniers fassent aussi partie de la deuxième catégorie, celle des bassins rapprochés par des contacts économiques. En effet, les zones où se pratique le rayonnage simple droit sont toutes reliées entre elles par les voies maritimes et fluviales en relation avec le Rhin (Mer du Nord, Escaut, Meuse, Moselle et Rhin). De même, si le rayonnage composé droit antihoraire est une spécificité de l'arrière-pays ménapien, nervien et atrébate, celui réalisé dans le sens horaire n'est pas pratiqué que dans le Bassin parisien. On le retrouve aussi sur le littoral ménapien et en Germanie inférieure, dans le Limbourg actuel. Ceci s'explique par les contacts commerciaux étroits établis entre ces secteurs et le *limes* rhénan. Dans le Limbourg par voie routière et par la Meuse ; sur le littoral par le Mer du Nord, comme en témoignent les nombreuses meules en roche volcanique qui transitent par là vers la Bretagne (voir § 13.5.2.4).

Trois bassins techno-culturels sont ainsi mis en évidence : le Bassin parisien d'une part, la zone rhénane drainée par le Rhin et ses affluents jusqu'à la Mer du Nord d'autre part, et entre les deux, un arrière-pays qui fait preuve de particularismes et correspond au « Nord civil » des numismates⁹⁷¹, représenté par le sud du territoire des Ménapiens, la cité des Nerviens et celle des Atrébates. La partie ouest-ardennaise de la cité des Tongres peut y être adjointe.

11.2.3.4 L'habillage des meules de grand format

À la différence des meules manuelles dont les schémas d'habillage sont presque aussi divers que les individus, les grandes meules à entraînement central montrent des dessins de rayonnage très régulier qui autorisent une réelle comparaison géographique pour un même type de meule. En se focalisant sur la répartition des rayonnages composés droits de part et d'autre des monts d'Artois, il apparaît que le rayonnage est réalisé en sens inverse au nord et au sud (fig. 308A et B).

Or, si l'on en croit les manuels de meunerie modernes et contemporains, le sens du rayonnage détermine le sens de rotation du moulin⁹⁷². Le même schéma doit être pratiqué sur la face active des deux meules qui, superposées et mises en rotation l'une sur l'autre, exercent une action de cisaillement du grain. Un moulin rayonné dans le sens antihoraire tournera ainsi de droite à gauche, et un moulin rayonné dans le sens horaire tournera de gauche à droite⁹⁷³.

Cette règle théorique strictement appliquée à partir du XVIII^e siècle pose question car sa transposition à l'époque romaine signifierait que les moulins tournent en sens inverse au nord et au sud des monts d'Artois. Cette déduction paraît absurde et montre probablement les limites de l'application des traités modernes aux modèles antiques. Pourtant, nous ne sommes pas en mesure d'apporter de réponse définitive à ce problème mais seulement quelques pistes à exploiter à l'avenir.

Premièrement, le mode d'entraînement de la roue du moulin joue sur le sens de rotation des meules. Une roue alimentée par-dessus tournera dans le sens du courant alors qu'une roue alimentée à l'épaule ou au fil de l'eau tournera en sens inverse (fig. 311). L'engrenage puis la meule suivent alors une rotation inverse. À l'image de la « frontière » qui coupe la France en deux au Moyen Âge et à l'époque moderne entre les moulins à roue horizontale et les moulins à roue verticale⁹⁷⁴, il peut exister une limite géographique et technique entre les moulins alimentés par-dessus et les moulins « au fil de l'eau ». Et, étant donné le caractère très plat des plaines du Nord et l'absence de vallées encaissées comme c'est le cas en Île-de-France, pourquoi ne pas envisager la deuxième solution au nord (ex. : meule de Voorburg, voir § 14.4.6.5) ?

Autre solution, étant donnée l'absence de cours d'eau à fort débit au nord, pourquoi ne pas envisager une installation massive de moulin à manège à traction animale centrale dans cette région ?

971 DOYEN 2007, p.

972 GIRARD, LINDET 1903, p. 190 ; LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017d, p. 344

973 LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017d, p. 345, fig. 12

974 PHALIP 1992, p. 92

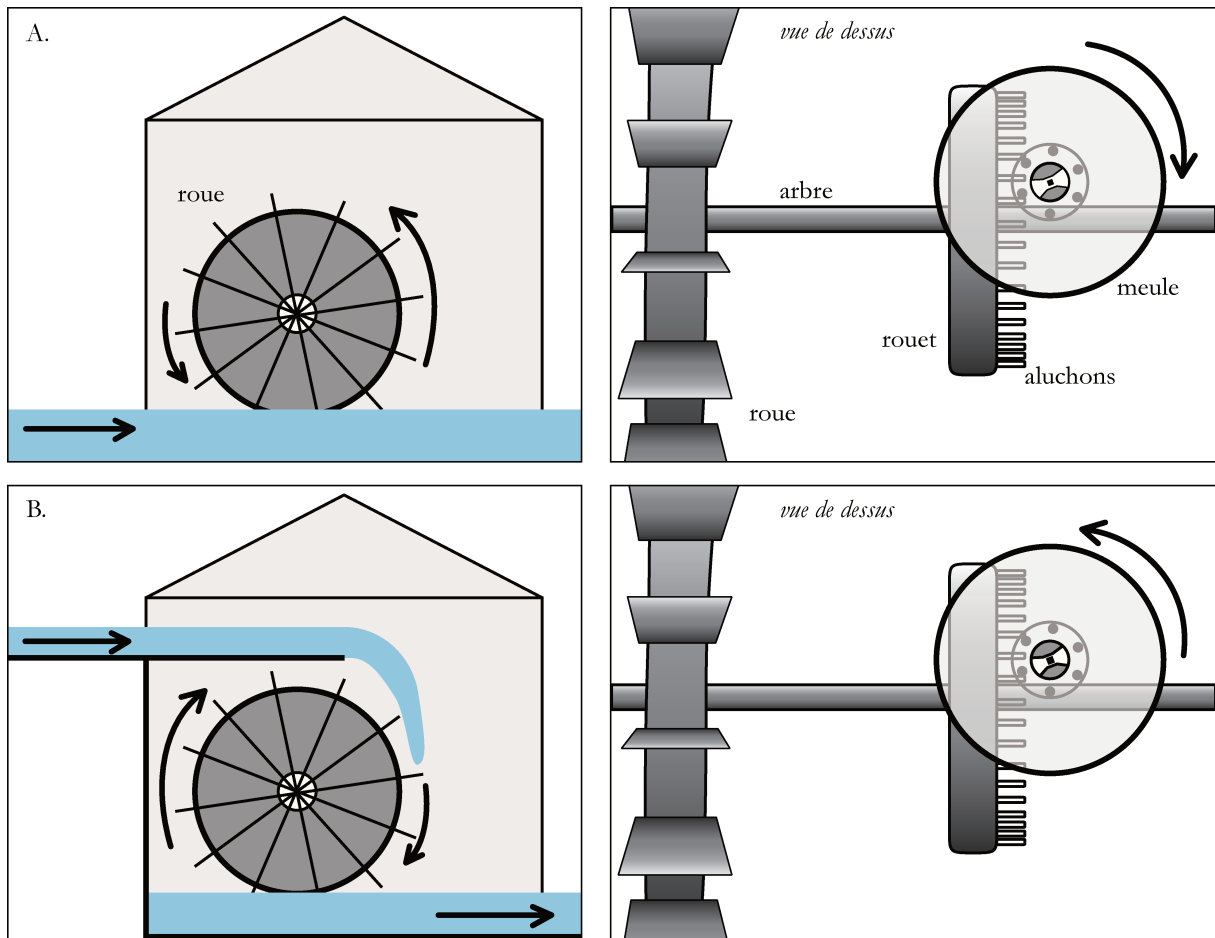


Figure 311 Sens de rotation des roues et des meules de moulin à eau. A. Moulin à roue verticale « au fil de l'eau ». B. Moulin à roue verticale alimentée par le dessus.

L'opposition des meules en Grès de Macquenoise de Bavay, et d'Amiens paraît révélatrice à ce titre (fig. 312), puisque le chef-lieu des Ambiens est traversé par les multiples bras de la Somme alors que celui des Nerviens est situé sur une éminence et dépourvu de cours d'eau. Cette idée ne résiste pas à la possibilité d'une alimentation par aqueduc, lequel est connu pour la ville de Bavay (voir § 14.4.6.5)⁹⁷⁵, mais apporte des éléments de réflexion.

La dernière question concerne les meules manuelles qui suivent la même orientation du rayonnage. Dans le cas du rayonnage composé doit de type « moderne », celui-ci est de la même façon pratiqué majoritairement dans le sens antihoraire au nord, et dans le sens horaire au sud des monts d'Artois. Il faudrait donc envisager une majorité de droitiers tournant la meule dans le sens horaire au sud, et une majorité de gauchers tournant dans le sens antihoraire au nord, ce qui paraît peu crédible. Un phénomène d'imitation des meules de grand format est donc flagrant et tendrait à confirmer l'activité de rhabilleurs professionnels qui se transmettent un savoir-faire au sein d'une même région et pourraient réaliser à la fois le rayonnage des meules manuelles à la boutique, et celui des grandes meules dans les meuneries. La récurrence de ce schéma s'explique de la même façon si l'utilisateur de moulin manuel entretient lui-même son rayonnage. Il suit le schéma préexistant et finit par s'en écarter à force de rhabillages successifs, créant des habillages mixtes puis finalement "en nid d'abeille".

⁹⁷⁵ L'aqueduc alimentant Bavay n'est pas connu dans la ville même, mais les restes identifiés à Floursies (Nord) mènent dans le chef-lieu des Nerviens : THOLLARD 1994, p. 23

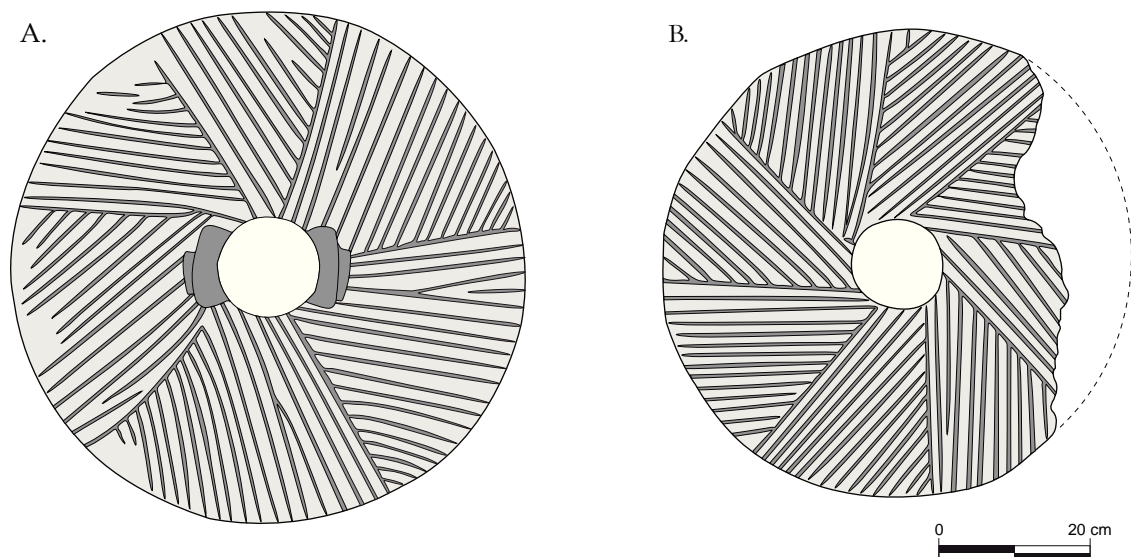


Figure 312 Traitement de la face active de deux meules de grand format en Grès de Macquenoise par rayonnage composé droit. Dessins éch. 1/10. A. Catillus d'Amiens (Somme), rayonné dans le sens horaire. B. Meta de Bavay (Nord), rayonnée dans le sens antihoraire.

11.2.4 Les fonctions de l'habillage raisonné

Dans les manuels de meunerie modernes, l'habillage raisonné est supposé améliorer la mouture du grain en renforçant le mordant des meules tout en dirigeant le produit moulu vers la périphérie de surfaces actives très peu inclinées⁹⁷⁶. Les ingénieurs cherchant à optimiser les procédés de production et de transformation alimentaire se sont penchés sur le trajet du grain entre les meules, sur les étapes du déroulage de son enveloppe et du broyage de l'amande. Ils ont alors développé des schémas les plus efficaces possibles, entre calculs théoriques et expérience des « ingénieurs meuniers ». Sur les corpus antiques, la corrélation entre type d'habillage et inclinaison de la face active a été testée par le *Groupe Meule*, sans résultat notable⁹⁷⁷. Ainsi, si la généralisation du rayonnage à l'époque moderne s'explique par cette réelle optimisation des procédés de mouture, son cantonnement à certaines régions dans l'Antiquité et sous différentes formes pose question. Sa pratique entre la Seine et le Rhin et son absence au sud demandent alors à être mises en relation avec les spécificités agronomiques de ces régions, dépendant à la fois du climat, de la nature des sols et des grains cultivés.

11.2.4.1 Grains vêtus et moulin rotatif

De la même manière que F. Sigaut faisait le lien entre la culture de l'épeautre et le développement du *vallus* en Rhénanie⁹⁷⁸, nous émettions l'hypothèse en 2011⁹⁷⁹, reprise récemment par D.P.S. Peacock⁹⁸⁰, d'une pratique du rayonnage liée à la persistance de la culture des céréales vêtues au nord du bassin de la Seine entre La Tène finale et l'époque romaine. À La Tène finale sont en effet majoritairement cultivées des espèces de céréales à grains vêtus : l'épeautre (*Triticum spelta*), le blé amidonnier (*Triticum dicoccum*), l'engrain (*Triticum monococcum*), l'orge vêtue (*Hordeum vulgare*), le millet commun (*Panicum miliaceum*), et l'avoine (*Avena sativa*)⁹⁸¹. À l'époque romaine dans les zones crayeuses du Nord-Pas-de-Calais et de la Somme, et jusqu'au *limes* rhénan et en Grande-Bre-

976 PANCKOUCKE 1788, p. 21 ; LINDET 1900 p. 43 ; MORITZ 1958 p. 106-107 et 116.

977 LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017d, p. 341-342

978 SIGAUT 1989, p. 29

979 PICAUVET *et al.* 2011, p. 203

980 PEACOCK 2013, p. 125-126

981 MATTERNE 2001

tagne, la culture de ces espèces rustiques, l'épeautre, l'amidonniér et l'orge notamment, perdue fortement à côté d'espèces à grains nus qui commencent à être introduites, notamment en Île-de-France⁹⁸². Or, l'axe de l'épi des céréales vêtues est fragile et la base des glumes est coriace, maintenant le grain à l'intérieur de son enveloppe. La chaîne opératoire du traitement de la récolte est donc plus complexe que celle des grains nus : alors que ces derniers sont débarrassés de leurs glumes et glumelles par un simple battage-vannage, la mouture des grains vêtus doit être précédée d'une étape de décortilage qui requiert des outils adaptés à l'opération. À La Tène finale comme à l'époque romaine d'après les données archéobotaniques, le premier battage destiné à séparer les épillets de la paille intervient en plein air directement après les récoltes et avant stockage⁹⁸³ ; les grains ainsi débarrassés de la balle occupent moins de place que des épis entiers, et les stocker avec leur deuxième enveloppe favorise une meilleure conservation. Le décortilage de cette enveloppe n'a lieu ensuite que sur le site de consommation immédiatement avant la mouture⁹⁸⁴. Mais cette opération est-elle effectuée à la meule rotative ou demande-t-elle un passage au mortier sous pilon comme le relate Pline en Étrurie⁹⁸⁵ ? Il semble que les deux techniques puissent être pratiquées comme cela a pu être constaté en ethnographie⁹⁸⁶. Dans le premier cas, le grain passe dans le moulin sans décortilage préalable ; le produit bis obtenu doit subir plusieurs opérations de tamisage (blutage), de vannage et de tri manuel afin de débarrasser la farine et le gruau des restes de balle avant un nouveau passage dans le moulin. Dans le second cas, le décortilage produit un grain entier débarrassé de son enveloppe et qui peut être traité de la même manière qu'un grain nu.

Dans le cas du moulin hydraulique, dont les meules peuvent être écartées, le traitement du grain vêtu ne pose pas de problème. Un premier passage, meules écartées (allégées⁹⁸⁷), procède à son décortilage ; les passages suivants, meules resserrées (atterrées⁹⁸⁸), accomplissent la mouture proprement dite. Dans les régions qui cultivent encore majoritairement l'épeautre à l'époque moderne comme l'Entre-Sambre-et-Meuse ou la Rhénanie, les moulins sont équipés d'une meule spéciale plus grossière et abrasive, *l'esqueure* ou *l'escoussière* procédant à la première étape⁹⁸⁹. À partir du XVII^e siècle, le tarare intervient au moulin pour en vanner les résidus avant mouture : un système de ventilateur parfois fixé à la lanterne sépare directement le grain de la balle après leur détachement. Pour les meules manuelles, l'absence de système de levage (dans la plupart des cas) est plus problématique puisque l'enveloppe est écrasée avec la farine. Cette contrainte est évoquée au début du XIX^e siècle au sujet des moulins à eau, mais les conceptions d'une bonne mouture à cette époque sont tout autres :

« On exécuterait mal l'opération de la mouture, si la meule tournante portait de tout son poids sur la meule gisante : le son serait entièrement réduit en poudre, ou du moins l'on n'obtiendrait qu'une farine piquée et rude au toucher, et ce qu'on appelle du petit son, ou son haché. »⁹⁹⁰

Des expériences de décortilage à la meule ont été menées en Bohême⁹⁹¹ et plus récemment en Espagne à l'initiative de N. Alonso⁹⁹². Cette dernière expérimentation est particulièrement instructive puisque le moulin manuel utilisé n'est pas doté de système d'écartement, à l'instar de la plupart

982 MATTERNE 2001, p. 102 ; MATTERNE 2002 ; LEPETZ, MATTERNE 2003, p. 25 et 30 ; ZECH-MATTERNE *et al.* 2014

983 DERREUMAUX *et al.* 2003, p. 223 et 229

984 GRANSAR *et al.* 2000, p. 244

985 PLINE, *Histoire Naturelle*, XVIII, 23, 1

986 O'KELLY, FORSTER 1983, p. 33-37 ; PROCOPIOU 2003, p. 115 ; PEÑA-CHOCARRO *et al.* 2009, p. 108 ; ALONSO 2014b, p. 124 ; ALONSO *et al.* 2014

987 PANCKOUCKE 1788, p. 44

988 *Ibid.*, p. 20

989 VAN MOL 2002, § 16

990 CHRISTIAN 1825, p. 155-156

991 BERANOVA 1980, p. 212, pl. XL, XLI, 1981 et 1986

992 ALONSO *et al.* 2013

des meules à main du nord de la Gaule et de Germanie romaine⁹⁹³. Le test est très concluant pour l'amidonnié qui est décortiqué à 70 % en un seul passage et sans prétraitement alors qu'en Italie les trois auteurs latins Varron, Pline et Ovide mentionnent la nécessité de recourir au grillage avant mouture pour cette variété⁹⁹⁴. Cependant, si le grillage accroît grandement les possibilités de conservation et permet la préparation de plats spécifiques, les expérimentations compilées et résumées par M. Nesbitt et D. Samuel montrent qu'il n'est pas indispensable au décortiqué, autant dans les régions sèches que sous le climat tempéré européen⁹⁹⁵. Les deux pratiques doivent donc être dissociées.

Toujours est-il que ces deux auteurs insistent sur le fait que les problèmes liés au décortiqué ont été résolus sitôt que le moulin rotatif fut inventé⁹⁹⁶. Ces expériences, ainsi que plusieurs exemples méditerranéens montrent donc que l'amidonnié, ou encore l'orge dont les glumelles sont particulièrement adhérentes, peuvent être moulus sans décortiqué préalable⁹⁹⁷, à condition de ne pas vouloir obtenir une « mouture à blanc, qu'on nomme aussi mouture des riches »⁹⁹⁸. Les fragments de balle sont ensuite écartés par tamisage et tri manuel, et la farine produite est piquée (bise) mais consommable. Le procédé est bien attesté en ethnographie⁹⁹⁹. Ainsi au Népal l'orge vêtue est moulue avec son enveloppe et consommée sous forme de galettes « *crissantes sous la dent* » après un simple ébarbage au mortier¹⁰⁰⁰.

11.2.4.2 La consommation des grains vêtus

On a tendance à penser que la consommation du pain accompagne massivement la romanisation de la Gaule. Pourtant ce souci d'obtenir une farine panifiable blanche est un problème de citadin que les manuels modernes nous expliquent : *l'Encyclopédie Méthodique* éditée par Panckoucke consacre ainsi plus d'une quinzaine de pages aux différentes farines obtenues à chaque stade de la bluterie¹⁰⁰¹. Chacune a sa clientèle : la fleur de farine et la farine blanche pour les bourgeois, la farine bise pour le petit peuple, et jusqu'au son réservé aux animaux. Plusieurs déclinaisons existent encore : « *farine blanche, bis blanc, gruau blanc, gros gruau ou gruau gris, recoupettes, recoupes, et enfin le son ou bran* »¹⁰⁰².

Les auteurs latins, dont Pline, nous racontent le grand intérêt des Romains pour les blés fournissant une farine panifiable dont la blancheur trahit la qualité : « *A vrai dire, j'appellerai le siligo (triticum hibernum) un froment délicieux, à cause de sa blancheur, de ses qualités et de son poids. [...] Le siligo fournit le plus beau pain et les produits les plus estimés des boulangeries. Le meilleur pain se fait en Italie, pourvu qu'on mêle au siligo de Campanie celui de Pise* »¹⁰⁰³. Pline mentionne même dans ce passage l'ajout de craie qui rend le pain plus blanc, mais aussi « *plus pesant* ».

En Gaule, le pain à pâte levée « à la romaine » est prisé des populations urbaines et aisées qui veulent

993 *Ibid.*, p. 158

994 Recensés dans PEÑA-CHOCARRO, ZAPATA 2003, p. 102 ; VARRON, *L'Économie rurale*, I, 63 ; PLINE, *Histoire Naturelle*, XVIII, 23, 1 ; OVIDE, *Fastes*, I, 693.

995 NESBITT, SAMUEL 1996, p. 48 ; GRANSAR *et al.* 2000, p. 239 ; PROCOPIOU 2003, p. 120 ; PEÑA-CHOCARRO, ZAPATA 2003, p.103

996 NESBITT, SAMUEL 1996, p. 53

997 Si les glumelles peuvent être consommées, les glumes doivent être écartées : VALAMOTI 2011, p. 21 ; PROCOPIOU 2003, p. 117 et 124 ; ALONSO *et al.* 2013, p. 166

998 BUCQUET 1790, p. 70

999 ALONSO 2014b, p. 124-126

1000 BAUDAIS, LUNDSTRÖM-BAUDAIS 2002, p. 173

1001 PANCKOUCKE 1788, p. 24-41

1002 *Ibid.*, p. 28

1003 PLINE, *Histoire Naturelle*, XVIII, 20, 1-2

approcher un mode de vie « civilisé »¹⁰⁰⁴, alors que les soupes et les bouillies à l'eau ou au lait demeurent largement consommées, notamment à la campagne et en milieu modeste. Témoigne de cette distinction sociale la vaisselle fermée caractérisant la préparation de plats liquides bouillis à la campagne alors que les récipients ouverts servant aux plats rôtis et mijotés se multiplient en ville dès la seconde moitié du I^{er} siècle¹⁰⁰⁵.

D'autre part, si l'orge et l'épeautre sont panifiables, l'amidonner souvent majoritaire dans les spectres carpologiques du nord de la Gaule, ne l'est pas, ce qui implique un autre mode de consommation que le pain levé que nous imaginons. Or le nettoyage ne doit pas être aussi abouti pour la préparation d'une bouillie que pour celle d'un pain blanc, et la présence de son en quantité raisonnable pose peu de problème d'assimilation des nutriments par le système digestif humain (20 à 30 % dans le pain complet actuel). Si un tri préliminaire est indispensable pour éliminer le gros de la balle, la cuisson ou la fermentation améliorent encore la digestibilité de l'amidon et peuvent compenser la forte présence de fibres¹⁰⁰⁶. À condition de trier et de tamiser plusieurs fois le produit moulu « à la grosse », ce mode de consommation dispense donc l'opérateur d'un pénible travail de décorticage et peut justifier économiquement la pratique massive du rayonnage à une échelle régionale. Pour filer l'argumentaire, il faut peut-être mettre en relation la consommation de froment et de pain à pâte levée dans les villes avec l'absence de rayonnage sur les meules de type Pompéi.

11.2.4.3 Grains vêtus et rayonnage

Aux alentours de la Révolution française, C. Bucquet fait observer que « *les meules molles [en grès, par opposition aux meules dures en meulière], piquées à coups perdus, ne peuvent moudre que le blé seulement, et qu'il faut absolument des rayons pour moudre les gruaux et pour enlever la pellicule ; sans quoi la farine est grosse, molle, compacte, mal évidée, suivant les expériences qui en ont été faites en Périgord et en Poitou* »¹⁰⁰⁷.

Dans un autre cadre chrono-culturel, un rapport de la FAO¹⁰⁰⁸ sur le traitement des céréales vivrières à la fin du XX^e siècle signale « *un type traditionnel de décortiqueur à meules où le grain se présente à l'horizontale et qui est utilisé en Orient depuis des temps reculés. [...] Les disques sont faits d'argile séchée au soleil et portent des langues de bambou insérées perpendiculairement selon différents angles [formant un rayonnage composé droit : fig. 313] afin d'entraîner les grains vers la périphérie et d'accroître l'action abrasive. Les décortiqueurs à meules sont relativement bon marché, faciles à utiliser et à entretenir, mais ils endommagent en général les grains et causent la perte des germes qui sont irrécupérables.* »

En considérant le monde égéen classique dont la prédilection pour l'orge vêtue¹⁰⁰⁹ et notamment pour la *maza* (pâte crue à base de farine d'orge)¹⁰¹⁰ est débattue par M.-C. Amouretti, il apparaît que le rayonnage est pratiqué dès le V^e siècle av. J.-C. sur les meules à trémie de type « Olynthe »¹⁰¹¹.

1004 FLORENT, DERU 2012, p. 284-285 ; MATHELARD *et al.* 2014, p. 292

1005 FLORENT, DERU 2012, p. 306 ; MATHELARD *et al.* 2014, p. 291

1006 AMOURETTI 1986, p. 115

1007 BUCQUET 1790, p. 69

1008 *Food and Agriculture Organisation*, la commission des Nations Unies pour l'agriculture et l'alimentation : O'KELLY, FORSTER 1983, p. 33

1009 « *Selon nous, l'Antiquité classique connaît plusieurs variétés d'orge, nue et vêtue, mais la variété dominante serait la plus proche de l'orge commune du monde moderne, l'escourgeon, Hordeum vulgare L., à grain vêtu et à six rangs. [...] Ce qui caractérise l'alimentation céréalière de la Grèce à l'époque classique, c'est l'utilisation conjointe de l'orge et du blé nu dans leur culture et leur alimentation, à l'exception des Spartiates, dont l'alimentation restait par tradition majoritairement dominée par l'orge.* » : AMOURETTI 1986, p. 38-39. L'auteure rappelle par ailleurs, après lecture des agronomes du XIX^e siècle, que « *l'orge commune, vêtue, se bat sur l'aire, se dépie dans le Midi, facilement lorsqu'elle est bien mûre. Elle ne garde qu'une légère enveloppe, et surtout les barbes qui ne partiront qu'après passage à la meule et blutage, ou grillage.* » : *Ibid.*, p. 38.

1010 « *La maza est un véritable aliment national des Hellènes.* » : AMOURETTI 1986, p. 125

1011 FRANKEL 2003, p. 9-10

Des rainures parallèles longitudinales, transversales ou obliques « en arêtes de poissons » semblent devoir améliorer la mouture et diriger le grain vers l'extérieur du moulin. D'après N. Alonso et R. Frankel, ce rayonnage a même une fonction très précise : il permet le cisaillement du grain et non plus son écrasement. Les portions de son qui en résultent sortent plus grosses du moulin et peuvent être éliminées plus facilement¹⁰¹². De même, certains moulins rotatifs ibériques de l'Âge du Fer sont rayonnés au III^e siècle av. J.-C., ce qui est considéré comme un moyen de simplement augmenter les rendements mais pourrait de la même façon répondre à un besoin de traiter efficacement les grains vêtus¹⁰¹³.

Il est donc tentant d'associer la culture des céréales vêtues, épeautre et amidonnier notamment pour la zone considérée, et le rayonnage des meules dans une région où les deux sont pratiqués simultanément. Et si la mouture de grains vêtus sans rayonnage semble possible notamment pour l'orge¹⁰¹⁴, il faut supposer que celui-ci l'améliore en réduisant peut-être le nombre de passages du produit dans le moulin et en facilitant le tri du produit moulu. D'autant que, dans les régions tempérées à humides du nord-ouest européen et pour des questions de conservation, le traitement des céréales et donc le décortilage semblent devoir être effectués au jour le jour directement avant la mouture et la préparation alimentaire, ce qui est extrêmement contraignant¹⁰¹⁵. Cet aménagement systématiserait et optimiserait donc le traitement d'espèces vêtues dont la présence est quasi exclusive au nord du bassin de la Somme jusqu'à la fin de l'Antiquité. La mouture peut ainsi être réalisée d'une manière comparable à celle pratiquée dans le reste de la Gaule malgré le handicap que représente *a priori* le traitement de plantes rustiques dont la culture est imposée par la pédologie.

D'autre part, les premiers rayonnages apparaissent subitement dès l'installation des troupes d'Auguste en Germanie. Il est possible d'entrevoir un lien entre leur développement et l'arrivée de l'armée romaine dans cette région qui ne cultive que des grains vêtus. On peut alors concevoir l'application d'un système connu autour de la Méditerranée à des outils fabriqués dans les régions conquises pour libérer les légionnaires de ce travail fastidieux de décortilage préalable à la mouture qui auparavant était peut-être réalisé au mortier. Nous proposons en outre de faire le lien entre ces pratiques et l'élargissement de l'œil des catillus manuels qui se dotent de mortaises adjacentes au I^{er} siècle de notre ère (voir § 10.4.8.2.2). Le chargement de grains enrobés de leur enveloppe ne pose plus de problème comme cela aurait pu être le cas avec un œil étroit pivotant librement autour de l'axe de rotation. La conclusion la plus logique à apporter à cette série de constats réside en un chan-

Figure 313 Décortiqueur à meules d'argile et lames de bambou observé au XX^e siècle « en Orient ». D'après O'KELLY, FORSTER 1983, fig. 64. © FAO

1012 ALONSO, FRANKEL 2017, p. 467

1013 ALONSO, PÉREZ-JORDÀ 2014, p. 246-247

1014 ALONSO *et al.* 2013, p. 166

1015 NESBITT, SAMUEL 1996, p. 50 ; VAN MOL 2002, § 16 ; PEÑA-CHOCARRO, ZAPATA 2003, p. 100

gement de pratique important qui interviendrait entre La Tène finale et l'époque augustéenne dans le nord de la Gaule. Le couple œil étroit et absence de rayonnage avant la conquête serait à mettre en relation avec la pratique d'un décorticage au mortier suivi d'une mouture simple ; le couple œil élargi et rayonnage témoignerait d'une seule opération de décorticage/broyage précédant un tamisage attentif et, pourquoi pas, une consommation d'au moins une partie des enveloppes.

Ces idées théoriques nécessiteraient d'être développées par l'expérimentation et par d'importants travaux pluridisciplinaires associant archéobotanique, céramologie et étude des meules, à l'instar de ce qui a été réalisé en Espagne. À titre d'exemple et afin d'initier la réflexion sur le sujet, des analyses de résidus végétaux ont été menées à notre initiative sur un couple de meules manuelles rayonnées en Grès de Macquenoise issu des fouilles de la villa de Marquion (Pas-de-Calais)¹⁰¹⁶. Des sédiments ont été prélevés sur la face active des deux meules et comparés à ceux provenant des faces non actives servant d'échantillons témoins. L'étude a mis en évidence une forte présence sur les faces actives de phytolithes correspondant à des restes de balle de céréales vêtues. Cette concentration révèle soit un très mauvais décorticage préalable à la mouture, soit une mouture directe de grains non débarrassés de leur balle. Cet exemple unique interdit évidemment de tirer des conclusions générales sur la pratique du rayonnage, mais fournit des arguments pour exploiter cette piste. Il faudra générer d'autres collaborations avec les carpologues afin de multiplier ce genre d'observation et en tirer des interprétations correctes.

Les expérimentations entreprises en 2011 par S. Lepareux-Couturier à la limite entre l'Aisne et la Seine-et-Marne, temporairement interrompues, sont à cet égard très prometteuses et ne demandent qu'à être poursuivies¹⁰¹⁷. Un premier moulin manuel rayonné en Grès de Fosses-Belleu a été extrait des bancs de Bézu-le-Guéry ; un autre moulin, non rayonné, devra servir de témoin. Après leur façonnage ces deux moulins procéderont à la mouture de différentes espèces végétales et, si l'aventure est menée à terme, devrait permettre de tester le traitement des grains vêtus à la meule rotative. Véronique Zech-Matterne, carpologue du Muséum National d'Histoire Naturelle, interviendra après chaque étape pour observer le produit résultant de la mouture. La possibilité du décorticage à la meule pourrait alors être confirmée, et le rôle du rayonnage démontré.

11.2.4.4 De l'Antiquité au temps modernes

Concernant le problème de transmission de la pratique du rayonnage entre les époques romaine et moderne, il nous faut pour le moment conclure à une restriction technique suivie d'une réappropriation plutôt qu'à la disparition/réapparition d'une pratique sous la même forme. Dans les documents carolingiens, le froment apparaît très prisé, souvent suivi du seigle, ce qui implique une libération des tâches de décorticage¹⁰¹⁸. L'épeautre, céréale vêtue, reste consommé dans le nord de la France, en Belgique et en Rhénanie. Il faut lui supposer un mode de traitement différent de celui exercé à l'époque romaine, peut-être de nouveau au mortier. L'inventaire reste à faire pour le Moyen Âge, mais le rayonnage reste surtout attesté pour le broyage de produits minéraux durs¹⁰¹⁹.

À partir du XVIII^e siècle, dans un contexte de Révolution industrielle, les procédés de mouture sont théorisés. Le rayonnage est généralisé pour prolonger le passage du grain entre les deux meules et donc compenser l'impossibilité d'augmenter le diamètre des meules indéfiniment. Il favorise aussi le bon déroulement du grain entre les deux meules et l'aération de la farine. Un transfert technique

1016 Ces analyses ont été financées par L'Inrap dans le cadre de l'étude exhaustive du macro-outillage lithique issu des opérations préalables au creusement du Canal Seine – Nord Europe, et réalisées par P. Verdin (dans PICAVET 2014a, p. 232-235)

1017 LEPAREUX-COUTURIER *et al.* dans *GROUPE MEULE*, rapport de PCR 2013, p. 497-520

1018 DEVROEY 2013, p. 63

1019 MINVIELLE-LAROUSSE 2017, p. 418 et fig. 24 à 26

est donc de nouveau opéré entre le broyage efficace de produits durs au Moyen Âge, et la meunerie dont la pratique et les rendements sont optimisés à l'époque moderne. Comme le rappelle encore M. Mauss au sujet de la transmission des savoir-faire techniques, « *on entre ici dans un domaine qui n'est pas seulement celui de la science, mais aussi où intervient la pratique consciente. L'inventeur a sa logique théorique, qui lui est propre ; mais c'est cette notion de la solution pratique du problème qui est la notion dite de technicien.* »¹⁰²⁰ Le rayonnage est donc une pratique consciente qui répond à un problème posé, et cette pratique peut être partagée. Ce partage peut être oral, par transmission d'une tradition technique empirique ; il peut être écrit, ce qui amène les techniciens à théoriser ces pratiques pour les optimiser¹⁰²¹. Cette théorisation, flagrante au « siècle des Lumières », est mal perçue à l'époque romaine, l'essentiel des textes techniques ayant probablement disparu. L'application pratique, presque trait pour trait, du modèle de moulin à eau décrit par Vitruve semble en tout cas aller dans ce sens. Concernant le rayonnage, sa régularité et sa systématisation à l'échelle d'une vaste région traduit en tout cas une pratique rationalisée¹⁰²².

12 L'OBJET EN QUESTION : ENTRE CONTRAINTE TECHNIQUE ET HABITUDES CULTURELLES

Pour l'époque gauloise et le haut Moyen Âge, la faiblesse de la série prise en compte ne rend pas pertinente son appréhension au moyen de calculs statistiques, et l'analyse fait presque figure de description individuelle « au cas par cas ». Certains phénomènes sont toutefois mis en relief et méritent d'être rappelés. Pour l'époque romaine en revanche, les données sont très abondantes et nécessitent d'être abordées par la prise en compte de « paquets » définis par une suite de variables. La sériation de ces variables aide dans un premier temps à identifier les caractères déterminants de la morphométrie et à discrétiser les données dans des classes logiques. Dans un second temps, leur confrontation avec des données techniques nous éloigne des tendances chiffrées pour nous rapprocher de l'objet, et favorise l'assimilation de ces paquets de nombres à des types de moulins. Le classement obtenu témoigne donc d'une pratique de la mouture à une période donnée en définissant les équipements nécessaires pour répondre à des besoins spécifiques. Il est ainsi proposé de travailler à partir d'assemblages au même titre que pour le mobilier céramique¹⁰²³. Un assemblage sera caractéristique d'une pratique de la mouture pendant une phase chronologique donnée.

Tout au long de notre développement, il est apparu que l'analyse morphologique et technique des meules doit être mise en relation avec leur lithologie pour comprendre les phénomènes complexes mis en évidence et qui seront développés d'un point de vue socio-économique. Si la première dresse les grands traits de l'évolution des formes en lien avec la progression de la pratique de la mouture et de son échelle, la seconde révèle l'existence de bassins techno-culturels dans lesquels sont exploitées et mises en forme des roches soigneusement sélectionnées selon des habitudes techniques transmises d'une génération de meulier à une autre.

On s'aperçoit que le classement dévoile des séries cohérentes, uniformément réparties sur le territoire pour répondre à des besoins universels, mais également des ensembles à première vue incohérents qui devront par la suite être analysés dans leur contexte pour mettre en lumière des particularismes régionaux. Il en est ainsi des grandes meules en arkose grossière ardennaise, mises au jour essentiellement entre le bassin de la Somme et celui du Rhin, et presque uniquement à la campagne (voir § 14.4.2.2).

Ainsi et suivant cet exemple, les roches conditionnent parfois le type de meule façonné, révélant l'importance de leurs propriétés mécaniques. Inversement, et c'est le cas dans la plupart des situa-

1020 MAUSS 1947, p. 41

1021 SCHLANGER 1991, p. 128

1022 WILSON 2002, p. 4-6

1023 DERU 2007

tions, des roches différentes fournissent des types de meules équivalents pour approvisionner des bassins économiques voisins.

Parallèlement à ces bassins économiques, les contours de bassins techno-culturels se dessinent à la faveur de variations typologiques (à l'époque gauloise) et de distinctions techniques (à l'époque romaine). Au haut Moyen Âge, la restriction des énergies employées provoque aussi un resserrement typologique et technique, mais l'innovation que représente le moulin à perche ouvre une nouvelle branche morphologique dont il est encore difficile d'appréhender l'origine.

12.1 Évolution morphologique des meules de La Tène moyenne à l'époque carolingienne

12.1.1 Contraintes énergétiques

Le premier constat repose sur l'évolution des énergies employées et de leur mise en œuvre. Celles-ci conditionnent les aménagements techniques pratiqués. Héritière de la meunerie va-et-vient, la mouture rotative reste manuelle tout au long de La Tène moyenne et finale, alors que sont observés les premiers habitats groupés dans les *oppida*. Alors que dans la péninsule ibérique les sites fortifiés de l'Âge du Fer s'équipent de moulins « poussés » de grand format¹⁰²⁴, en Gaule l'échelle de transformation alimentaire reste domestique, chaque foyer étant équipé de son moulin manuel. Cela reste majoritairement le cas après la conquête romaine alors que se développe l'application de la traction animale et de l'énergie hydraulique à la préparation alimentaire dès la première moitié du I^{er} siècle de notre ère (fig. 314 et 315). À cet égard, l'émergence des « moulins de meunerie » en contexte civil est quasi contemporaine voire à peine postérieure à celle constatée en Narbonnaise après l'époque augustéenne¹⁰²⁵. Elle répond aux transformations territoriales entreprises par les premiers empereurs en Gaule, notamment exprimées à travers un nouveau regroupement de l'habitat, et qui nécessitent la mise en place d'un système d'approvisionnement alimentaire des populations à plus large échelle. Ce développement doit toutefois être relativisé puisque dans le nord, la mouture manuelle domestique reste largement prédominante alors que dans le sud-est elle fait figure d'appoint aux côtés d'une meunerie de rendement majoritaire¹⁰²⁶.

Le trio énergétique manuel/musculaire/hydraulique demeure une réalité tout au long de l'époque romaine, autant en ville qu'à la campagne, et montre une adaptation des activités de mouture aux différentes conditions matérielles de leur pratique, de ceux qui la pratiquent et du milieu dans lequel elles sont pratiquées. Après un hiatus de plus d'un siècle pendant lequel aucune meule n'est reconstruite dans les séries archéologiques (milieu V^e - VI^e siècle), le matériel de mouture manuel apparaît radicalement changé alors que les meules hydrauliques montrent peu d'évolution morphologique. Les premières témoignent de l'appropriation d'un nouveau système de mise en rotation manuelle, le moulin à perche, alors que les secondes restent entraînées de la même façon qu'à l'époque romaine et probablement sur les mêmes sites de moulins. D'après les éléments disponibles dans les séries archéologiques et dans la littérature, la traction animale semble disparaître.

12.1.2 Les meules manuelles

12.1.2.1 Morphologie

La forme générale et les dimensions des meules sont les premiers témoins de cette évolution des énergies et subissent des changements autant progressifs que par à-coups. Bien que le phénomène

1024 ALONSO, PEREZ JORDA 2014

1025 LONGEPIERRE 2013, p. 371

1026 *Ibid.*

varie d'une roche à l'autre et d'une région à l'autre, comme il a été démontré au cours du développement, une tendance générale se décale à grande échelle. La mise en série de l'ensemble des données acquises physiquement, auxquelles se joignent celles recueillies par dépouillement bibliographique, montre clairement un accroissement progressif du diamètre des meules entre La Tène C et l'époque carolingienne dans la zone circonscrite par le bassin de la Seine et celui du Rhin (fig. 316). La principale difficulté réside dans l'obtention de pièces datées à moins de deux siècles et qui peuvent s'intégrer dans un classement par période large. L'autre biais est géographique puisque la prise en compte d'une aire aussi vaste implique le dépassement des bassins techno-culturels et donc l'appréhension de séries aux caractéristiques morphologiques différentes. Ainsi, si les meules gauloises prises en compte dans le § 10.2.2 montraient une évolution irrégulière en affinant la chronologie en sous-périodes (forts diamètres à La Tène C1, diminution à La Tène C2-D1, puis ré-augmentation), l'intégration des données relatives à la vallée de l'Aisne tire la série vers le haut puisque certaines meules y atteignent déjà la cinquantaine de centimètres à La Tène D. Ce sont essentiellement des meules de type Pommepuy 1, très exceptionnelles dans notre corpus. Ainsi, hormis dans cet espace méridional de notre étude qui voit la généralisation du moulin rotatif avant les régions plus septentrionales, les meules gauloises excèdent rarement la quarantaine de centimètres. Au cours de La Tène C, les mesures s'avèrent dispersées et révèlent les tâtonnements liés à l'appropriation de la technologie nouvelle qu'est le moulin rotatif. Elles se recentrent dès la fin de La Tène C (La Tène C2-D1) pour ré-augmenter très progressivement jusqu'à la fin de l'Antiquité.

Dans la plupart des cas, la forme des catillus est d'abord tronconique ou hémisphérique et très haute (rapport hauteur/diamètre entre 1/2 et 1/4), ce qui leur confère un poids minimum assurant une certaine inertie et une capacité suffisante d'écrasement du grain. À l'époque augusto-claudienne, certaines productions font preuve d'une incroyable permanence (poudingue normand, grès quartzitique tertiaire) alors que d'autres amorcent une transformation assez radicale. Les meules qui conservent une forme tronconique ou hémisphérique montrent encore un rapport hauteur/diamètre très élevé (1/3 à 1/4) alors que celles qui tendent déjà vers le cylindre à cuvette s'amincissent (rapport 1/4 à 1/5).

À l'époque romaine dans la plupart des lithocorpus, la forme devient tout à fait cylindrique au milieu du I^{er} siècle, ce qui provoque mécaniquement un élargissement de la cuvette supérieure du catillus. Seules les meules en poudingue normand conservent encore, et pour des raisons qui nous échappent (probablement liées à la lithologie), leur forme laténienne hémisphérique ou tronconique jusqu'au IV^e siècle, période à laquelle elles disparaissent.

Tous matériaux confondus, le diamètre augmente en lien avec une épaisseur qui décroît (rapport hauteur/diamètre entre 1/4 et 1/6, voire 1/7), et un diamètre d'une cinquantaine de centimètres

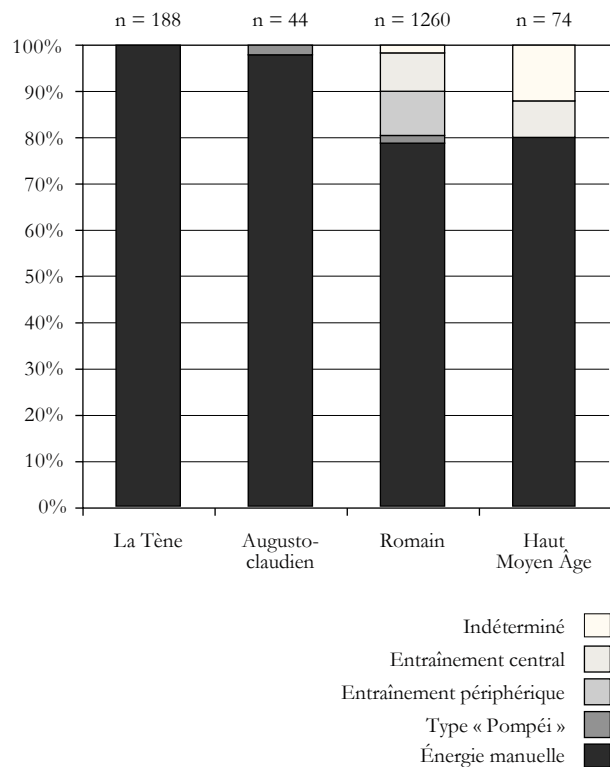


Figure 314 Représentation des énergies employées pour l'entraînement des moulins à grain (hors type « Brillon » en arkose grossière)

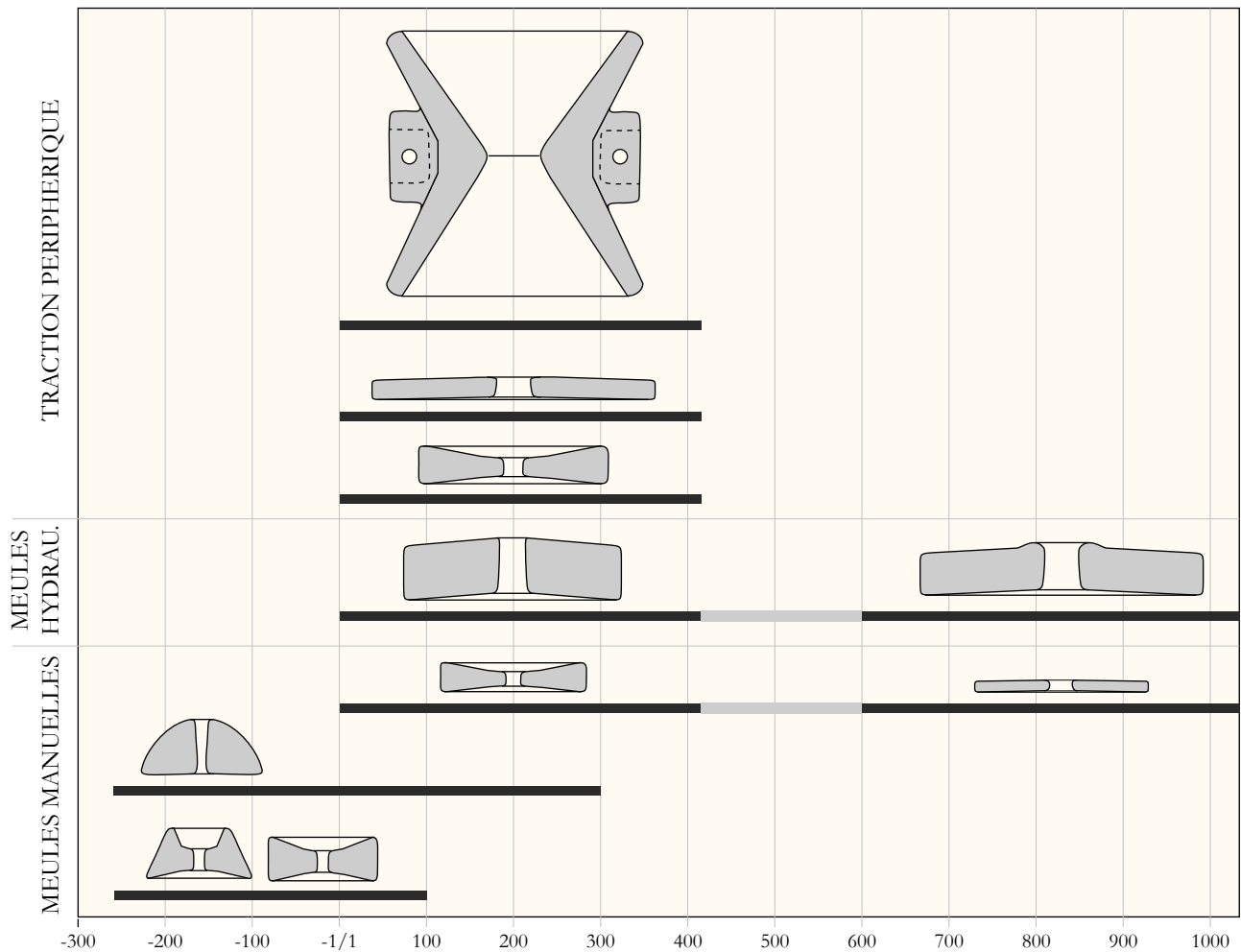


Figure 315 Chronologie des types de meules entre La Tène moyenne et l'époque carolingienne.

est reconnu constituer la limite supérieure d'amplitude du bras humain. Les analyses statistiques menées ici montrent que cette limite peut être établie autour de 52 (d'après le diamètre de l'œil des metas) ou 52,5 cm (d'après l'analyse statistique des mélanges - *mixture analysis*), mais il nous faut reconnaître que les pièces dont le diamètre est compris entre 50 et 55 cm doivent être abordées avec beaucoup de précautions. En effet, l'intégration des catillus à cuvette dans un test « k-means clustering » constitue deux paquets (*clusters*) contenant d'une part les catillus de plus de 50,5 cm, d'autre part ceux au diamètre inférieur à cette mesure. Les pièces comprises dans la fourchette la plus élevée de la série des meules manuelles et certaines qui la dépassent (globalement entre 43 et 55,5 cm de diamètre) montrent des systèmes d'assistance à la mise en rotation tels que des logements d'anille infère servant au réglage de l'écartement des meules.

Après le hiatus des V^e et VI^e siècles, la forme des meules manuelles apparaît soudain radicalement différente. La face supérieure du catillus autrefois creusée en cuvette apparaît plane ou convexe et parfois coiffée d'un bourrelet péri-oculaire. Le diamètre est, dans l'ensemble, plus élevé qu'à la période romaine (35 à 55 cm, médiane 47 cm à l'époque mérovingienne ; 41 à 62 cm, médiane 48,2 cm à l'époque carolingienne). Conjointement à cet accroissement, l'épaisseur des catillus comme des metas diminue fortement, comprise entre 2,3 et 11 cm (médiane 6 cm) pour toutes les meules largement datées du haut Moyen Âge. Le rapport hauteur/diamètre est maintenant de 1/7 à 1/8, conférant aux meules une forme de « galette » très plate. Le cas des meules carolingiennes en roche volcanique de l'Eifel illustre à merveille ce phénomène puisque celles-ci montrent une épaisseur

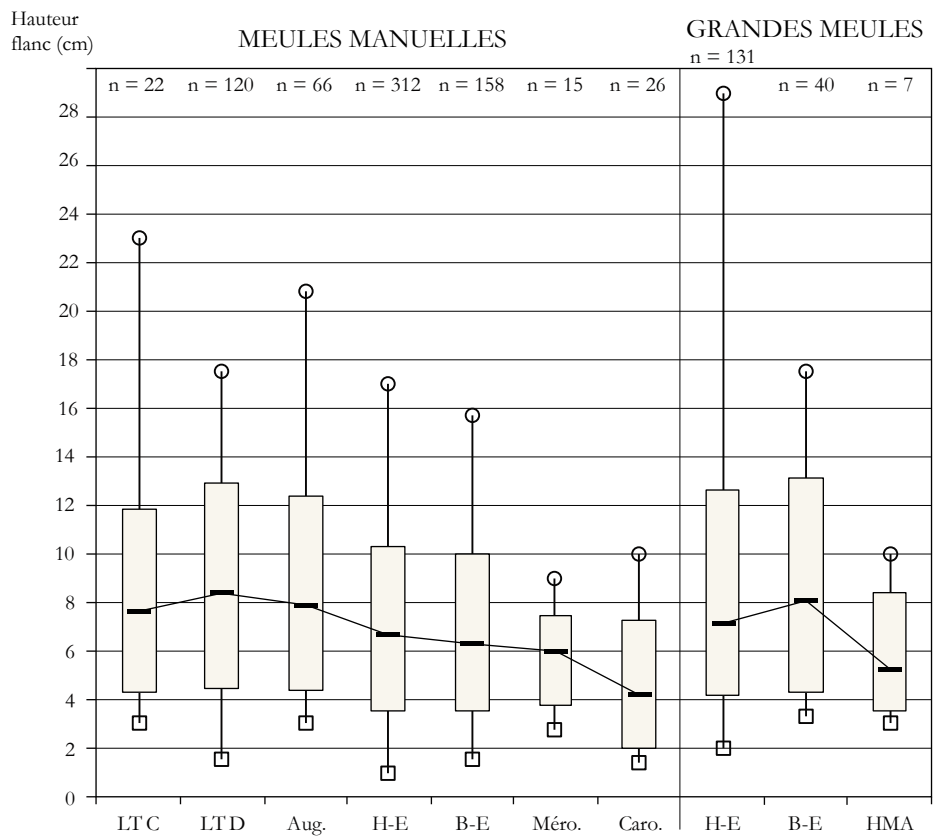
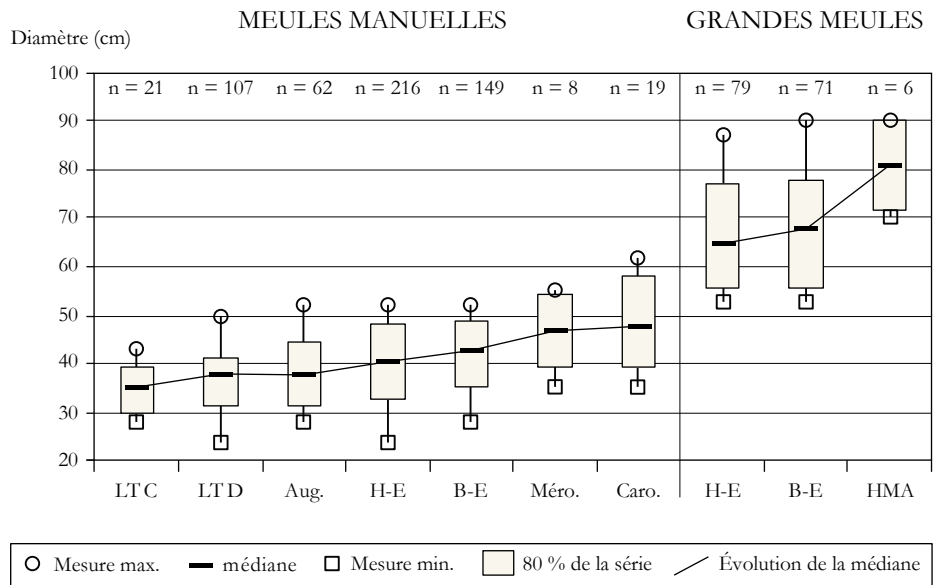


Figure 316 Évolution globale du diamètre (A) et de l'épaisseur (B) des meules de La Tène C à l'époque carolingienne. Ont été intégrées à ces quantiles synthétiques les pièces identifiées dans la littérature entre la Seine et le Rhin et datées à moins de 2 siècles. Pour La Tène C-D, l'apport des données de la vallée de l'Aisne (POMMEPUY 1999) tire les séries vers le haut puisque certains diamètres y atteignent déjà 50 cm.

médiane de 2,85 cm. Les autres roches, majoritairement originaires du Bassin parisien, fournissent des meules un peu plus épaisses, excédant globalement les 5 voire 6 cm. Par rapport à l'Antiquité, le diamètre croît soudainement et dépasse souvent la cinquantaine de centimètres, ce qui implique ici encore un dispositif d'assistance à la mise en rotation. Comme à l'époque romaine, celui-ci consiste d'abord en un logement d'anille infère qui sert au réglage de l'écartement des meules. Le deuxième dispositif d'assistance émerge à partir de l'époque mérovingienne avec les premières manifestations

archéologiques du moulin « à perche ». Ce système, non attesté auparavant, permet par effet de levier d'entraîner des meules au diamètre excédant l'amplitude du bras.

Sur le plan technique, l'aplatissement général des formes répond au besoin d'augmenter les rendements du moulin manuel domestique, tout en allégeant les meules pour leur transport. Ce dernier paramètre est un enjeu majeur puisque le coût du transport représente une part importante du prix de la meule neuve (voir § 13.1.2 et 13.5.2.5.3). Parallèlement à ce critère économique, l'accroissement du diamètre provoque mathématiquement un développement de la superficie des faces actives. Le grain passe ainsi plus de temps entre les deux meules avant son évacuation et la mouture en est améliorée, réduisant probablement le nombre de passage du grain dans le moulin.

12.1.2.2 Les principaux changements techniques

Si les dimensions des meules connaissent une évolution positive très progressive tout au long de la période prise en considération, les aménagements techniques associés à l'entraînement et à la liaison des meules connaissent des mutations assez radicales d'une période à l'autre. Ces variations révèlent, d'une part l'apparition de systèmes nouveaux liés à des apports techniques extérieurs, d'autre part des transformations qui tiennent de la transmission interne de techniques de taille au sein des ateliers.

Jusqu'au milieu du I^{er} siècle, l'œil des catillus manuels est simplement circulaire au nord de la vallée de l'Aisne, de l'embouchure de la Seine à celle du Rhin. Dans 1/3 des cas, la paroi de l'œil est fortement polie à lustrée, ce qui trahit la rotation libre du catillus autour du pivot introduit et calé dans l'œil de la meta. Dans les autres cas, il faut supposer un dispositif d'emmanchement latéral communiquant horizontalement avec l'axe de rotation *via* le trou d'emmanchement prolongé dans l'œil du catillus (trou d'emmanchement de type 2). Dans la première situation le système de centrage est absent, dans la seconde il est intimement lié au dispositif d'entraînement.

Avec l'élargissement des cuvettes supérieures à partir de l'époque augusto-claudienne, le trou d'emmanchement latéral ne surgit plus dans l'œil mais dans la cuvette, immédiatement au-delà du bandeau (type 4). L'aménagement hérite morphologiquement du précédent mais, techniquement, adopte une fonction différente. Le système de préhension devient ainsi indépendant de celui servant au centrage. Le premier reçoit des broches métalliques faisant émerger un anneau sur le flanc pour la fixation d'une manche vertical. Le second prend une forme complexe ou, à défaut, s'élargit, laissant à la fois place à une anille « boîtard » et à l'introduction du grain dans le moulin. L'encoche d'emmanchement latérale supérieure (type 6) relevée sur certains catillus manuels de Germanie et de la plaine littorale ménapienne témoigne de l'emploi du même type de manche latéral mais avec un mode de fixation différent. La généralisation de cet aménagement autour de la Méditerranée dès l'Âge du Fer évoque une origine probablement méridionale. Comme dans le sud de la Gaule, il est parfois associé à un logement d'anille destiné à surélever le catillus en plus de centrer la rotation. Ce système complexe, comme l'adaptation de logements d'anille infères sur les catillus manuels, n'est attesté qu'à partir du milieu du I^{er} siècle de notre ère.

Un nouvel aménagement apparaît par ailleurs au haut Moyen Âge et probablement dès l'époque mérovingienne, sous la forme d'une cupule peu profonde creusée en partie distale de la face supérieure du catillus, et dont la paroi est fortement polie à lustrée. Cette nouvelle perforation est l'un des premiers témoins tangibles de l'actionnement du moulin manuel par une perche, bien connu dans les sources du Moyen Âge jusqu'au XX^e siècle. Elle reçoit en rotation libre l'extrémité inférieure d'une perche reliée à une potence sus-jacente, créant ce lustre de la paroi. Par rapport aux époques précédentes, la rupture tant morphologique que technique est absolue, sans qu'il ne soit possible de déterminer ni l'origine ni les raisons de cette mutation. L'examen dont nous devons nous contenter

est celui d'une apparition des premiers moulins à perche immédiatement après l'époque romaine (V^e siècle en Narbonnaise et ponctuellement ailleurs en Gaule). Il faudra cependant multiplier les études de mobilier en contexte, et surtout combler le déficit de données concernant les V^e et VI^e siècles dans le nord de la Gaule avant de résoudre cette question cruciale.

12.1.3 Les meules à traction périphérique

Si les premiers moulins « poussés » sont identifiés dans le nord-est de la péninsule ibérique à l'Âge du Fer et si les moulins de type « Pompéi » sont répandus dans la République romaine dès le II^e siècle av. J.-C., les meules à traction musculaire périphérique ne sont pas attestées dans le nord de la Gaule et en Germanie avant la conquête romaine. D'après les analyses géochimiques menées sur le fragment de meule pompéienne du Titelberg par T.M. Gluhak, cette pièce d'époque augustéenne provient du Massif Central et aurait suivi les troupes romaines fraîchement installées sur l'oppidum¹⁰²⁷. Un autre exemplaire est relevé dans la littérature dans le fort romain d'Haltern (Rhénanie-du-Nord-Westphalie) à l'époque augustéenne et proviendrait déjà des ateliers de l'Eifel¹⁰²⁸. Par la suite, ces meules typiquement romaines sont présentes dans la plupart des chefs-lieux de Cités et souvent manufacturées dans des roches régionales (Grès de Fosses-Belleu, calcaire à glauconie et nummulites, roches volcaniques de l'Eifel).

Parallèlement à ce type de meule, dès la première moitié du I^{er} siècle, des catillus cylindriques à cuvette de grand format montrent des aménagements techniques permettant un entraînement périphérique (type Oisy-le-Verger). Ces meules sont des modèles augmentés des meules manuelles puisqu'elles présentent les mêmes caractères morphologiques avec des dimensions plus importantes. Si les catillus manuels montraient un quotient hauteur/diamètre de 1/4 à 1/7, celui de ces catillus de grand format est compris entre 1/3 et 1/10, montrant d'une part une forte épaisseur au regard d'un diamètre encore modeste, d'autre part un fort potentiel d'usure. Leur diamètre est compris entre 51 et 90 cm mais la série est tirée vers le bas par des mesures majoritairement modestes (médiane 61 cm). Les mesures les plus élevées correspondent à un type précis et standardisé de meules de grand format observé en Germanie : le type dit « Haltern-Rheingönheim ».

Le dernier type de meules à traction périphérique est représenté par un seul lithocorpus, celui des arkoses grossières ardennaises (type « Brillon »). Malgré quelques cas relativement épais (le décile supérieur de la série montre un rapport hauteur/diamètre compris entre 1/3 et 1/6), les meules sont très plates avec un ratio compris à 90 % entre 1/6 et 1/20. Le diamètre est compris entre 56 et 96 cm et globalement plus élevé pour cette série que pour la précédente (médiane 70 cm).

Si leur forme diffère, ces moulins à traction périphérique se rejoignent sur la mise en œuvre. Tous disposent d'aménagements qui peuvent accueillir un levier diamétral (perforations verticales sur la face supérieure ou encoches verticales latérales), des bras latéraux (perforations et oreilles latérales), ou un système de cerclage périphérique. Par ailleurs, la découverte et l'identification de structures assimilées à des socles de moulins renforcent nos connaissances sur la pratique de la mouture et du broyage, notamment en milieu rural. L'exemple d'Oisy-le-Verger (Pas-de-Calais) est à ce titre éloquent, fournissant à la fois une base de socle en craie et un demi catillus en arkose rose de 62 cm de diamètre (voir § 9.2.2.1).

Ces moulins à rotation lente sont attestés jusqu'à la deuxième moitié du IV^e siècle. Ensuite, mis à part les fragments de meules romaines découverts en position résiduelle sur les occupations alto-médiévales, la traction périphérique n'est plus attestée en Europe occidentale. À partir de la

1027 Analyses réalisées par T.M. Gluhak au laboratoire du RGZM à Mayence, et financées par le CNRA du Luxembourg (voir rapport d'analyse en annexe).

1028 Analyses réalisées dans le cadre du colloque AGSTR de Mayence en 2017 : JACOTTEY *et al.* (à paraître)

Renaissance, la traction animale n'est plus observée que dans des moulins à manège mais n'est plus transmise directement au catillus. Lui est adapté le système d'engrenage des moulins à eau pour obtenir une multiplication de la vitesse de rotation par le centre. Cette énergie pérenne est utilisée en périodes de basses eau. Elle permet aussi de transporter les moulins pour suivre les troupes en campagne, ou d'approvisionner des sites assiégés ou installés en hauteur et dépourvus de vent régulier.

12.1.4 Les meules à entraînement central

Attestées à partir de la deuxième moitié du I^{er} siècle, les meules à entraînement central se caractérisent par un diamètre important, entre 46 et 88 cm (médiane 62 cm), qui excède la plupart du temps l'amplitude du bras humain. Avec une épaisseur plus élevée que dans le groupe précédent, ces meules montrent aussi une massivité plus importante que les meules à traction périphérique, avec un rapport hauteur/diamètre de près d'1/6 à 1/3. Leur face supérieure est convexe ou plane, ce qui suppose le positionnement d'une trémie sus-jacente pour la distribution du grain.

L'énergie est transmise par l'œil du catillus doté d'un logement d'anille qui lui est périphérique, soit par-dessous (logement d'anille infère), soit par-dessus (logement d'anille-crampon). Le premier système est le plus courant quelle que soit la roche dans le nord de la Gaule et en Germanie et prend place sur des catillus à la face supérieure plane ou légèrement conique, parfois dites de type « Zugmantel ». Le second système est limité aux productions du Massif-Central et particulièrement aux meules hydrauliques coniques de type « Avenches ».

Sur le modèle de moulin à eau décrit par Vitruve¹⁰²⁹, ces meules sont traditionnellement assimilées à des meules hydrauliques. L'hypothèse de l'existence du moulin à manège dès l'Antiquité est en effet trop peu confortée par des indices archéologiques ténus, allant de pair avec le silence des textes antiques sur le sujet (voir § 9.2.2.2).

Après le hiatus des V^e et VI^e siècles, les meules à entraînement central reparaissent dans les collections archéologiques dès l'époque mérovingienne. Ce qui ne veut pas dire qu'elles disparaissent entre temps. La forme des catillus est très similaire à celle des meules romaines, avec une face supérieure plane ou convexe. Leur diamètre augmente puisqu'il est compris, pour tout le haut Moyen Âge, entre 70 et 90 cm (médiane 76 cm). On ne peut toutefois affiner l'évolution des diamètres puisque deux meules en meulière de Haute-Normandie (à Saint-Riquier-ès-Plains et Val-de-Reuil) occupent les deux extrémités de cette fourchette pour la même période mérovingienne. Les autres sont plus largement attribuées à l'ensemble du haut Moyen Âge.

L'entraînement se fait exclusivement par le centre, *via* un logement d'anille infère. D'abord simplement rectangulaire, celui prend une forme complexe en « double C accolés » à une période qu'il est impossible de déterminer actuellement.

12.1.5 La place des metas dans les analyses morphologiques

Les metas sont souvent laissées en marge des études du mobilier de mouture car elles ne sont pas dotées des aménagements d'entraînement des moulins. Hormis le diamètre, le principal indice généralement pris en compte est l'état de l'œil en fonction qu'il perfore la meule totalement ou non. Dans le premier cas, il est supposé laisser passer l'axe de rotation pour le réglage de l'écartement entre les meules, et suppose donc l'existence d'un palier mobile sous-jacent. Dans le deuxième cas, il supporte simplement et sert de calage au pivot central autour duquel tourne le catillus. La question se pose effectivement pour certains corpus qui comportent les deux cas de figure¹⁰³⁰. Dans le nord de la Gaule en revanche, la totalité des œils de meta est perforante. D'ailleurs, la découverte d'un

1029 VITRUVÉ, *Les dix livres d'architecture*, X, 5, 2

1030 CHAUSSAT 2011

moulin manuel complet au sein du mobilier de bord de l'épave De Meern 1 (Utrecht, Pays-Bas) atteste l'insertion d'un manchon en bois dans l'œil de la meta pour le calage du pivot central. Ce pivot est fixe et ne déborde pas vers le bas ; il n'est donc pas relié à un palier mobile pour le réglage du moulin.

En revanche, l'analyse statistique d'une vaste série de metas de toutes dimensions et toutes roches confondues montre une nette différenciation du diamètre de l'œil en fonction du diamètre de la meule et du système d'entraînement. Les metas au diamètre inférieur à 52 cm constituent un premier paquet sur le graphique ; leur œil est quasi exclusivement inférieur ou égal à 6 cm. Les deux groupes suivants excèdent 55 cm. Le premier paquet rassemble les œils inférieurs à 8 cm, le second les œils qui excèdent ce jalon.

Sur cette base, nous sommes en mesure de distinguer les metas de moulins manuels de celles participant de moulins à traction périphérique et à entraînement central. L'œil des premières ne sert qu'au calage du pivot central. Celui des secondes prend la même fonction et rend parfois possible le passage de l'axe pour la surélévation du catillus ; il reste étroit mais est majoritairement plus large que celui des meules manuelles. L'œil des troisièmes laisse passer le gros fer pour la transmission de l'énergie au catillus par le centre ; il est presque deux fois plus large que celui des précédentes.

Les pièces comprises entre 52 et 55 cm de diamètre doivent être abordées avec précaution puisqu'elles peuvent autant faire partie des mesures hautes d'une catégorie que des mesures basses d'une autre. En l'absence de l'œil, il ne sera pas possible de trancher.

Sur le plan économique, une nette différence apparaît entre les productions régionales et celles, taillées en roche volcanique, qui dépassent ce cadre. Les premières ont, dans la grande majorité des cas, une face inférieure plane et pleine qui renforce la stabilité du moulin, mais elles constituent une masse considérable si l'on prend par exemple les grosses meules en Grès de Macquenoise à entraînement central. Leur transport doit être très coûteux et leur diffusion ne dépasse que rarement la centaine de kilomètres. Les secondes, taillées en roche volcanique de l'Eifel ou du Massif Central, ont la face inférieure concave, ce qui les allège sensiblement mais également les fragilise. C'est pourquoi, à de rares exceptions près, la conicité de la face inférieure ne dépasse jamais celle de la face active. Un compromis est réalisé entre le poids et donc le coût du transport, la stabilité du moulin et sa solidité.

12.2 Façonnage et traitement des surfaces

12.2.1 Témoins archéologiques

Pour l'époque gauloise, seule l'observation de la surface des produits finis et utilisés permet d'appréhender les modes de façonnage et d'habillage des surfaces. Il faut donc s'arrêter sur les traces laissées par les outils et cartographier les aménagements techniques pour déceler des variations régionales et comprendre l'économie de la meule.

Sans être extraordinairement riches sur ce thème, les données se multiplient à partir de l'époque romaine. Plusieurs cargaisons retrouvées en cours de route entre les meulières et les sites de commercialisation montrent que le transport d'ébauches de meules est une réalité. Citons la cargaison d'ébauches en Poudingue de Burnot à différents stades d'achèvement draguée dans la Meuse en face de la Pairelle (Wépion, Prov. de Namur), ou encore les ébauches en roche volcanique issues des sablières de La Wantzenau en aval de Strasbourg (Bas-Rhin). Leur finition intervient ensuite dans des ateliers urbains qui revendent à la demande du client, et qui peuvent redistribuer les produits finis sur les marchés régionaux et locaux. L'exemple de l'atelier du « Faubourg d'Aroux » à Autun (Saône-et-Loire) est à ce titre éloquent puisqu'il offre une série d'ébauches de meules provenant du Morvan,

en cours de finition¹⁰³¹. Moins sensationnelles mais aussi intéressantes et plus proches de nous, deux ébauches en roche volcanique de 41,5 cm de diamètre de l'agglomération de Liberchies (Pont-à-Celles, Hainaut - fig. 317)¹⁰³² présentent une face convexe et une face opposée concave ; l'une est percée d'un œil perforant de 4 cm, l'autre n'en comporte pas encore. Une autre ébauche en roche volcanique, plus aboutie, provient du centre-ville de Maastricht. Ses surfaces présentent déjà une finition totale au taillant droit, mais les trous de chargement triangulaires adjacents à l'œil étaient en cours de percement au moment du bris de la pièce (fig. 318).

De la même façon à la fin de l'époque mérovingienne et à la période carolingienne, les *emporia* de la Mer du Nord reçoivent de la même façon des ébauches de meule en roche volcanique provenant de l'Eifel et les réexpédient. Sur 500 pièces enregistrées à Dorestad (Utrecht, Pays-Bas), H. Kars restitue à 1/3 la proportion d'ébauches à cette époque¹⁰³³.

À Autun comme dans les cargaisons qui n'ont jamais atteint ces ateliers urbains, les ébauches sont dégrossies, souvent mises en forme, mais dépourvues de leurs perforations fonctionnelles, œil et trou d'emmanchement. Il est donc possible de faire la différence entre le traitement des surfaces réalisé en amont dans les carrières d'extraction et leurs ateliers et de façonnage périphériques, et les aménagements pratiqués en aval avant commercialisation.

12.2.2 Pratiques d'ateliers

À La Tène moyenne, les premières meules rotatives de la vallée de l'Aisne font déjà l'objet d'une finition assez poussée, signe d'un savoir-faire assimilé. Au contraire, celles taillées en tuf calcaire au nord des monts d'Artois montrent un état d'achèvement plus sommaire et les meules font figure de grosses galettes percées au centre et sur le côté.

À la fin de La Tène moyenne et au cours de La Tène finale, les matériaux durs sont réexploités et montrent clairement l'usage d'outils en fer pour la taille et la finition des meules. Les cupules centimétriques à infra-centimétriques observées sur toutes les meules, toutes roches confondues,

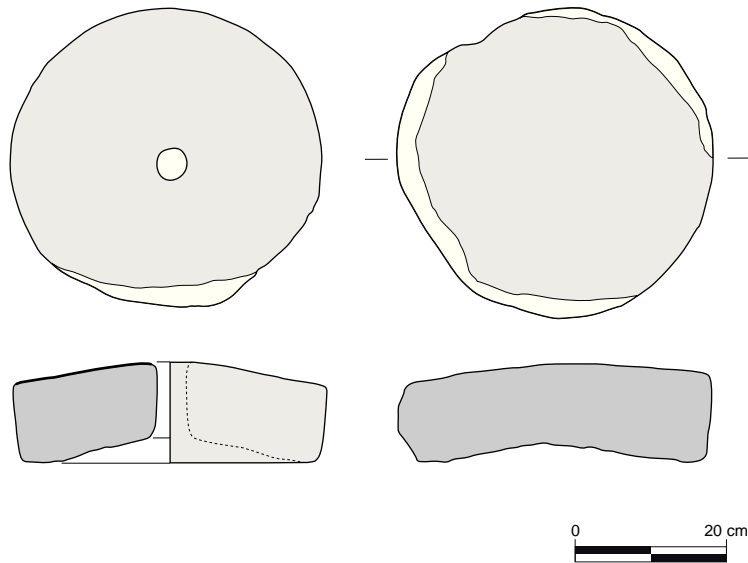
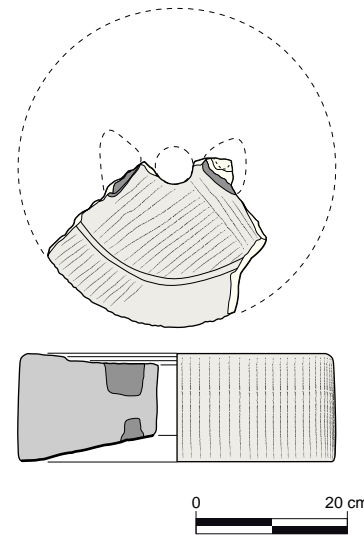


Figure 317 (en haut) Ébauches de meules en roche volcanique découvertes dans le vicus de Liberchies (Hainaut). Dessins éch. 1/10.

Figure 318 (en bas) Ébauche de catillus manuel en roche volcanique découvert dans une cave du vicus de Maastricht (Limbourg néerlandais) « Stokstraat n° 28 ». Dessin éch. 1/10.



1031 JACCOTTEY *et al.* 2017b
 1032 Étude inédite P. Picavet
 1033 KARS 1980

montrent clairement un traitement des surfaces en percussion lancée punctiforme, directe (au pic ou têtù) ou indirecte (à la broche). Certaines surfaces, même visibles, restent toutefois brutes ou simplement adoucies. Les indices manquent pour percevoir où étaient creusés les aménagements techniques à cette période, mais leur homogénéité au sein d'un même lithocorpus tendrait à localiser leur réalisation dans les ateliers liés aux carrières. Par exemple, les trous d'emmanchement relevés dans l'Artois sur les catillus en calcaire lutétien provenant de la vallée de l'Aisne sont les mêmes que ceux observés à cet endroit pour le même type de meules (trous d'emmanchement de type 2 et œil de type 1A sur les catillus tronconiques). Bien que les données lui manquent aussi, F. Mangartz parvient à la même conclusion sur les productions de l'Eifel à La Tène finale¹⁰³⁴.

À l'époque romaine, les objets sortant d'ateliers montrent au moins une régularisation des surfaces, voire une finition poussée assimilée à une « signature » d'atelier, mais les aménagements techniques ne sont pas creusés. C'est le cas des productions de l'Eifel à l'époque romaine qui font l'objet d'un traitement très particulier au taillant droit (ciseau ou marteau taillant) suivant un schéma précis « en quartiers » (meules manuelles et de type Haltern) ou en forme de pelte (meules à entraînement central). Tous les autres lithocorpus font l'objet d'un traitement couvrant à la pointe (pic ou têtù en percussion directe ou broche en percussion indirecte). Toutes les surfaces visibles sont travaillées, ce qui confère à l'objet une image de bien manufacturé et non plus de bloc de pierre.

À l'époque mérovingienne reparaissent des surfaces brutes ou à peine adoucies par martelage. Dans certains cas, on ne peut pas proprement parler d'ateliers de façonnage puisque l'acquisition locale de la roche nous oriente vers une fabrication opportuniste avec une mise en forme sommaire. Le principal soin est apporté aux surfaces de mouture, probablement dressées en même temps que les autres faces. Le façonnage est donc purement fonctionnel et ne revêt plus de dimension esthétique. La période carolingienne renoue avec une standardisation des productions qu'il faut mettre en relation avec une restriction des roches employées et donc une domination de certains ateliers majeurs dont les réseaux de distribution sont restaurés et étendus. S'illustrent les ateliers de Neustrie qui travaillent la meulière du Bassin parisien, et ceux d'Austrasie qui exploitent les roches volcaniques de l'Eifel. Ces dernières sont toujours travaillées au taillant droit, mais n'adoptent plus de réel registre décoratif comme c'était le cas dans l'Antiquité. L'accent semble surtout porté sur l'ergonomie. Un certain soin est néanmoins apporté à la régularisation des surfaces et notamment à la délinéation d'un bourrelet péri-oculaire dans certains cas.

12.2.3 Pratiques régionales et locales

La projection cartographique des aménagements techniques et des types d'habillage à l'époque romaine montre des variations qui ne sont pas dues au matériau mais à la répartition géographique des meules (voir § 10.4.8.2 et 11.2.3.1). En effet, pour un même matériau, les catillus sont percés de trous d'emmanchement et d'œils différents d'une région à l'autre. De la même façon, l'habillage des surfaces actives adopte des schémas différents dans des bassins économiques distincts. Inversement, un même bassin voit toutes ses meules équipées des mêmes aménagements techniques et du même type d'habillage quel que soit le matériau.

Outre le fait de confirmer la réalisation de ces équipements sur les sites de redistribution, voire de consommation, ces variations témoignent d'habitudes techno-culturelles transmises localement ou régionalement au sein des ateliers qui équipent les moulins de leurs accessoires, et parmi les rhabilleurs de meules, qu'ils soient professionnels ou non.

Sur notre territoire, de grands bassins se distinguent et outrepassent les limites administratives. La ligne que constitue le massif ardennais prolongé à l'ouest par la chaîne de collines de l'Artois

1034 MANGARTZ 2012, p. 9

jusqu'au Boulonnais sépare naturellement le Bassin parisien du bassin flamand. Cette limite, loin d'être infranchissable et découpant la province de Gaule Belgique en diagonale, est réelle sur le plan technique puisqu'elle sépare clairement différents types d'habillage. En revanche elle s'estompe lorsque l'on s'intéresse aux trous d'emmanchement et aux œils complexes. S'opposent une zone « civile » occidentale qui voit évoluer très progressivement ses trous d'emmanchements, et une zone « miliaire » rhénane qui connaît une rupture technologique assez radicale avec la conquête romaine. Le littoral ménapien s'illustre par ses produits germano-romains qui dénotent avec ce qui est observé plus au sud en Gaule Belgique et qui dévoilent des liens privilégiés avec l'Eifel via le Rhin et la Mer du Nord. La répartition des meules sur cette frange littorale dès le milieu du I^{er} siècle démontre d'une part l'existence d'un commerce de cabotage depuis le Rhin et aboutissant outre-Manche, d'autre part la commercialisation à chaque étape de meules « prêtes à l'emploi », équipées et habillées à la mode germano-romaine. Ces marchandises pénètrent alors faiblement le territoire sans transiter par les grands centres de redistribution.

12.2.4 De l'objet « meule » à la notion de « terroir »

Finale­ment et comme pour introduire la suite du développement, il apparaît que les contours de certains phénomènes cartographiés se superposent à la nature des terrains. Certaines pratiques en termes de façonnage et d'habillage seraient donc logiquement conditionnées par les différentes composantes que renferment les terroirs, c'est-à-dire par le lien qui existe entre l'homme et son environnement dans un espace donné¹⁰³⁵. L'une de ces composantes comprend les espèces végétales cultivées sur les terrains qui constituent cet espace, ce qui nous mène à leur traitement qui requière des outils spécifiques, et de manière plus générale, aux activités pratiquées dans cet espace par sa population. De l'Âge du Fer jusqu'au haut Moyen Âge, mais plus largement à l'échelle de l'Humanité, l'ensemble de la société dépend en effet du monde agricole. L'enjeu ici est d'en percevoir les différents aspects et les mutations.

Ainsi, la répartition particulière des grandes meules en arkose grossière de type Brillon doit être comprise dans son contexte régional pour ne pas simplement conclure à un besoin important en farine au nord de la Somme¹⁰³⁶. De même, le rayonnage de la surface active des meules, massivement pratiqué entre la Seine et le Rhin à l'époque romaine, doit probablement être mis en relation avec le traitement des céréales vêtues qui restent cultivées jusqu'à la fin de l'Antiquité, alors qu'au sud de la Seine, les espèces à grains nus commencent à être introduites à partir de La Tène finale.

Et en revenant à l'analyse des roches qui constituent les meules, d'autres phénomènes d'ordre économique sont mis en évidence, comme le choix de roches particulières pour répondre aux besoins d'une population, mais aussi l'organisation économique des chaînes de production/transport/commercialisation des objets. Par l'approche pluridisciplinaire d'un type de mobilier archéologique, l'ensemble d'un engrenage socio-économique complexe peut ainsi être mis en évidence.

1035 « Un terroir est un espace géographique délimité défini à partir d'une communauté humaine qui construit au cours de son histoire un ensemble de traits culturels distinctifs, de savoirs et de pratiques, fondés sur un système d'interactions entre le milieu naturel et les facteurs humains. Les savoir-faire mis en jeu révèlent une originalité, confèrent une typicité et permettent une reconnaissance pour les produits ou services originaires de cet espace et donc pour les hommes qui y vivent. Les terroirs sont des espaces vivants et innovants qui ne peuvent être assimilés à la seule tradition » : définition proposée dans la charte Terroirs & Cultures et conjointement mise sur le papier par l'INRA, l'INAO et l'UNESCO en 2005 : TEISSIER DU CROS *et al.* 2005, p. 66

1036 Pour leur typologie, voir § 10.4.5, pour leur économie, voir § 14.4.3

TROISIÈME PARTIE : GÉOGRAPHIE ET ÉCONOMIE DES MEULES ET DES MOULINS

13 DU CHOIX DE LA MATIÈRE À L'ACHEMINEMENT DE L'OBJET

13.1 Aspects théoriques

13.1.1 *Choix des roches et contraintes*

13.1.1.1 Les critères objectifs : technique et économie

Dès le moment où l'objet est fabriqué dans des ateliers spécialisés, le choix des matériaux n'est pas fait par le consommateur moyen qui se contente de ce qui est proposé au marché pour combler son besoin de transformer le grain nécessaire à son alimentation. Le choix est réalisé en amont par les artisans qui connaissent la roche et doivent la mettre en œuvre, mais aussi par ceux qui doivent l'acheminer vers les sites de redistribution et de consommation. Le consommateur, lui, recherche un outil à la fois efficace et résistant qui rentabilisera l'investissement. À la suite des « réflexions préliminaires » et multidisciplinaires menées lors du colloque « Moudre et broyer » en 1995 par J. Schneider¹⁰³⁷, D Santallier et ses collègues¹⁰³⁸, cette situation a amené les géologues du *Groupe Meule* (G. Fronteau et F. Boyer) à définir plusieurs critères théoriques qui font l'objet d'un compromis permanent répondant à des besoins pratiques concrets : disponibilité et accessibilité du gisement d'une part, ouvrabilité, résistance et efficacité de la roche d'autre part¹⁰³⁹. Les critères propres au matériau, efficacité et durabilité, sont largement discutés par les auteurs qui développent encore actuellement ces questions de mécanique des matériaux. Hormis pour en retrouver l'origine, la nature lithologique de la roche y a peu d'importance, remplacée par sa texture et sa rugosité : aspect vacuolaire, granulaire, massif, hétérogène, et leurs variantes (fig. 319). Les roches volcaniques originaires de l'Eifel et du Massif Central, comme la meulière d'Île-de-France, sont ainsi classées parmi les roches vacuolaires (type D)¹⁰⁴⁰ dont les alvéoles s'ouvrent au fur et à mesure de l'usure des meules ; leur mordant s'auto-entretient et elles sont considérées comme d'excellentes roches meulières de la Préhistoire au XX^e siècle. Mais les tufs calcaires holocènes des vallées de l'Aa et de la Scarpe, à l'instar du calcaire à cérithes, entrent aussi dans la catégorie des roches vacuolaires ; leur friabilité provoquera l'abandon des premiers dès La Tène finale, du second au Haut-Empire. Les grès de Fosses-Belleu ou de Macquenoise, les poudingues de Burnot ou du Pays de Caux, sont classés parmi les roches granulaires à forte cohésion (type A2)¹⁰⁴¹. Leur résistance est excellente, mais leur mise en forme demande un savoir-faire poussé ou au moins un outillage adapté, et leur usure provoque rapidement un polissage des surfaces actives. Celui-ci est compensé par un habillage et un rhabillage réguliers qui entretiennent le mordant de la meule. L'arkose grossière est une roche granulaire à

1037 SCHNEIDER 2002

1038 SANTALLIER *et al.* 2002

1039 FRONTEAU, BOYER 2011

1040 *Ibid.*, p. 117

1041 *Ibid.*, p. 115

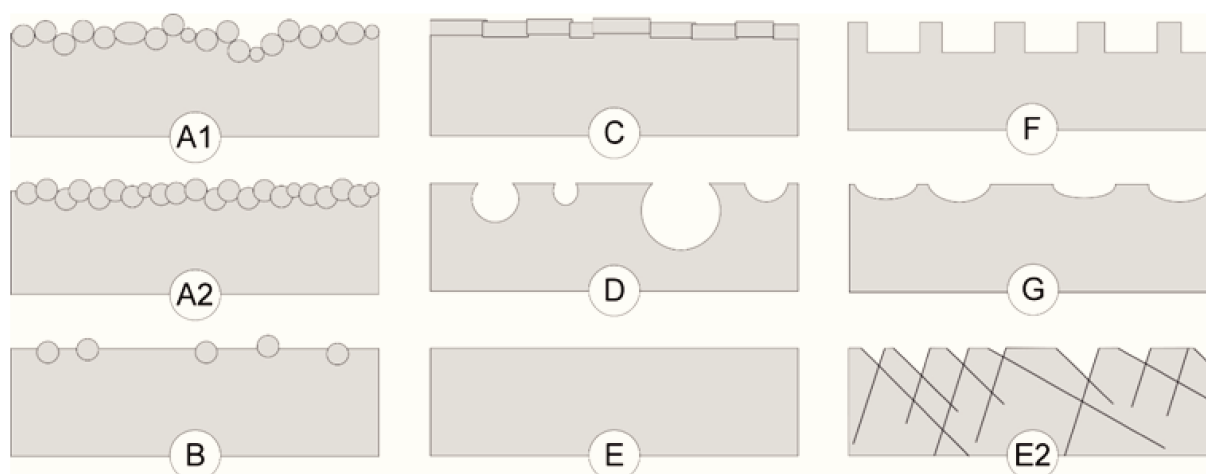


Figure 319 Types de texture des roches, d'après FRONTEAU, BOYER 2011, p. 119, fig. 3, complété en 2017. A1 : Matériau granulaire à faible cohésion. A2 : Matériau granulaire à forte cohésion. B : Matériau hétérogène avec peu d'éléments abrasifs dans une matrice tendre. C : Matériau cristallisé à hétérogénéité minéralogique. D : Matériau vacuolaire. E : Matériau massif. E2 : Matériau massif avec hétérogénéité structurelle. F, G : Habillages anthropiques.

faible cohésion (type A1)¹⁰⁴² ; son pouvoir abrasif est fort et la surface active des meules qui en sont faites n'est jamais habillée ; comme une contrepartie acceptable, la roche libère des grains à chaque tour de moulin et se creuse de stries concentriques profondes. Cet état de fait est cohérent avec la proposition de meules réservées à l'alimentation du bétail (voir § 14.4.3). Le calcaire à glauconie et nummulites enfin, est une roche hétérogène (type B)¹⁰⁴³, composée de nummulites et de grains de quartz saillants emprisonnés dans une matrice calcaire plus ou moins tendre ou indurée selon les blocs. Sa tendreté facilite sa mise en forme, sa relative dureté lui offre une résistance acceptable, et ses grains saillants lui confèrent une bonne efficacité qui demande peu de rhabillage.

Ces critères expliquent donc le choix des roches en fonction de leurs propriétés intrinsèques. C'est ce qu'illustre bien l'exemple ethnographique du *metate* mexicain : certains matériaux sont utilisés localement pour la mouture du maïs et transportés par des colporteurs sur 20 à 30 km, mais le basalte guatémaltèque est reconnu comme de très bonne qualité et de grande résistance. Sa diffusion atteint le périmètre régional (une centaine de kilomètres) et l'épaisseur des meules est réduite à la fabrication pour en faciliter le transport jusqu'aux marchés¹⁰⁴⁴.

La définition de catégories de gisements fournit un paramètre supplémentaire qui permet de déterminer si un gisement contient suffisamment de matériau pour rester exploitable aussi longtemps que possible et ainsi justifier la mise en place de réseaux de distribution complexes¹⁰⁴⁵. Lui est liée la façon dont se présente le matériau à l'affleurement, qui conditionne le degré de mise en forme nécessaire et le module que prendra l'objet fini. Nous ne pourrions ici dépasser le stade des suppositions puisque ce genre de classement demande de travailler de manière approfondie sur les carrières et les volumes extraits. Nous pouvons en revanche présenter quelques idées de départ qui serviront à appuyer le propos. La fouille des meulières romaines de Châbles (Fribourg, Suisse) révèle par exemple l'extraction de quelques centaines de meules seulement sur une période assez brève « évaluée en années plutôt qu'en décennies »¹⁰⁴⁶. À l'inverse, les meulières établies sur les vastes coulées basaltiques de l'Eifel sont exploitées sans discontinuité tout au long de l'histoire, se déplaçant d'un gisement à l'autre selon les besoins de chaque époque.

1042 *Ibid.*

1043 *Ibid.*, p. 117

1044 KATZ 2003, p. 36-37

1045 BOYER, FRONTEAU 2011

1046 ANDERSON *et al.* 2003, p. 59

Les gisements rares, ou nombreux mais individuellement maigres et dispersés, auront ainsi tendance, selon leur étendue, à s'épuiser rapidement ou à compliquer l'exploitation et l'évacuation des marchandises. C'est probablement le cas des grès quartzitiques dits « landéniens », très présents naturellement dans le grand bassin tertiaire anglo-parisien et qui ont livré des meules rotatives à l'époque gauloise mais plus aucune après la première moitié ou la fin du I^{er} siècle. On n'en retrouve ponctuellement qu'au haut Moyen Âge pour répondre à une demande locale. Les gisements, aujourd'hui disparus pour la plupart car surexploités à l'époque moderne pour la fabrication de pavés et de pierres de soubassement, étaient probablement inexploitablement dans des proportions comparables aux grandes meulière de Macquenoise dans l'Antiquité. Il en va de même pour les roches du Boulonnais, pourtant réputées constituer de vastes gisements encore entamés aujourd'hui sur des centaines d'hectares de superficie et des dizaines de mètres de profondeur¹⁰⁴⁷. Les roches y sont effectivement nombreuses et variées, mais celles qui peuvent convenir pour la taille de meules sont rares : celles qui l'ont été à l'époque augusto-claudienne ont vite été abandonnées. Le poudingue normand est une ressource rare car géologiquement résiduelle, mais représente l'un des seuls matériaux convenables en Seine-Maritime. Sa recherche et son exploitation sont donc systématiques jusqu'à épuisement au IV^e siècle, mais la forme des meules extraites n'aura pas changé depuis l'époque gauloise, probablement du fait de la forme de boules grésifiées que prend le matériau naturellement. De formation et d'âge similaires, le Grès de Fosses-Belleu fait partie du même type de ressource rare. Correspondant à des grésifications locales de sables tertiaires, il se présente sous forme de lentilles dont deux au moins ont fourni des meules. Le gisement éponyme de Belleu (Aisne) a très probablement livré les meules va-et-vient recensées dans la vallée de l'Aisne au cours du Hallstatt final/La Tène ancienne¹⁰⁴⁸. Par la suite l'affleurement ne répondait plus aux besoins puisqu'il ne constitue pas l'épicentre de la diffusion des meules rotatives aux époques gauloise et romaine. Employé pour l'extraction de matériaux de construction, il est aujourd'hui épuisé. Le second gisement éponyme, celui de Fosses/Bellefontaine (Val-d'Oise), montre d'importants stigmates d'extraction antiques associés à plusieurs ateliers de taille de meules disséminés sur le versant nord de la vallée de l'Ysieux¹⁰⁴⁹. Étant donnés les facteurs de distribution mis en évidence plus loin pour l'Antiquité, ce gisement a probablement fait l'objet d'une évaluation de potentiel avant la mise en place de l'important dispositif d'extraction/transformation/exportation qui le caractérise, au moins au Haut-Empire et peut-être dès La Tène finale.

Inversement, les gisements étendus suscitent un choix rigoureux du matériau, tant du point de vue de la qualité de la roche que de son accessibilité. Pour les grès grossiers lochkoviens (dont le Grès de Macquenoise), comme pour le Poudingue de Burnot ou les calcaires lutétiens, les seules carrières connues sont bien situées géographiquement : l'accessibilité du gisement est privilégiée. D'autres carrières non reconnues peuvent évidemment exister, mais celles qui sont identifiées bénéficient d'une desserte qui pourrait difficilement être meilleure. D'ailleurs, le « survol » du pourtour du massif de Rocroi grâce aux images LiDAR mises à disposition en ligne sur le Géoportail de la Région Wallonne¹⁰⁵⁰ ne révèle aucune autre carrière laissant des stigmates comparables à celles d'Hirson et de Macquenoise. Celles-ci entament ainsi les niveaux lochkoviens les plus proches de la voie Bayay – Reims à l'époque romaine, ce qui est probablement déjà le cas à la fin de l'Âge du Fer. Notons que les aires de diffusion appréhendées sont généralement bien réparties autour des carrières identifiées, justifiant leur prise en compte comme épicentre de cette diffusion. Dans le cas des grès lochkoviens, les affleurements qui entourent les autres massifs du socle ardennais sont situés

1047 Roches indurées listées par le BRGM dans COLIN, PICOT 2009, p. 33-38

1048 POMMEPUY 1999, p. 121

1049 BOYER, FRONTEAU 2011, p. 131

1050 <http://geoportail.wallonie.be/home.html>

très à l'écart de l'aire de répartition des meules taillées dans ces matériaux et l'on peut affirmer sans trop de risque que les carrières dites de Macquenoise constituent l'épicentre de leur distribution aux époques gauloise et romaine.

L'affirmation est moins évidente pour le Poudingue de Burnot, dont la répartition s'étend de part et d'autre du sillon Sambre-et-Meuse, depuis l'Avesnois jusqu'aux environs de Tongres et Liège. Les carrières identifiées à Lustin (Prov. Namur) sont cependant très favorablement situées en surplomb de la Meuse.

La zone des calcaires lutétiens dans le Bassin parisien est beaucoup plus étendue que ne le sont les fines bandes de grès et de poudingue du Dévonien dans les Ardennes. Le problème est donc encore plus complexe et demande la poursuite des programmes de prospection systématique des affleurements entrepris dans les années 1990/2000 par B. Robert et C. Pommepuy. En 2005, B. Robert et J.-L. Landréat distinguaient quatre différents faciès de calcaire à glauconie et nummulites entre les vallées de la Seine, de l'Oise et de l'Aisne¹⁰⁵¹, auxquels s'ajoutent les autres calcaires lutétiens employés pour la taille de meules. Les faciès sont donc nombreux, notamment à l'époque gauloise : calcaire à glauconie et nummulites, calcaire à cérithes, à *ditrupa*, à limnées, Pierre à liards, etc. Tous peuvent se retrouver en succession verticale dans la stratigraphie géologique, mais l'existence de plusieurs ateliers d'extraction et de taille est possible. L'emplacement des carrières de Vauxrezis (Aisne), au croisement de voies routières et fluviales, est néanmoins très favorable à l'expédition des marchandises.

L'importance respective des critères de choix des roches varie d'une période à l'autre selon le contexte technique et socio-économique de la production et de l'utilisation des meules. Ainsi, l'ouvrabilité de la roche sera un critère essentiel à la prise en main de l'innovation que constitue le moulin rotatif à La Tène moyenne. Dès La Tène finale en revanche, une fois l'innovation assimilée, l'efficacité du matériau et sa durabilité prennent de l'importance. L'accessibilité du gisement, sa situation par rapport aux voies de communication et aux centres de consommation jouera ensuite un rôle déterminant dans l'organisation d'un commerce meulier à grande échelle à la période romaine puis à la fin de l'époque mérovingienne, où la production meulière et son transport sont rationalisés pour maximiser la distribution des meules.

13.1.1.2 Les critères subjectifs : aspect et couleur de la roche

Un dernier critère, qui peut paraître plus subjectif car lié à la perception individuelle et collective des ouvriers et artisans meuliers, voire des consommateurs, entre également en jeu : l'aspect physique de la roche. Dans le cadre d'un artisanat intimement lié au matériau qu'il met en œuvre, ce paramètre assimilerait les exploitants anciens à de véritables « géologues » qui ont leur propre appréhension du paysage et des roches qui le composent, pour rechercher les matériaux les plus à même de remplir tous les critères précédents. Sont recherchées des roches qui ressemblent très fort à ce qui est connu comme efficace, durable et facile à tailler. L'extraction meulière est donc rarement opportuniste.

Cet aspect est manifeste dans le secteur de l'Eifel où les roches volcaniques vacuolaires, et seulement celles-ci, sont recherchées et exploitées massivement et sans discontinuité depuis le Néolithique pour les activités de mouture¹⁰⁵². Toutes les coulées volcaniques sont systématiquement explorées et exploitées, et les carrières se déplacent au cours du temps de l'une à l'autre ou au sein d'une même coulée selon les besoins (module des colonnes basaltiques, facilité de débitage, accessibilité des gisements). Ce phénomène est finalement évident dans toutes les provinces meulières qui développent des formes d'exploitation et de production qui dessinent les contours de bassins techniques.

1051 ROBERT, LANDRÉAT 2005

1052 MANGARTZ 2008

Autour de l'embouchure de la Seine, les gisements de poudingue disséminés sur le territoire sont précisément recherchés pour fournir des meules qui conserveront la même forme de l'époque gauloise à la fin de la période romaine. Une production de meules va-et-vient antérieure est attestée mais pas encore étudiée, et le poudingue n'est plus exploité après le IV^e siècle¹⁰⁵³. Ajoutons que de petits cratères observés sur le pourtour des carrières de la forêt de La Londe - Rouvray sont interprétés comme des sondages exploratoires destinés à rechercher un matériau connu (voir § 6.10.3.3.2). Cette pratique confirme l'appréhension qu'avaient les artisans meuliers du matériau et de sa disposition lenticulaire dans le sous-sol, ici sous les sables de Lozère du Pliocène.

Les calcaires lutétiens témoignent d'une vaste recherche de matériau principalement à l'époque gauloise où les faciès sont très variés. L'étude menée par C. Pommepuy révèle cette permanence du choix des calcaires pour la confection de meules rotatives d'un bout à l'autre de la vallée de l'Aisne alors que des grès étaient également voire essentiellement employés aux millénaires et siècles précédents¹⁰⁵⁴. Dans ce secteur, les calcaires sont employés jusqu'à la fin de l'Antiquité (on y a même fait des meules pompéiennes !) et ponctuellement au haut Moyen Âge. Leur usage dépasse donc largement la période de découverte et d'assimilation de l'innovation qui a lieu à l'époque gauloise. Il dresse les contours d'un réel district meulier doté d'une tradition manufacturière, et au-delà de la production meulière, d'une province carrière spécialisée dans l'exploitation des calcaires dont chaque faciès aura un usage précis à l'époque moderne¹⁰⁵⁵. Pourtant, rappelons-le, le nord de la Gaule fait peu d'usage de la pierre de taille avant le I^{er} siècle et les premiers grands programmes urbanistiques romains¹⁰⁵⁶. À l'Âge du Fer, la connaissance des ressources lithiques concerne donc essentiellement le matériel de mouture (hors silex, minerais et argiles).

Le massif ardennais montre une exploitation comparable des matériaux lithiques à long terme. Cet usage ancien fait massivement appel aux roches dévoniennes dont la recherche n'a pas grand chose à envier à la géologie moderne antérieure au XX^e siècle. Cette recherche a pu être abordée récemment grâce à un travail collaboratif pluridisciplinaire de grande ampleur portant sur les ressources ardennaises¹⁰⁵⁷. La distribution de meules va-et-vient en grès conglomératique gris du Lochkovien (Dévonien inférieur) est perçue à plus de 100 km des premiers gisements dès le Néolithique moyen II et se perpétue jusqu'à l'Âge du Fer avec probablement des variations entre temps¹⁰⁵⁸. Leur production pour ces périodes a été repérée à différents endroits des mêmes niveaux géologiques qui émergent autour des massifs de Rocroi, de Stavelot-Venn et de Serpont. Macroscopiquement et souvent microscopiquement, le matériau est identique d'un affleurement à l'autre et trahit la recherche raisonnée d'une roche connue. C'est le même grès grossier à conglomératique qui est exploité pour tailler les premières meules rotatives gauloises puis les importantes séries gallo-romaines du secteur d'Hirson/Macquenoise. À la fin de l'Antiquité, la production est interrompue dans ces carrières du massif de Rocroi et se déplace à partir de l'époque mérovingienne sur les matériaux lochkoviens qui émergent aux abords du massif de Stavelot-Venn, 150 km à l'est. Le façonnage de meules dans cette zone durera jusqu'à l'époque moderne (voir § 6.14.4).

1053 Après la fin de l'Antiquité, le poudingue du Pays de Caux n'est plus retrouvé que très ponctuellement pour quelques meules manuelles médiévales/modernes non étudiées et comme matériau de construction opportuniste aux abords immédiats des carrières antiques.

1054 POMMEPUY 1999 ; HAMON, FRONTEAU 2018

1055 FRONTEAU *et al.* 2010 et 2014 ; TURMEL *et al.* 2016

1056 LUKAS 2002

1057 La permanence du choix des roches dévoniennes du Néolithique au Moyen Âge a été abordée lors des premières journées d'actualité de la recherche archéologique en Ardenne-Eifel (Charleville-Mézières, octobre 2017) : PICAUVET *et al.*, « Premier panorama de l'extraction meulière ancienne dans le massif des Ardennes : le Dévonien à l'honneur (Protohistoire – Antiquité – haut Moyen Âge) » (publication en préparation).

1058 Recensement effectué conjointement avec C. Monchablon (Inrap). Présence également repérée dans la vallée de l'Aisne dès l'Âge du Bronze : POMMEPUY 1999.

Toutes considérations purement géologiques mises à part, le Poudingue de Burnot ne diffère à l'œil nu des roches précédentes que par la teinte (lie-de-vin) et la quantité d'éléments grossiers qui le composent (outre les quelques millions d'années qui séparent leur formation). Assigné à l'étage Emisien/Eifélien (Dévonien inférieur/moyen), celui-ci semble participer de la même recherche de matériaux, légèrement plus au nord dans les environs de Namur (Synclinorium de Dinant). Il présente la même massivité et la même dureté que les grès lochkoviens, et répond aux mêmes critères d'accessibilité (meilleure dans le cas de Lustin, en bord de Meuse), d'ouvrabilité, d'efficacité et de durabilité. Cette roche est employée dès la Protohistoire pour la fabrication de meules va-et-vient¹⁰⁵⁹, et pour les meules rotatives manuelles de La Tène finale à la fin du Haut-Empire. Affleurant d'un bout à l'autre du Synclinorium de Dinant, elle a connu une belle postérité comme matériau de construction puisqu'on la retrouve par exemple dans le quai actuel de la Sambre à Namur.

Des matériaux plus mineurs viennent s'intercaler entre ces grands bassins meuliers pour des périodes plus ou moins brèves et répondent généralement au besoin ponctuel de mettre en avant l'un des critères de choix pour des raisons techniques ou économiques. À titre d'exemple, le cas du tuf calcaire de La Tène moyenne fournit un matériau très tendre pour la confection des premières meules rotatives de l'extrême nord de la France. La roche est très vite abandonnée une fois l'innovation assimilée en raison de sa très mauvaise durabilité, mais son adoption au début de la période tient à sa forte ressemblance avec les calcaires du nord du Bassin parisien connus chez les Atrébates par l'importation de productions de la vallée de l'Aisne. A donc été recherchée une roche blanche, vacuolaire et friable, ce qui correspond autant à la description des tufs holocènes à limnées que du calcaire à cérithes.

Suivant des critères plus économiques, les roches du Boulonnais ne sont exploitées qu'à l'extrême fin de La Tène finale et au début de l'époque romaine pour compenser une défaillance de l'offre du « grand commerce ». Le poudingue normand qui arrivait facilement jusque là durant La Tène finale n'y parvient plus et l'Eifel n'expédie pas encore ses productions en masse vers la Bretagne. Les grès et calcaires crétacés et jurassiques fournissent donc temporairement une solution à un problème d'approvisionnement avec une accessibilité du gisement largement prédominante face aux autres critères.

13.1.2 Masse volumique des roches, poids des cargaisons

13.1.2.1 Calculs de volume et masse volumique apparente

Afin de comprendre certains aspects pratiques du commerce meulier, choix est fait de comparer deux productions techniquement équivalentes mais pétrographiquement et économiquement très différentes : les meules en roche volcanique de l'Eifel et celles en grès conglomératique du Lochkovien (dont le Grès de Macquenoise), numériquement très représentées à l'époque romaine, mais également présentes sur une large portion de la période prise en considération ici. L'essentiel du commerce meulier étant représenté par les meules manuelles (fig. 234), nous aborderons les grandes tendances économiques par ce biais. Pour exposer des données comparables et simplifier les calculs, il est considéré que les meules sont transportées à l'état d'ébauches régularisées. C'est-à-dire que toutes les surfaces en sont achevées mais les perforations fonctionnelles ne sont pas creusées (œil et trou d'emmanchement). Rappelons que ce choix repose sur la découverte de ce genre d'ébauches dans les agglomérations romaines (Maastricht, Liberchies) ou en route entre les carrières et les lieux de commercialisation (épave de La Wantzenau dans le Bas-Rhin¹⁰⁶⁰), mais aussi sur le constat

1059 Datation indéterminée, étude en cours P. Picavet.

1060 JODRY 2011c, p. 89-90

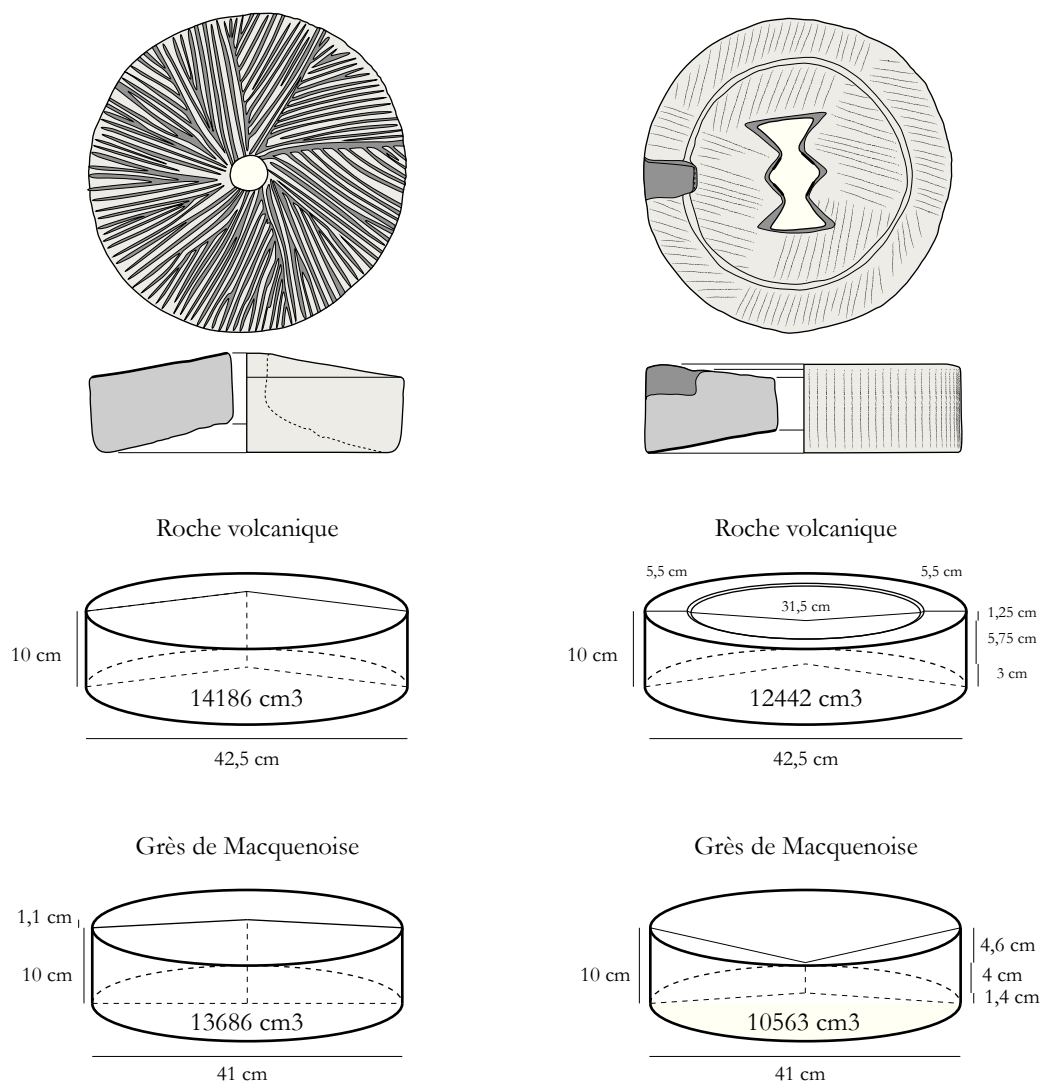


Figure 320 Schéma technique des meules manuelles romaines en roche volcanique de l'Eifel et en Grès de Macquenoise. Les dimensions et inclinaisons présentées sont les mesures médianes de chaque série. Les stéréotypes des productions de l'Eifel proviennent de la « rue de la Semois » à Arlon (Prov. Luxembourg). Dessins éch. 1/10

d'aménagements techniques différents d'une région à l'autre pour un même matériau.

La masse volumique apparente de la roche¹⁰⁶¹ constitue l'un des principaux facteurs qui régissent le transport des meules en conditionnant directement le poids des cargaisons transportées, et donc le nombre de pièces qui les constituent. Celle des roches volcaniques vacuolaires, remplies d'air, est faible et peut varier d'un gisement à l'autre, et même entre le fond et la surface d'une même coulée de lave¹⁰⁶². En témoigne l'écart de valeur entre le chiffre que nous obtenons par manipulation d'un échantillon prélevé dans les carrières de Mayen¹⁰⁶³ (1,9 g/cm³) et celui avancé par F. Mangartz

1061 La masse volumique apparente est le rapport de la masse d'un corps à son volume total (comprenant le volume interstitiel/alvéolaire) ; elle est mesurée en g/cm³, ou en kg/dm³, en t/m³, etc.

1062 GLUHAK, HOFMEISTER 2011, p. 1606

1063 La manipulation est simple : l'échantillon est pesé puis plongé dans un contenant gradué rempli d'eau. La variation du volume dans le contenant donne celui du fragment de roche. La masse volumique est le quotient de la masse (g) sur le volume (cm³).

Roche volcanique : volume échantillon : 115 cm³, poids : 220 g. Masse volumique : 1,913 g/cm³

Grès de Macquenoise : volume échantillon : 140 cm³, poids : 350 g. Masse volumique : 2,5 g/cm³

pour les gisements de l'Eifel¹⁰⁶⁴ (2,3 g/cm³) ; le chiffre avancé dans la littérature géologique pour le « basalte » est encore plus élevé, entre 2,6 et 3,3 g/cm³. Cette différence s'explique par la prise en compte, en géologie, du « verre » volcanique massif dont on exclut les alvéoles (masse volumique absolue), ce qui se traduit par une matière plus dense que le grès qui reste poreux¹⁰⁶⁵. Pour nos calculs de poids des marchandises, seule la masse volumique apparente, alvéoles comprises, peut nous aider à comparer deux produits finis. Le premier chiffre, faible, doit donc être conservé (1,9 g/cm³).

Inversement, le Grès de Macquenoise, particulièrement dense, fournit des chiffres stables et cohérents. Nos calculs reposent sur des échantillons de roche prélevés dans la carrière du « Camp de Macquenoise » à Hirson et fournissent une masse volumique apparente de 2,5 g/cm³.

Il faut ensuite approcher les dimensions des meules sorties de carrière pour estimer le poids d'une cargaison (fig. 320). Le diamètre médian des meules manuelles en roche volcanique est de 42,5 cm à l'époque romaine, 48 cm à l'époque carolingienne ; celui des meules en Grès de Macquenoise est de 41 cm. La hauteur d'une meule neuve est en revanche difficile à estimer puisqu'elle peut diminuer fortement au fil de l'usure de la face active. Les meules en roche volcanique de la rue de la Semois à Arlon (n° 501 et 502), qui reposaient en position fonctionnelle en contexte de forge¹⁰⁶⁶, sont très proches de leur forme initiale avec un flanc haut de 11,5 cm pour le catillus et 10,5 cm pour la meta. À titre de comparaison, les ébauches de Liberchies montrent un flanc de 10 et 11 cm, celle de Maastricht de 14,3 cm, et celles de La Wantzenau entre 8 et 10 cm¹⁰⁶⁷. Pour le Grès de Macquenoise, la plupart des meules dont l'épaisseur excède 10 cm restent rares (une vingtaine d'exemplaires) et montrent également un diamètre élevé (43 à 50 cm). Nous pouvons sans trop de risque estimer à une dizaine de centimètres le flanc standard du modèle neuf pour nos calculs théoriques, pour l'une comme pour l'autre roche¹⁰⁶⁸. La hauteur des ébauches de meules en roche volcanique étudiées par H. Kars dans l'emporium alto-médiéval de Dorestad avoisine plus modestement les 6 cm¹⁰⁶⁹.

Le volume théorique d'une meta romaine neuve en Grès de Macquenoise atteindrait donc 13686 cm³, celui d'un catillus 10563 cm³. Sur la base d'une masse volumique de 2,5 g/cm³, le poids d'une meta non percée de son œil central peut donc être estimé à 34,215 kg, celui du catillus à 26,407 kg, soit en moyenne 60 kg par moulin.

Le volume théorique d'une meta romaine neuve provenant de l'Eifel atteint 14186 cm³ et celui d'un catillus 12442 cm³, ce qui s'accorde avec les estimations de F. Mangartz sur les ébauches du secteur de Mayen¹⁰⁷⁰. Sur la base d'une masse volumique de 1,9 g/cm³, le poids de la première peut donc être estimé à 26,953 kg, celui d'un catillus à 23,639 kg. Le poids moyen d'un moulin manuel neuf en roche volcanique atteint donc 50 kg par moulin, soit 1/6 de moins que l'équivalent en Grès de Macquenoise.

Au haut Moyen Âge, catillus et meta en roche volcanique affichent une forme de « galette » cylindrique très plate dont le volume peut être considéré comme identique et estimé à 10857 cm³.

1064 MANGARTZ 2008, p. 23

1065 SCHUMANN 2016

1066 HENROTAY, MEUNIER 2017a et b

1067 JODRY 2011c, p. 89-90

1068 Rappelons que le volume d'un cylindre est calculé de cette façon : $V = (\pi \times R^2) \times ht$.

Le volume d'une meta en Grès de Macquenoise comprend un cylindre et un cône sus-jacent. Pour un diamètre de 41 cm (rayon 20,5 cm), nous employons les formules suivantes : $V_{cylindre} = (\pi \times 20,5^2) \times 10 = 13202 \text{ cm}^3$; $V_{cône} = ((\pi \times 20,5^2) \times 1,1)/3 = 484 \text{ cm}^3$. Le volume total de la meta s'élève à 13686 cm³.

Le volume d'un catillus comprend le même cylindre auquel il faut soustraire deux cônes vides opposés. Le volume d'une meta en roche volcanique comprend un cylindre auquel s'ajoute un cône sus-jacent mais se soustrait le même cône sur la face inférieure, l'inclinaison de sa face active étant égale à celle de la face inférieure.

1069 KARS 1980, p. 412

1070 F. Mangartz estime le volume d'une meule manuelle à 0,014 m³, donc 0,028 m³ par moulin : MANGARTZ 2012, p. 16

Leur poids théorique s'élève donc à 20,628 kg par meule, soit un peu plus de 40 kg pour le moulin manuel complet, un peu moins à la sortie des *emporium* qui expédient des produits prêts à l'emploi dans tout le bassin méridional de la Mer du Nord.

13.1.2.2 Résultats

La différence de diamètre médian entre roche volcanique et Grès de Macquenoise à l'époque romaine s'explique par la masse volumique des deux matériaux : elle est très faible pour les meules de l'Eifel, ce qui permet d'accroître leur diamètre sans dépasser un poids critique. Et encore, bien que de format plus élevé, un moulin manuel complet en roche volcanique pèsera une cinquantaine de kilogrammes, contre une soixantaine pour le Grès de Macquenoise, soit un gain d'1/6. Les productions de l'Eifel économisent encore 20 % du poids au haut Moyen Âge avec l'affinement de l'épaisseur des meules manuelles.

Ainsi, un chariot avec une charge utile d'une tonne emportera 20 moulins en roche volcanique à l'époque romaine, 25 au haut Moyen Âge. Il sera en revanche limité à 16 ou 17 moulins en Grès de Macquenoise.

Signalons aussi grâce à l'estimation des volumes que le creusement de la face inférieure des metas antiques en roche volcanique procure un gain non négligeable en terme de poids puisqu'il le réduit de près d'1/10¹⁰⁷¹. Ce qui signifie que sur 10 metas, le transport d'une d'entre elles est « économisé », soit 1 moulin complet pour une cargaison d'une tonne. Par ailleurs, les meules présentent ainsi une facilité d'empilement dans le chariot ou sur le bateau.

Le critère de poids de la roche est donc loin d'être négligeable et fait l'objet d'un compromis constant avec les autres critères exposés plus haut.

13.1.3 L'accessibilité du gisement comme facteur de distribution

13.1.3.1 Conditions d'accessibilité

La localisation des carrières et leur desserte par des voies de communication est un facteur essentiel à l'organisation de la distribution des productions, ce sur quoi insiste Varron au sujet de l'implantation du domaine agricole¹⁰⁷². Ce facteur est celui de l'accessibilité du gisement défini par G. Fronteau et F. Boyer dans le cadre des travaux du *Groupe Meule*¹⁰⁷³ : pour être sélectionné, un gisement doit être facilement accessible, bien desservi par des voies de communication routières, fluviales ou maritimes, et proche des centres de redistribution et de consommation. Le même paramètre a été mis en évidence pour la production de céramique¹⁰⁷⁴, mais aussi pour la fabrication des terres cuites architecturales¹⁰⁷⁵. L'argile exploitée dans le bassin tertiaire d'Orchies (Nord) est d'abord transportée en limite de l'affleurement, et transformée à proximité du cours de l'ancienne *Scarbea* et des routes par lesquels la production est distribuée sur une cinquantaine de kilomètres entre les cités des Atrébates, des Nerviens et des Ménapiens¹⁰⁷⁶. Le transport d'argile par chariot à bœufs est d'ailleurs attesté dans la région par une inscription gravée sur une brique découverte à Sains-du-Nord¹⁰⁷⁷.

Le critère d'accessibilité est donc important puisqu'il détermine la possibilité d'un transport à longue distance ou le contraint au contraire à une échelle infrarégionale. Caractériser ce paramètre

1071 1418 cm³ sur un volume non creusé de 15604 cm³, le volume final étant de 14186 cm³.

1072 VARRON, *L'Économie rurale*, I, 16

1073 FRONTEAU, BOYER 2011

1074 FERDIÈRE 2001, p. 18

1075 FERDIÈRE 2012, p. 37 et 79

1076 LEBRUN, FRONTEAU 2014, p. 260, fig. 7, et 262

1077 FERDIÈRE 2012, p. 23

peut s'avérer délicat puisqu'il fait appel à une imposante documentation locale pour déterminer par exemple le passage de telle route à telle époque, ou la navigabilité d'un cours d'eau à une autre époque. Pour la voie terrestre en l'état actuel des connaissances, nous ne pouvons nous appuyer que sur les réseaux principaux, notamment la dernière mise à jour du réseau romain proposée pour la Gaule Belgique et la Germanie inférieure par G. Raepsaet et M.-T. Raepsaet-Charlier¹⁰⁷⁸. Interviennent ensuite des études locales, notamment en Normandie¹⁰⁷⁹ ou en Thiérache¹⁰⁸⁰ pour compléter des tissus routiers parfois complexes ou appréhender les abords des carrières. Certains lieux de passage incontournables sont par ailleurs documentés archéologiquement pour l'époque romaine, comme le pont romain de Maastricht (Limbourg Néerlandais)¹⁰⁸¹, les ponts doublés de ports d'embarquement décelés à Beaumont-sur-Oise (Val-d'Oise)¹⁰⁸² et à Pont-sur-Sambre (Nord)¹⁰⁸³, le port d'Andernach (Rhénanie-Palatinat) sur le Rhin¹⁰⁸⁴, de Voorburg-Arentsburg et de Velsen (Hollande méridionale) à son embouchure¹⁰⁸⁵, des Mureaux (Yvelines) sur la Seine¹⁰⁸⁶, ou encore celui d'Aizier (Eure) dans une de ses dernières boucles avant l'estuaire¹⁰⁸⁷. À Incarville (Eure), des structures portuaires fouillées sur un chenal de l'Eure se trouvent déconnectées de tout centre urbain ; cette implantation particulière a poussé les fouilleurs à interpréter le site comme un port de transbordement ou de rupture de charge dont le but serait d'assurer la transition entre transport routier et fluvial¹⁰⁸⁸. Le transbordement des marchandises est d'ailleurs mentionné par Strabon lorsqu'il avance que la Gaule peut être traversée de la Méditerranée à l'Océan par le Rhône, la Saône, le Doubs puis la Seine après un court portage¹⁰⁸⁹. Sa pratique est encore attestée archéologiquement dans l'estuaire de la Severn, à Bristol « Crandon Bridge » à l'ouest de la Grande-Bretagne (Somerset)¹⁰⁹⁰. Aménagé en bois au début du II^e siècle puis reconstruit en pierre au début du IV^e, le site portuaire a livré divers témoins d'un transport à longue distance (céramique sigillée du sud et du centre de la Gaule,

1078 Centre de Recherches en Archéologie et Patrimoine de l'Université Libre de Bruxelles (CREA Patrimoine) : http://crea.ulb.ac.be/Gallia_Belgica.html

1079 DUVAL 1984

1080 PIETTE 1862

1081 DIJKMAN 1994, p. 35

1082 L'aménagement des berges de l'Oise au cours du I^{er} siècle se matérialise par la construction d'un quai d'embarquement en très gros appareil et d'un pont de bois dans le prolongement de la voie. L'ensemble est définitivement colmaté après le V^e siècle : BERNARD *et al.* 1994

1083 Entre Bavay et Reims à l'époque romaine, la Sambre est franchie au niveau de l'agglomération de Quartes/Pont-sur-Sambre où sont attestés des ateliers de potiers qui expédient leurs productions vers l'est sur la Sambre : TUFFREAU-LIBRE 1980, p. 263-264 ; DELMAIRE 1996, p. 355.

1084 Sur le Rhin moyen, le site d'Andernach est utilisé comme port d'embarquement au moins depuis la fin de l'Âge du Fer. À l'époque romaine, le port et les zones de stockage attenantes sont probablement gérés par l'armée et spécialisés dans le transport de la pierre volcanique (tuf pour la construction, meules) : MANGARTZ 2012, p. 14 et 18-19 ; WAWRZINEK 2014, p. 217-219. Il est encore connu pour expédier les meules du Bellerberg au haut Moyen Âge : HÖRTER *et al.* 1955, p. 29 ; MANGARTZ 2008.

1085 Si Velsen est un port militaire à la durée de vie limitée (début I^{er} siècle), celui de Voorburg-Arentsburg connaît une activité commerciale intense en plus de jouer un rôle dans le ravitaillement des troupes du nord entre le I^{er} et le III^e siècle : DRIESSEN 2014 ; DRIESSEN, BESSELSSEN 2014

1086 Un port gallo-romain est attesté sur la Seine aux Mureaux (Yvelines) à l'emplacement d'un village gaulois qui n'a livré aucune structure d'embarquement. Il comprend notamment un quai en gros appareil construit au milieu du I^{er} siècle et dégagé sur une cinquantaine de mètres de longueur, mais l'ensemble portuaire est abandonné dès la fin du II^e siècle pour n'être réoccupé qu'à l'époque carolingienne. L'existence d'un pont est suspectée : BARAT *et al.* 1990

1087 Le site antique d'Aizier (Eure), implanté dans la boucle de Brotonne sur la rive gauche de la Seine, face à Lillebonne, a livré des structures d'aménagement de berge et d'embarquement en gros appareil : ARTHUIS *et al.* 2010, p. 54-55 ; MOUCHARD 2005

1088 LEPERT, PAEZ-REZENDE 2005

1089 STRABON, *Géog.* IV, 1, 14

1090 RIPPON 2008

amphores Dressel 20 du sud de l'Espagne, etc.) destinés à être transportés par la route.

Les modalités du transport des marchandises sont donc relativement bien appréciées pour la période romaine. La question est plus complexe pour l'Âge du Fer dont aucun itinéraire ne nous est parvenu. À la lumière des découvertes archéologiques récentes, certains auteurs considèrent néanmoins que le tracé des voies romaines est en grande partie calqué sur celui des chemins et des routes empruntés à l'époque gauloise¹⁰⁹¹. De même et à condition de ne pas entrer dans le détail, la continuité de la plupart des tracés principaux après l'époque romaine est vérifiée et permet d'appréhender les réseaux alto-médiévaux à travers le prisme de ce qui peut être restitué pour l'Antiquité¹⁰⁹².

En revanche, la plupart des aménagements de berges et de ponts évoqués plus haut ne remontent pas avant le I^{er} siècle de notre ère et l'on peut s'interroger sur la manière dont les rivières étaient traversées et les marchandises embarquées et débarquées sur l'eau. Présence de bacs ou de structures légères qui ne nous sont pas parvenues ? Il semblerait en tout cas qu'à l'Âge du Fer comme au haut Moyen Âge, les bateaux aient accosté directement les berges sans port aménagé, et pratiqué l'échouage à la faveur de la marée descendante. En effet, bien que le rôle des *emporion* soit indissociable de la redistribution des marchandises par voies fluviales et maritimes à partir de la fin de l'époque mérovingienne, ceux-ci ne sont dotés que tardivement d'aménagements de berges. En cas de mouillage, la marchandise devait être déchargée sur des radeaux, à dos d'hommes ou encore dans des chariots tirés par des chevaux¹⁰⁹³.

13.1.3.2 Accessibilité des carrières de meules connues

Insistons d'abord sur le fait que le paramètre d'accessibilité n'est pas seul en jeu dans la distribution des meules rotatives dont le but premier n'est pas d'aller le plus loin possible : le Grès de Macquenoise devrait logiquement, suivant ce seul critère, embarquer sur la Sambre avant Bavay (au port de Quartes/Pont-sur-Sambre) pour accéder au bassin de la Meuse moyenne. Dans la direction opposée, s'il est difficile de reconnaître le point à partir duquel l'Oise était navigable dans l'Antiquité, il est certain que celui-ci n'intervient pas avant plusieurs dizaines de kilomètres en aval de sa source et de Macquenoise. Pour desservir les carrières à cet endroit, il faut donc rechercher en priorité les voies terrestres qui peuvent distribuer les marchandises dans des secteurs non irrigués par les principaux cours d'eau. Plusieurs routes secondaires ont été repérées par les historiens du XIX^e siècle et desserviraient le secteur par la trouée de l'Oise en offrant un accès à Bavay au nord par le grand axe Bavay - Reims¹⁰⁹⁴. Les carrières seraient donc situées, par ce chemin, à 48 km du chef-lieu de cité des Nerviens.

Dans le Val-d'Oise, les prospections pédestres des *Jeunesses Préhistoriques et Géologiques de France* (JPGF) de Villiers-le-Bel ont montré qu'une douzaine d'ateliers gallo-romains de taille de meules étaient disséminés en dehors des affleurements rocheux yprésiens, sur le versant nord de la vallée de l'Ysieux entre Fosses, Bellefontaine et Luzarches¹⁰⁹⁵. Ces ateliers travaillent les ébauches de meules transportées depuis les carrières de Bellefontaine, en fond de vallée, et les approchent de la « route de Beaumont » qui passe d'est en ouest en haut de versant pour aboutir au *vicus* de Beaumont-sur-Oise, 10 km au nord-ouest. Du port de Beaumont, les meules peuvent aisément être chargées sur l'Oise depuis l'embarcadère en gros appareil repéré en 1993, ou traverser la rivière sur le pont de la seconde moitié du I^{er} siècle dont les piles ont été identifiées à la même occasion¹⁰⁹⁶.

1091 ROBERT 2009b ; DUMASY 2010, p. 149 ; KASPRZYK, NOUVEL 2010

1092 LEBECQ 1989, p. 420

1093 MCGRAIL 1990, p. 46

1094 PIETTE 1862, p. 334-335

1095 BOYER *et al.* 2010, p. 12

1096 BERNARD *et al.* 1994

La carrière de Vauxrezis (Aisne), encore mal datée¹⁰⁹⁷, bénéficie d'une situation encore meilleure, à peine 3 km au nord du cours de l'Aisne dominé à cet endroit par l'oppidum de Pommiers, par lequel doivent au plus court transiter les meules. Par voie terrestre, la carrière jouxte presque la voie Soissons – Amiens (500 à 600 m) ; elle est proche de celle reliant Soissons à Saint-Quentin (3 km). C'est donc probablement cette situation privilégiée qui a été déterminante, en plus de la qualité du matériau, pour choisir l'emplacement de la carrière sur les vastes affleurements lutétiens. Cela n'exclut toutefois pas d'y identifier d'autres centres de production. À ce propos, les indices d'extractions identifiés à Vendresse-Beaulne (Aisne)¹⁰⁹⁸ paraissent plus isolés mais demeurent très proches du cours de l'Aisne (4 km au nord).

Pour le poudingue normand, trois carrières sont identifiées et peuvent avoir fourni des meules entre l'époque gauloise et le IV^e siècle de notre ère. Elles bénéficient de débouchés très différents et leur localisation tient ici à la rareté de la ressource géologique. Ces poudingues sont en effet des formations résiduelles qui n'affleurent qu'en de rares endroits à la faveur d'une grésification résistant à l'érosion (Voir § 6.10). La carrière la mieux située dans la perspective d'un commerce à longue distance est celle de Vaucottes, en haut d'un vallon sec descendant droit vers la Manche au nord. Au XIX^e siècle, l'abbé Cochet y mentionne le passage de la voie Lillebonne – Harfleur – Fécamp¹⁰⁹⁹, ainsi que des vestiges romains et « *un barrage en maçonnerie au bord de la mer* » qui a pu servir de quai d'embarquement (non daté) dans le vallon d'Yport, à peine 1 km au nord des carrières¹¹⁰⁰.

La carrière identifiée à l'ouest de la forêt de La Londe est positionnée à 6 km du cours de la Seine en ligne droite, mais à quelques centaines de mètres seulement du tracé d'une voie antique reliant Pont-Audemer (Eure) à Rouen (Seine-Maritime)¹¹⁰¹. L'approvisionnement du chef-lieu des Véliocasses peut donc être assuré par la route à 25 km, et l'embarquement sur la Seine est très probable, fournissant un potentiel débouché extrarégional et outre-Manche.

À Saint-Saëns, les données sont plus substantielles sans être vraiment abondantes. Trois zones d'extraction de poudingue sont identifiées sur les hauteurs du village, et plusieurs gisements de blocs ont été mis au jour en dehors des affleurements, révélant notamment des ébauches de meules. Ces sites, en attente de travaux plus poussés, semblent pouvoir être assimilés à des ateliers périphériques aux carrières et sont tous situés en haut des plateaux dont les versants sont entaillés par l'extraction du poudingue. Comme dans la vallée de l'Ysieux, il semble exister une volonté de remonter le matériau vers les routes plutôt que de le descendre dans la vallée où d'ailleurs la Varenne n'est probablement pas navigable dans l'Antiquité. Aucune voie routière principale n'est identifiée dans les alentours, mais l'existence de voies secondaires est plus que probable au regard des nombreuses occupations gauloises et gallo-romaines identifiées dans le Pays de Caux à l'occasion des opérations préalables au tracé de l'autoroute A29¹¹⁰². Les ateliers de Saint-Saëns pourraient alors être à l'origine de l'approvisionnement des villes d'Amiens et Beauvais et de leur arrière-pays.

En Belgique, au sud de la confluence de la Sambre et de la Meuse, deux sites ont livré des indices d'extraction antique et sont en cours d'étude¹¹⁰³. Tous deux sont situés sur la commune de Lustin (Prov. Namur), l'un dans le Bois des Acremots, l'autre dans le Bois de Nîmes¹¹⁰⁴. Le premier est

1097 ROBERT, LANDRÉAT 2005

1098 NAZE, FRONTEAU 2011

1099 COCHET 1866, p. 370

1100 COCHET 1781, p. 114-115

1101 DUVAL 1984

1102 BLANCQUAERT *et al.* 1996 ; DESFOSSÉS 1996

1103 PICAVET *et al.*, communication orale au colloque « Pierre à Pierre » de Namur – Dinant en décembre 2018 : « Des meulières en bord de Meuse : exploitation et transport du Poudingue de Burnot autour de la conquête romaine ».

1104 PICAVET 2015

légèrement en retrait, à 2,5 km du cours de la Meuse, l'autre la domine littéralement à hauteur de Profondeville. Cet accès très favorable au fleuve et à toute la moyenne vallée de la Meuse semble ici aussi constituer un facteur d'implantation de premier ordre pour ces carrières. Le matériau est en effet très disponible sur un affleurement extrêmement étendu à travers toute la Belgique depuis les abords de Bavay à l'ouest jusqu'aux environs de Liège à l'est. Comme dans la vallée de l'Aisne, d'autres carrières non reconnues jusqu'à présent peuvent exister mais celles de Lustin disposent de plusieurs avantages dont une très bonne desserte fluviale. Elles sont aussi, sur les cartes de répartition, à l'épicentre de la distribution des meules taillées dans ce matériau (fig. 101). Le dragage dans la Meuse d'une cargaison d'ébauches de meules en Poudingue de Burnot au début du XX^e siècle en face du lieu-dit « La Pairelle »¹¹⁰⁵ témoigne directement de ce transport d'ébauches des carrières vers Namur et leur lieu de finition et de redistribution. Les meules rayonnent probablement à partir de là vers les sites qui jalonnent la voie Bavay – Cologne (Liberchies, Tavier...), et vers l'ouest dans l'Entre-Sambre-et-Meuse.

Enfin, l'intérêt de la localisation des carrières de l'Eifel n'est plus à démontrer pour l'Antiquité¹¹⁰⁶. Celles de l'Eifel oriental en tout cas semblent toutes graviter autour de la ville de Mayen où sont attestés plusieurs ateliers de taille de meules¹¹⁰⁷, et du port d'Andernach où des ébauches de meules de grand format ont été mises au jour (dont une ébauche de meta de type « Pompéi »)¹¹⁰⁸. La villa de Mendig « Im Winkel » atteste de la même façon du traitement des ébauches dans des établissements spécialisés qui distribuent ensuite les marchandises finies ou semi-finies¹¹⁰⁹. Le port d'Andernach centraliserait alors les meules destinées à être expédiées en amont comme en aval du Rhin. Un marché gigantesque est ouvert à travers toute l'Europe occidentale et centrale en quelques jours de transport. Tous les affluents navigables comme la Moselle ou le Main peuvent redistribuer les marchandises dans toutes les directions et autant de centres de consommation. Au-delà du Rhin, les contours de la Mer du Nord peuvent être atteints en quelques jours de navigation supplémentaires. La seule limite physique opposée à ce grand commerce est la saisonnalité dont est tributaire la navigation fluviale et maritime, mais ce facteur influe sur tous les réseaux de circulation dont aucun n'est réellement favorisé¹¹¹⁰.

Les carrières identifiées dans l'Eifel occidentale se trouvent plus enclavées. Éloignées du Rhin de 50 à 60 km à vol d'oiseau, elles semblent géographiquement plus proches de Trèves et du bassin de la Moselle, autant par voie terrestre qu'en descendant les multiples affluents qui la nourrissent entre Ardenne et Eifel. La région entretient aussi des liens matériels forts avec le chef-lieu des Trévires dont elle importe majoritairement les productions¹¹¹¹. Toutefois, d'après les analyses géochimiques menées par T. Gluhak, les meules d'Arlon et du Grand-Duché du Luxembourg proviennent de l'Eifel oriental, confirmant le caractère très restreint des productions de l'Eifel occidental et mettant en exergue la complexité de l'organisation du commerce meulier.

13.2 Le transport en question

13.2.1 Précision sur les matériaux pondéreux

Les textes grecs, et notamment les devis de chantiers de construction nous informent sur les mo-

1105 COURTOY 1920

1106 MANGARTZ 2008, p. 97

1107 GLAUBEN 2012 et 2013

1108 MANGARTZ 2012, p. 10-11

1109 WENZEL 2012 ; WENZEL, ZERL 2014 ; GRÜNEWALD, WENZEL 2012

1110 SALAČ 2013, p. 505

1111 HENRICH 2014, p. 361-362

dalités du transport des matériaux de construction. Celui-ci est régi au cas par cas par contrat et le carrier peut autant être responsable de l'acheminement du produit jusqu'au premier port d'embarquement que jusqu'au chantier¹¹¹². Ainsi pour la livraison du marbre du Pentélique destiné à la tholos d'Athènes, les carriers doivent assurer extraction et transport jusqu'au port du Pirée où un autre entrepreneur prend le relais. Pour la construction du temple d'Apollon à Didymes (Ionie), une inscription commentée par R. Martin nous enseigne que « *les carriers se trouvaient dans le Latmos [30 km à l'est de Didymes] ; les blocs étaient transportés par terre jusqu'au port de Ionia Polis où ils étaient embarqués sur des chalands pour traverser le golfe et venir à Panormos, le port de Didymes, d'où ils étaient ensuite livrés par terre au chantier du temple. Les carriers sont responsables du trajet de la carrière à Ionia Polis, le port d'embarquement; ils touchent des indemnités pour l'entretien de la route, assurent les manœuvres de chargement à Ionia Polis, et celles de déchargement à Panormos. Ici les blocs sont pris en charge par un autre entrepreneur qui assure la livraison au chantier. Les blocs sont livrés déjà préparés, portant encore une gaine de protection, mais taillés d'après les prescriptions du devis et l'architecte est chargé de vérifier le respect de ces prescriptions à l'arrivée des blocs sur le chantier. Les pièces dégrossies sur les carrières antiques (parpaings, fûts et tambours de colonnes, bases de colonnes, etc...) illustrent et confirment les textes.* »¹¹¹³

Par commodité, l'on a tendance à comparer le transport des meules à celui des matériaux de construction ; la tâche est aisée puisque l'exploitation et le transport des seconds sont plus documentés que ceux du matériel de mouture, notamment par les textes grecs et latins. D'ailleurs, la matière est identique, sa mise en œuvre est effectuée par des artisans au savoir-faire comparable, les mêmes moyens de transport peuvent être employés, etc. À bien des égards, ce rapprochement n'est donc pas absurde. Sur le plan économique néanmoins, il faut rester très vigilant sur les interprétations à tirer de leur transport.

Les éléments de construction grecs représentent en effet des volumes considérables et leur transport nécessite des convois exceptionnels dont témoignent aussi les textes¹¹¹⁴. L'on comprend alors que, du Pentélique à Épidaure (80 km sur mer, puis 14 km de route pour 300 m de dénivelé) le prix de la pierre soit doublé après transport ; que de Corinthe à Delphes (70 km sur mer puis 15 km de route pour 600 m de dénivelé) il soit multiplié par quatre¹¹¹⁵.

Par leur module et leur destination, les meules doivent au contraire être rapprochées du mobilier de consommation courante et différenciées des matériaux de construction par exemple destinés au marché public ou à de riches particuliers (commandes édilitaires, construction d'une *domus*, etc.). Le premier, représenté entre autres par le matériel de mouture, la céramique de table (non distribuée pour son contenu), les matières premières nécessaires à l'artisanat local, est souvent issu de circuits régionaux et affecté aux besoins quotidiens de la population dont la demande est régulière. Ajoutons-y le vin et l'huile qui sont des produits extrarégionaux voire exotiques, mais d'usage courant dans le nord de la Gaule et en Germanie, et dont le trajet peut être tracé grâce aux estampilles sur amphores¹¹¹⁶.

Les matériaux de construction en revanche ne correspondent pas à la même demande et leur transport n'est probablement pas organisé de la même façon. Celui-ci dépend fortement de l'environnement géologique de l'établissement commanditaire et de sa dynamique urbanistique. Une ville romaine qui voudrait lancer un programme édilitaire complet et cohérent établirait un réseau d'ap-

1112 MARTIN 1987, p. 396

1113 *Ibid.*, p. 396-397

1114 RAEPSAET 1984 ; VANHOVE 1987

1115 MARTIN 1987, p. 397

1116 TCHERNIA 2011, p. 113-124

provisionnement pour l'occasion, probablement au départ de carrières publiques¹¹¹⁷. Ce réseau serait assez comparable dans son ampleur et sa logistique à l'importation de meules. Cependant sur le plan économique, l'origine et la destination des ces commandes provoqueraient l'affrètement, de manière ponctuelle mais à plus ou moins long terme, d'équipages dont la circulation ne sera régulière que le temps du chantier. Les meules, au contraire, doivent faire l'objet d'un approvisionnement constant pour répondre aux besoins de la population ; l'organisation de leur distribution doit donc être appréhendée à long terme et dans toutes les directions. Ainsi en Angleterre, P. Marsden montre que la construction de la muraille de Londres entre le I^{er} et le III^e siècle a dû nécessiter 1750 trajets à 112 km de navires du type du *Blackfriars I*, dont la charge utile maximale est estimée à 26 tonnes pour le transport de pierres¹¹¹⁸. Étant dirigés par le pouvoir, ces travaux et les trajets nécessaires à l'importation de matériaux peuvent être réalisés relativement rapidement. Suite au chantier, la carrière sera fermée ou trouvera un nouveau débouché avec un autre chantier.

L'exemple des monuments publics en grand appareil de Reims montre un approvisionnement plus proche du centre de la commande mais encore supérieur à 25 km depuis les niveaux lutétiens qui affluent à l'ouest de la ville (périmètre régional)¹¹¹⁹. La géologie du Bassin parisien implique ici un approvisionnement orienté de la même façon pour les meules et les matériaux de construction au Haut-Empire, mais on ne peut conclure à un circuit conjoint des deux types de marchandises. Témoignent encore de cette distinction les matériaux employés pour la construction privée, très souvent issue de l'environnement local voire immédiat du chantier : le blocage des monuments rémois est réalisé en matériaux locaux¹¹²⁰ comme, à la campagne, l'intégralité de la construction de la villa de Brans (Jura)¹¹²¹.

13.2.2 Vitesse et temps de transport

Comme l'a montré P. Arnaud, le coût du transport maritime en Méditerranée dépend, non de la distance absolue entre les sites de production et de consommation, mais du temps de trajet entre les ateliers et les marchés de redistribution¹¹²². Ainsi sont de la même façon réparties les zones de concurrence entre les matériaux, en fonction du temps de transport de chacun des matériaux et non de la distance aux carrières. Entrent alors en ligne de compte différents paramètres : l'accessibilité du gisement qui conditionne souvent le moyen de transport employé, la topographie, et la masse volumique, donc le poids de la roche qui détermine le volume de la cargaison. En effet si l'on considère que le marchand écoule ses produits en cours de route, il ira d'autant moins loin qu'il dispose de peu de marchandise. Or, une cargaison de meules en Grès de Macquenoise, d'1/6 plus dense que la roche volcanique, sera pourvue d'autant moins de pièces pour respecter la charge utile maximale d'un chariot. Rappelons-le, un poids en charge d'une tonne contiendra donc 40 meules manuelles romaines en roche volcanique (20 moulins) ou 32/34 meules en Grès de Macquenoise (16 ou 17 moulins).

Pour ce qui est du coût du transport, nous ne pouvons proposer qu'un coût relatif, étant données les incertitudes inhérentes à la plupart des modèles élaborés pour les calculs de distance et de coût

1117 RUSSEL 2011

1118 MARSDEN 1994, p. 83

1119 FRONTEAU *et al.* 2014, p. 238-239

1120 *Ibid.*

1121 L'exemple de la villa de Brans est éloquent : sa construction et son entretien au cours de l'époque romaine font appel à des matériaux présents dans un rayon de 5 km : VISCUSI-SIMONIN, JACCOTTEY 2013. Dans sa thèse de doctorat R. Auvertin révèle la même pratique d'acquisition des matériaux dans un périmètre immédiat ou local pour l'habitat moyen : AUVERTIN 2018, p. 33-35.

1122 ARNAUD 2007

du transport antique¹¹²³. La plupart des modèles se heurtent en effet aux variations de la monnaie au cours du temps et donc à un biais chronologique lié aux valeurs à prendre en compte. D'autre part, qu'il s'agisse du coût des marchandises, de leur transport ou de la main d'œuvre, ces travaux sont souvent basés sur l'Édit de Dioclétien, publié en 301 pour tenter de stabiliser une économie vacillante et soumise à des déséquilibres interrégionaux. Ces prix maximums sont souvent considérés par les spécialistes de l'économie romaine comme éloignés de la réalité car établis en peu de temps par des bureaucrates qui n'avaient pas l'expérience des marchés régionaux¹¹²⁴.

En revanche, l'archéologie du transport ayant fait d'importants progrès à la lumière des dernières découvertes, nous pouvons nous appuyer avec confiance sur les charges proposées autant pour les chariots¹¹²⁵ que pour les navires fluviaux et maritimes¹¹²⁶. Le poids des meules neuves peut aussi être estimé facilement grâce à quelques cas concrets, et la distance de distribution des meules est un fait constatable sur les cartes de répartition.

L'ensemble des facteurs qui influent sur le temps de transport par voies fluviale et terrestre est bien synthétisé par V. Salač qui fait intervenir de nombreuses sources pour définir les temps de trajets préindustriels¹¹²⁷. La distance parcourue en une journée aurait ainsi peu varié entre l'Âge du Fer et la mécanisation du XIX^e siècle¹¹²⁸.

Selon les auteurs, un chariot tiré par des bœufs parcourt entre 12 et 30 km par jour¹¹²⁹. En comptant le fait qu'un attelage de bœufs circulant à une vitesse de 2 à 3 km/h ne peut tracter une lourde cargaison pendant plus de 6 à 8 heures¹¹³⁰, G. Raepsaet avance une distance quotidienne comprise entre 12 et 24 km. Nous choisirons une distance théorique raisonnable d'une vingtaine de kilomètres par jour sur terrain plat. L'usage du cheval peut éventuellement augmenter la vitesse, mais la charge est réduite et le temps de transport plus morcelé.

Le transport fluvial aval est tout aussi variable en fonction de la force du courant et donc de la saison, comme le transport maritime dépend à la fois du courant et du vent, de la marée et de la saison. Il est estimé à 50-60 km par jour alors que la remonte est beaucoup plus lente, de l'ordre de 15-17 km par jour, soit autant que le transport routier si les cours d'eau sont doublés de chemins de halage¹¹³¹. La restitution de la vitesse des navires de mer antiques et alto-médiévaux présente d'énormes limites dues aux aléas de la navigation, aux changements de conditions, à l'irrégularité des routes (en ligne droite ou en zigzag) et aux éventuelles escales¹¹³². Différentes estimations ont été proposées sur base de la technologie navale, à la faveur de nombreuses découvertes d'épaves, autant dans la sphère méditerranéenne que sur les côtes de la Mer du Nord, mais sont souvent plus élevées que les moyennes tirées des écrits des géographes. Chez les Anglo-saxons, la vitesse est ainsi estimée à 6 ou 7 nœuds (11 à 13 km/h) pour les navires légers les plus rapides, alors qu'une vitesse de 10 nœuds (18,5 km/h) pourrait théoriquement être atteinte dans des conditions idéales

1123 BERTONCELLO, ECKERT 2012

1124 DUNCAN-JONES 1974, p. 367 ; POLFER 2001, p. 324 ; ARNAUD 2005, p. 140-145 et 2007, p. 333

1125 RAEPSAET 2013, p. 200

1126 POMEY, TCHERNIA 1978 ; ARNAUD 2005, p. 34-38

1127 SALAČ 2013

1128 *Ibid.*, p. 493

1129 W. Scheidel propose 12 km par jour (SCHEIDEL *et al.* 2012), G. Fronteau entre 20 et 25 km par jour en s'appuyant sur des sources d'époque préindustrielle (FRONTEAU *et al.* 2014), A. Corsiez jusque 30 km par jour, mais cette vitesse semble plus adaptée au piéton léger qu'au lourd charroi (CORSIEZ 2016).

1130 RAEPSAET 1984, p. 132-133 ; RAEPSAET 2013, p. 200

1131 SALAČ 2013, p. 491, 498 et 500

1132 P. Arnaud rechigne à déterminer des vitesses absolues pour la navigation maritime en Méditerranée et rappelle la grande variabilité des temps de trajet, de 1 à 3 pour une même route. Sa lecture des géographes antiques fournit toutefois des moyennes réparties autour de 4 nœuds : ARNAUD 2005, p. 98-107

continues¹¹³³. Une bonne vitesse de croisière peut être tenue jour et nuit pour une traversée sans escale, mais le commerce de cabotage nécessite d'arriver au port suivant avant la nuit. En outre, un bâtiment comme celui de Graveney (Kent) était équipé de rames qui permettent de remonter le cours des rivières et approcher au plus près des principaux marchés. Les expérimentations effectuées donnent une vitesse moyenne de 3 nœuds pour remonter la rivière à marée montante, soit environ 5,5 km/h¹¹³⁴.

En tenant compte de l'écart de vitesse de ces différents moyens de transport¹¹³⁵ et de leur capacité en volume, le coût relatif du transport d'un type de véhicule à l'autre est souvent calculé sur la base de celui obtenu pour l'Angleterre du XVIII^e siècle : si le fret maritime est le moins coûteux, le transport fluvial reviendrait 4,7 fois plus cher, et le convoi terrestre 22,6 fois¹¹³⁶. Les chiffres extraits de l'Édit de Dioclétien montrent des variations importantes dans le rapport entre transport maritime, fluvial et routier (rapport de 1-28-56 d'après R. Duncan-Jones). Cependant, ce rapport a peu d'importance au regard d'autres facteurs qui entrent en ligne de compte pour le transport de matériaux pondéreux et que nous tenterons de mettre en évidence. D'ailleurs, A. Tchernia nous invite à ne pas l'employer comme argent comptant puisque la réalité ne fournit jamais des cargaisons complètes ne comportant qu'une marchandise unique et voyageant toujours sur le même type de navire dans les mêmes conditions¹¹³⁷.

13.2.3 Quels bateaux pour quelles cargaisons ?

Un grand nombre d'épaves antiques et médiévales ont été mises au jour au siècle dernier et il n'est pas facile de s'y retrouver parmi la grande variété d'embarcations qui ont sillonné les fleuves, les rivières et lacs, la Méditerranée, l'Arc Atlantique, la Manche et la Mer du Nord. Toutes les tailles, tous les tonnages sont avérés, du radeau dont la jauge n'est guère plus élevée que celle d'un chariot, jusqu'au cargo géant l'*Isis* qui, d'après Lucien (*Navigium*, V), aurait fait escale au Pirée au II^e siècle à cause d'une avarie et pouvait transporter plus de 1000 tonnes de grain pour approvisionner Rome¹¹³⁸. Pour l'Annone, un gros navire marchand jaugera plus modestement entre 330 à 600 tonnes¹¹³⁹ ; au-delà de 150 tonnes toutefois les bateaux ne peuvent plus remonter le Tibre jusqu'à Rome et demandent un transbordement dans le port d'Ostie d'ailleurs doté d'infrastructures spécialement adaptées aux forts tonnages¹¹⁴⁰. Pour éviter de nombreuses manœuvres de transbordement, mieux vaut donc multiplier les trajets avec de petites et moyennes embarcations, surtout pour de courts trajets¹¹⁴¹.

Analysant les cargaisons, B. Russel remarque que les bateaux transportant la pierre ne sont pas spécialement conçus pour ces produits pondéreux. En effet, la plupart des cargaisons de pierre sorties de la Méditerranée représentent moins de 50 tonnes et peuvent être chargées sur n'importe quel petit ou moyen porteur. Elles atteignent exceptionnellement plus de 90 tonnes en voyage vers Rome où les programmes éditaires réclament fréquemment des commandes exceptionnelles convoyées sur des navires de fort tonnage¹¹⁴². Par ailleurs, si B. Russel évoque des cargaisons de

1133 Navire antique *Blackfriars* I (Londres) : MARSDEN 1994, p.89 ; navire marchand saxon de Graveney (Kent) et bateau long de Sutton-Hoo (Suffolk) : GIFFORD, GIFFORD 1998, p. 177, 182.

1134 *Ibid.*, p. 183

1135 La navigation à la voile est deux fois plus rapide qu'à la rame, elle-même deux fois plus rapide que la marche à terre : CARVER 1990, p. 122

1136 DUNCAN-JONES 1974, p. 366-369 ; TCHERNIA 2011, p. 126-127

1137 TCHERNIA 2011, p. 127

1138 POMEY, TCHERNIA 1978, p. 243-250

1139 *Ibid.*, p. 250 ; BOETTO 2010 p. 121

1140 POMEY, TCHERNIA 1978, p. 240

1141 *Ibid.*, p. 238 ; ARNAUD 2005, p. 34-38

1142 RUSSEL 2011, p. 146-148

Pierre au tonnage moyen à faible, il insiste sur leur homogénéité : la plupart ne contiennent qu'un seul type de matériau (seules 11 épaves sur 73 analysées montrent un approvisionnement varié), écartant la généralisation d'un commerce de redistribution pour la pierre de construction destinée au marché public ou au domaine impérial¹¹⁴³. Ici encore, l'organisation du transport des matériaux de construction est différente du commerce meulier.

En effet aucune cargaison homogène de meules n'a été retrouvée : quand des ébauches ou des produits finis neufs sont retrouvés « en route », ils ne sont rarement plus de quelques individus et ne constituent qu'une petite partie de la cargaison¹¹⁴⁴. Les ébauches draguées dans le Rhin à La Wantzenau (Bas-Rhin) au début du XX^e siècle sont au nombre de 27, soit 13 moulins manuels complets¹¹⁴⁵, ce qui représente moins d'1 tonne. Celles draguées dans la Meuse en amont de Namur sont une vingtaine, soit 10 moulins complets pour une demi-tonne¹¹⁴⁶. Les épaves alto-médiévales fouillées dans les bras du Rhin ont également livré des ébauches de meules, mais toujours en faible nombre (de 2 à « plusieurs » : voir § 13.6.2.2) ; l'épave romaine *Blackfriars I*, à Londres, en transportait une seule, à moins que les autres n'aient été déchargées avant le naufrage du bateau¹¹⁴⁷.

Au vu des éléments disponibles, il semble donc que les meules aient été transportées par de petits navires avec des cargaisons mixtes qui assuraient une circulation régulière des marchandises. L'utilisation de navires d'une ou plusieurs centaines de tonnes ne présenterait pas d'intérêt pour transporter uniquement des meules. En effet, la cargaison serait très longue à constituer au départ, et aussi longue à écouler à l'arrivée. Ce mode de chargement ne pourrait éventuellement être envisagé que dans les grands ports dotés d'entrepôts où peut non seulement être exercée une vente au détail mais aussi le stockage de la marchandise entre deux frets¹¹⁴⁸. C'est probablement le cas à Andernach sur le Rhin, à Boulogne, Londres ou Douvres à l'époque romaine¹¹⁴⁹. Il ne serait nécessaire que dans le cas d'un accroissement soudain des besoins, par exemple pour l'approvisionnement des armées du mur d'Hadrien.

À l'inverse, des barges comme celles découvertes aux Pays-Bas¹¹⁵⁰, à Londres¹¹⁵¹ ou à Pommerœul (Hainaut)¹¹⁵², ou encore de simples radeaux¹¹⁵³ peuvent transporter l'équivalent d'un ou de quelques chariots et embarquer immédiatement après le transbordement. Ils acheminent ensuite les marchandises vers le port d'embarquement sur mer, ou directement jusqu'aux lieux de consommation à l'intérieur des terres. Ainsi, la barge de *New Guy's House*, coulée au II^e siècle à Londres montre une capacité de 6 à 7 tonnes¹¹⁵⁴. Ce type de barge légère à fond plat est idéal pour le transport fluvial puisqu'il passe facilement les bancs de sable et les hauts fonds, et peut s'échouer sur les berges pour accoster.

Quelle que soit l'embarcation il faut compter 16 à 20 moulins manuels par tonne, 25 au haut Moyen Âge pour les productions de l'Eifel qui s'affinent fortement. Avec ses 18,5 m de long, son faible tirant d'eau et sa charge utile totale restituée à 50 tonnes¹¹⁵⁵, le *Blackfriars I* pourrait ainsi théoriquement

1143 RUSSEL 2011, p. 146-148

1144 BELTRAME, BOETTO 1997, p. 170

1145 JODRY 2011c, p. 90

1146 COURTOY 1920

1147 MARSDEN 1994, p. 85

1148 BONSANGUE 2014

1149 MILNE 1990, p. 84

1150 LEHMANN 1990 ; DE WEERD 1990 ; VAN HOLK 2011

1151 MARSDEN 1994, p. 103

1152 TERFVE 1998

1153 McGRAIL 1990, p. 32

1154 MARSDEN 1994, p. 103

1155 L'inventeur et auteur restitue une charge utile de 50 tonnes partagée, pour des questions d'équilibre, entre 26 tonnes de pierre au fond et 24 tonnes d'autres marchandises réparties sur le bateau : *Ibid.*, p. 56 et 83

emporter 520 moulins manuels auxquels s'ajouteraient 24 tonnes d'autres marchandises, et il s'agit là d'un petit navire de commerce ! La plupart des bateaux de transport de marchandises qui frayent dans les eaux de la Manche et de la Mer du Nord présentent des dimensions comparables à celui-ci et aucun gros porteur de type méditerranéen n'y est connu¹¹⁵⁶. De même pour le haut Moyen Âge, S. Lebecq considère qu'aux VII^e-VIII^e siècles, un bateau de commerce frison mesurait une vingtaine de mètres et pouvait transporter un maximum de 20 tonnes de marchandises¹¹⁵⁷. Pour l'expliquer il faut probablement aussi prendre en compte le risque élevé que constitue la navigation dans ces eaux septentrionales soumises à des vents et des courants violents. Une fois encore, mieux vaut multiplier les petites embarcations que risquer de perdre de coûteux bâtiments et leur cargaison.

Il est donc impossible d'appliquer de manière purement mathématique un coefficient multiplicateur entre le transport terrestre, fluvial et maritime selon le moyen de transport et sa capacité en charge. Un chariot et un bateau pourront transporter le même nombre de meules ; seule changera la vitesse et donc la distance parcourue, ce qui permet simplement d'atteindre de nouveaux marchés. Hormis pour un même point d'arrivée accessible aussi bien par voie terrestre que fluviale ou maritime, on ne peut donc affirmer systématiquement que des meules coûtent moins cher parce qu'elles circulent sur mer ; elles vont simplement plus loin.

D'autre part, on ne peut non plus conférer aux meules une fonction de lest proprement dite, bien que leur poids abaisse effectivement la ligne de flottaison au même titre que n'importe quelle marchandise. Un navire circule peu sur lest : une fois la cargaison débarquée, une autre est embarquée. Des éléments spécifiques, souvent des galets auxquels peuvent d'ailleurs se joindre des fragments de meules usagées, constituent le lest qui doit être ajusté à chaque étape du voyage. À Ostie, une corporation de lesteurs se charge d'extraire et de charger ces éléments¹¹⁵⁸. Pour de forts tonnages, constituer un lest avec une cargaison de meules revient à charger cette cargaison qui aura autant de valeur qu'un chargement de céramique ou de tuiles. On ne peut alors parler de lest mais de marchandise pondéreuse.

13.2.4 *Le transport terrestre*

Du fait de conditions de conservation très différentes, les témoins matériels du transport terrestre sont très rares et difficiles à identifier. Archéologiquement, seules les pièces métalliques d'attelage peuvent aider à restituer les systèmes de traction. En revanche, les sources textuelles et iconographiques sont nombreuses et variées, tant d'origine grecque que latine. Par exemple, l'interprétation par G. Raepsaet du texte de Xénophon¹¹⁵⁹ indique qu'un couple de bœufs grecs tracte habituellement une charge d'environ 650 kg à l'époque classique¹¹⁶⁰. Réexaminant l'ensemble des sources, harnais et pièces d'attelage, et faisant largement appel à l'ethnographie, il réévalue aussi la charge maximale d'un chariot à quatre roues tiré par les grands bœufs de l'Occident romain à 1 tonne¹¹⁶¹. En multipliant le nombre de bœufs attelés la charge pourrait atteindre plus de 10 tonnes : « *la limite de charge dépend plus de la solidité du matériel que de la technique de traction* ». Ainsi J.-P. Devroey indique qu'à l'époque carolingienne, le service de transport terrestre rendu à l'abbaye de Prüm par les tenanciers était réalisé au moyen d'un charroi de 1 à 1,6 tonnes tracté par quatre bœufs¹¹⁶². Le rapport d'efficacité énergétique paraît au premier abord favorable au char romain, mais G. Raepsaet

1156 Les dimensions restituées de la plupart des épaves gravitent autour d'une vingtaine de mètres. À Guernesey : RULE 1990, p. 49 et RULE, MONAGHAN 1993 ; à Londres : MARSDEN 1994

1157 LEBECQ 1997, p. 1003

1158 NANTET 2008

1159 XÉNOPHON, *Cyr.*, VI, 1, 54

1160 RAEPSAET 1984, p. 116, note 33

1161 RAEPSAET 1979, p. 173 ; RAEPSAET 1984, p. 116 ; AMOURETTI 1991, p. 226

1162 DEVROEY 1979, p. 549

précise que « *la capacité d'effort d'un attelage de plusieurs jougs ne s'accroît pas par simple addition des capacités individuelles. La perte de puissance est très sensible. Si un individu tire à 100%, le douzième ne tire plus qu'à 32% ! Cela implique qu'une augmentation de poids de la charge tractée entraîne un accroissement du nombre de tractionneurs beaucoup plus considérable que l'application d'un simple coefficient multiplicateur* »¹¹⁶³. Les chiffres avancés pour l'Antiquité comme pour le haut Moyen Âge sont donc tout à fait réalistes dans le cas du transport routier et sont probablement applicables à la fin de l'Âge du Fer.

L'iconographie nous expose une abondance de représentations de chevaux et d'asiniens (ânes et mulets) tractant des charriots de différents types, et même des moulins. Le bœuf que G. Raepsaet désigne comme « *le moteur lourd* », est beaucoup moins représenté car moins prestigieux ; néanmoins les agronomes latins lui font la part belle pour les nombreux services qu'il rend sur une exploitation agricole¹¹⁶⁴. Son endurance lui permet de tracter des charges lourdes sur de plus grandes distances, pendant des périodes plus longues et avec plus de régularité que le cheval. D'autre part, les asiniens sont peu représentés dans les cortèges fauniques du nord de la Gaule, ce qui tend à les exclure du transport routier au long cours¹¹⁶⁵.

Pour aborder les modalités du transport terrestre, il faut aussi prendre en compte les limites physiques d'un attelage qui ne peut tirer une charge lourde pendant plus de 6 à 8 h par jour¹¹⁶⁶. Le voyage nécessite donc de transiter d'un relais à l'autre et de faire paître les bœufs en cours de route. Il faut aussi probablement leur faire porter au moins une partie de leur fourrage auquel de la paille doit être réservée dans le chargement. Sous joug double d'encolure, une paire de bœufs peut donc tracter jusqu'à une tonne en charge, à laquelle il faut ajouter le poids du charriot.

13.3 Fabrication et transport des meules à La Tène moyenne et finale

13.3.1 La Tène C : découverte de l'innovation et imitation

L'adoption du mouvement rotatif pour la mouture constitue un tournant majeur dans l'histoire des techniques et est souvent associée à d'autres innovations qui apparaissent à la fin de l'Âge du Fer : tournage de la céramique¹¹⁶⁷, extension de l'usage du fer dans l'artisanat et l'agriculture, apparition du fait monétaire¹¹⁶⁸ et souvent regroupement de l'habitat¹¹⁶⁹. Dans l'est de la péninsule ibérique aux VI^e – V^e siècles av. J.-C., le phénomène est flagrant. L'habitat se fortifie sur des sites de hauteur et se dote d'espaces spécialisés dédiés à la mouture, parfois à une échelle dépassant le cadre domestique¹¹⁷⁰. Dans le nord de la Gaule à Acy-Romance (Ardennes) aux II^e – I^{er} siècles av. J.-C., l'habitat est également groupé mais ouvert, et le mobilier de mouture est dispersé dans les habitations. Chaque famille est équipée d'un petit moulin à main pour la préparation de son alimentation¹¹⁷¹. Plusieurs siècles et plus d'un millier de kilomètres séparent l'adoption du moulin rotatif entre ces deux régions du monde préromain qui n'en font pas exactement le même usage, et les modalités de la diffusion de l'innovation sont assez difficiles à saisir. Dans le sud de la Gaule, celle-ci s'effectue aux IV^e et III^e siècles av. J.-C., et de manière différente dans les régions gauloises et dans les colonies grecques qui conservent, jusque dans la première moitié du II^e siècle av. J.-C., leurs moulins à tré-

1163 RAEPSAET 1984, p. 132

1164 RAEPSAET 1995, p. 49-50 ; RAEPSAET 2002, p. 34-35, 40-44

1165 RAEPSAET 2002, p. 45 et 60

1166 RAEPSAET 2013, p. 200

1167 POMMEPUY 1999, p. 125

1168 PARISOT-SILLON 2014, p. 273

1169 PION 2010 ; MALRAIN *et al.* 2013, p. 227

1170 ALONSO 1995, 1997 ; ALONSO, PEREZ-JORDA 2014 ; ALONSO *et al.* 2016

1171 BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2017b

Figure 321 Carte de répartition des meules de La Tène moyenne pondérée par roches.

mie de type « Olynthe »¹¹⁷². Ce que l'on peut comprendre de la découverte de l'innovation est par exemple illustré à Lattes (Hérault), où la plus ancienne meule rotative connue est taillée dans une roche exogène que M. Py suppose arriver de la péninsule ibérique¹¹⁷³. Par la suite et assez rapidement, les carrières locales se mettent à produire des meules circulaires, et à les expédier suivant des circuits de distribution souvent anciennement établis¹¹⁷⁴.

Dans le nord de la Gaule, les premières meules rotatives sont datées de La Tène moyenne (La Tène C : milieu III^e – milieu II^e siècle av. n. è.). L'analyse des roches et de leur distribution sur certains sites bien datés permet d'appréhender de manière assez précise et inédite les modalités réelles de l'appropriation du moulin rotatif au nord de la Seine.

Dans la vallée de l'Aisne, les premières meules rotatives sont confectionnées en calcaire dès La Tène moyenne sans que l'on sache vraiment comment l'innovation est parvenue dans ce secteur. Arrivant du sud, des meules en vaugnérîte atteignent bien Acy-Romance en quantités non négligeables (10 % du corpus), mais seulement à La Tène finale. Aucune autre importation d'origine méridionale ne peut fournir d'éléments à une approche diffusionniste de cette transmission technique. La principale observation de C. Pommeputy à ce sujet repose sur le choix de la matière première qui est transféré depuis des roches dures utilisées pour la confection de meules va-et-vient au Hallstatt final/La Tène ancienne (83 % de grès dont 45 % de Grès de Belleu, avec une finition très poussée¹¹⁷⁵) vers des

1172 LONGEPIERRE 2012, p. 19 et 102

1173 PY 1992, p. 197, meule n° 26

1174 LONGEPIERRE 2012, p. 72-73 et 103-104

1175 POMMEPUY 1999, p. 119-125

roches tendres employées pour les meules rotatives à La Tène moyenne/finale (90 % de calcaires lutétiens¹¹⁷⁶). L'ouvrabilité du matériau est donc le principal critère favorisant la prise en main de l'innovation technique pour la fabrication des machines complexes que sont les moulins rotatifs¹¹⁷⁷.

Plus au nord, chez les Atrébates, une importation de produits de la vallée de l'Aisne est constatée dans des proportions qui trahissent un véritable réseau commercial et non un déplacement ponctuel de marchandises (fig. 321). Déjà perçu à La Tène moyenne malgré des données éparées, ce circuit prend de l'ampleur à La Tène finale où tous les sites atrébates livrent des meules en calcaire lutétien (calcaire à cérithes ou calcaire à nummulites dit « Pierre à

liards »). Mentionnons pour les plus précoces, les deux *metas* en calcaire à cérithes (Lutétien supérieur) livrées par un silo de La Tène C à Duisans « Le Bois d'Hauttencourt »¹¹⁷⁸.

Le site de Capelle-Fermont (Pas-de-Calais) est à ce titre emblématique pour la grande cohérence de son assemblage meulier et la singularité de ses vestiges¹¹⁷⁹. Trois silos y ont été fouillés dont l'un (UE 7206) a été utilisé comme fosse sépulcrale¹¹⁸⁰. La défunte reposait sur un premier comblement d'une quarantaine de centimètres ; sa datation au ¹⁴C offre une fourchette large allant du IV^e au II^e siècle av. J.-C. L'assemblage céramique affine cette datation à La Tène moyenne dont une phase précoce est proposée avec précaution en raison de la présence de faciès assignés à La Tène ancienne¹¹⁸¹. À ses côtés sur le même niveau (UE 7217), une meta entière en calcaire à potamides et milioles (Lutétien supérieur) reposait, à l'envers, au centre du silo. Le contexte archéologique du dépôt fera l'objet de discussion par la suite (§ 15.2.1), mais il faut signaler qu'un deuxième silo de même datation (UE 52) a fourni à proximité immédiate (25 m), non pas une sépulture mais une nouvelle meule entière, cette fois taillée dans un tuf calcaire à limnées (Holocène) (fig. 322). Celle-ci repose

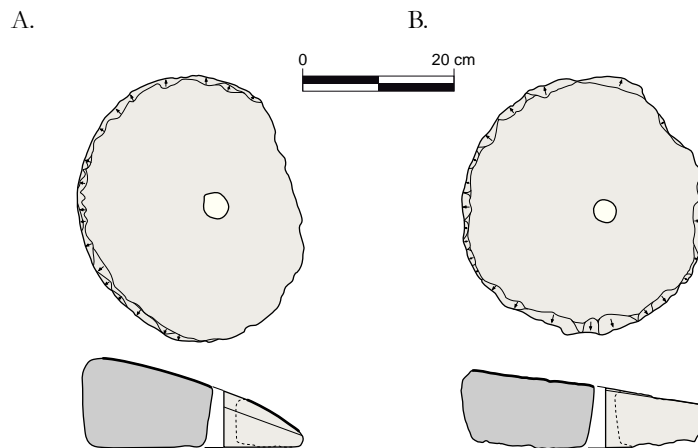


Figure 322 Meules de La Tène moyenne du site de Capelle-Fermont (Pas-de-Calais) « le Château Fort ». Dessins éch. 1/10, photos taille réelle. A. Meta en calcaire à potamides et milioles, silo 7206. B. Meta en tuf calcaire à limnées, silo 52.

1176 *Ibid.*, p. 125-126

1177 Par la complexité de la mise en œuvre du moulin rotatif, et notamment des éléments qui entrent en jeu entre le bras humain et le produit obtenu par son action, celui-ci peut être défini comme une machine : BOYER, BUCHSENSCHUTZ 1998, p. 198 et 206

1178 Duisans (Pas-de-Calais) « Le Bois d'Hauttencourt » (fouille A. Jacques) : meules n° 1468 ; JACQUES, GAILLARD 2000, pl. 49

1179 Capelle-Fermont (Pas-de-Calais) « le Château Fort » (diagnostic V. Merkenbreack, fouille A. Masse) : meules n° 1362 à 1365.

1180 MERKENBREACK *et al.* 2015, p. 154, fig. 153; MASSE *et al.* 2017, p. 54, fig. 22

1181 MASSE *et al.* 2017, p. 60 et 121

aussi dans le comblement, une quarantaine de centimètres au-dessus du fond de la structure. Un fragment de meule brûlé en Pierre à liards (Lutétien inférieur) provient de l'UE 105, de même datation, tout comme quatre fragments de tuf calcaire à limnées proviennent de la fosse n° 36, située quelques mètres à l'ouest du silo 7206. Ces éléments sont les témoins les plus précoces de l'appropriation du moulin rotatif dans le nord de la Gaule, et leur association avec le monde funéraire n'est probablement pas anodine. Leur origine géologique est double : depuis les niveaux lutétiens du nord du Bassin parisien d'une part (vallée de l'Aisne notamment), et depuis les tufs holocènes connus dans les vallées de l'Aa, de la Scarpe et de l'Escaut d'autre part (Nord et Pas-de-Calais). Les premiers sont exploités en territoire Rème ou Suession¹¹⁸² ; les tufs holocènes ont en revanche été recherchés au plus proche des sites de consommation : l'affleurement le plus accessible et le plus étendu est localisé entre Arras et Douai, dans la plaine alluviale de l'ancienne Scarpe. La formation y est presque continue près d'Hamblain-les-Près (Pas-de-Calais) où elle atteint 1 à 3 m d'épaisseur ; elle est plus localisée en amont (voir § 6.1).

Le site de Capelle-Fermont révèle donc un processus d'importation/imitation qui met en lumière les modalités d'adoption du moulin rotatif dans la région. Des produits de la vallée de l'Aisne sont d'abord importés, puis des matériaux qui paraissent physiquement très similaires sont recherchés : calcaire à empreintes fossiles créant des alvéoles d'un côté, tuf calcaire de l'autre dont les perforations tubulaires végétales offrent le même aspect vacuolaire ; couleur beige des deux roches, texture tendre et friable, facilité de mise en œuvre dans les deux cas.

Cette volonté d'imitation se retrouve dans la forme et le module des deux metas de Capelle-Fermont : 36 cm pour l'une, 35 pour l'autre, un œil de 3,2 et 2,8 cm de diamètre, un bord épannelé dans les deux cas, une face inférieure à peine dégrossie. Seul le soin apporté au flanc diffère : grossièrement mis en forme par enlèvement d'éclats, celui de la meta en calcaire à potamides est en plus régularisé par piquage pour adoucir les arêtes d'enlèvement.

À la lumière de ces découvertes, d'autres corpus ont été revus et leur contexte réexaminé. Plusieurs meules en tuf calcaire ont ainsi été identifiées dans les corpus du nord de la France où elles constituent les pièces les plus précoces jusqu'au littoral de la Mer du Nord. Celle de Dourges (Pas-de-Calais) est hors contexte mais du matériel laténien est signalé parmi le mobilier d'une occupation romaine tardive¹¹⁸³. Celle de Corbehem (Pas-de-Calais) a été fortuitement découverte en prospection en 1968 et n'a donc pas de contexte archéologique¹¹⁸⁴. Celle du « Moyen Mont » à Onnaing (Nord) servait de calage de poteau sur un site mérovingien, mais des structures datées de La Tène moyenne sont dispersées aux alentours et l'on peut supposer le réemploi médiéval d'un élément présent antérieurement dans le paysage¹¹⁸⁵. Le site des « Nouvelles Marnières » à Salperwick (Pas-de-Calais) a livré la plus belle série de ces meules en tuf (5 pièces), toutes issues d'un silo daté de La Tène moyenne¹¹⁸⁶. Ce site est localisé en surplomb de la vallée de l'Aa où des alluvions anciennes sont signalées sur la carte géologique. Ces alluvions comprennent des tufs calcaires à limnées formés dans la deuxième moitié du I^{er} millénaire av. n. è. (Flandrien moyen/supérieur), soit, d'un point de vue géologique, très peu avant leur exploitation potentielle pour la taille de meules. Le même cas de figure est observé à Corbehem, Dourges et Onnaing, où des tufs holocènes sont signalés à peu de distance, dans les vallées de la Scarpe et de l'Escaut¹¹⁸⁷. Dans tous les cas lorsqu'elles ne sont pas importées de la

1182 POMMEPUY 1999 et 2003

1183 Dourges (Pas-de-Calais) « le Marais de Dourges » (diagnostic G. Blancquaert) : meule n° 1462 ; BLANCQUAERT 2001, p. 48

1184 Corbehem (Pas-de-Calais) : meule n° 1372

1185 Onnaing (Nord) « le Moyen Mont » (fouille J.-J. Thévenard) : meule n° 998

1186 Salperwick (Pas-de-Calais) « les Nouvelles Marnières » (fouille S. Gaudefroy) : meules n° 1607 à 1611 ; GAUDEFROY, MICHEL 1997, p. 13

1187 SOMMÉ 2006, p. 44, fig. 1

vallée de l'Aisne, l'acquisition des roches meulières au nord des monts d'Artois est donc très locale (périmètre attenant : moins de 5 km). Et la même roche est chaque fois recherchée, de l'Audomarois au Valenciennois, révélant ici encore l'importance de l'apparence physique du matériau, mais aussi la connaissance du milieu alluvial qui le livre.

13.3.2 La Tène C2-D : assimilation de l'innovation et adaptation aux ressources régionales

Très rapidement à la fin de La Tène moyenne (La Tène C2 – première moitié du II^e siècle) apparaissent les premières meules rotatives faites de roches dures : poudingue normand autour d'Amiens, Grès de Macquenoise à Glisy et Marquion, grès quartzitique fin à Onnaing et Barleux (fig. 321). Inversement, les tufs calcaires holocènes des plaines alluviales du Nord et du Pas-de-Calais sont abandonnés. À noter que ces roches dures sont les mêmes qui étaient massivement utilisées pour le façonnage de moulins va-et-vient avec des chaînes opératoires souvent complexes¹¹⁸⁸. Leur abandon au profit des roches tendres au moment de l'apparition du moulin rotatif témoigne du besoin de s'approprier techniquement la fabrication d'une machine complexe. Après deux générations qui travaillent localement à l'assimilation de l'innovation, la production apparaît clairement prise en main et maîtrisée par les tailleurs de pierre qui s'orientent de nouveau vers des roches dures, sinon plus efficaces, au moins plus résistantes et durables. La production est alors pleinement assurée et réadaptée aux ressources régionales qui remplissaient déjà tous les critères d'accessibilité, de disponibilité, de résistance et d'efficacité. Si les deux premiers critères jouent sur l'offre en procurant aux artisans et aux commerçants des facilités d'exploitation et de distribution, les deux autres répondent à la demande du consommateur qui attend une certaine qualité de son investissement.

Le site des « Nouvelles Marnières » à Salperwick, chez les Morins, illustre ce basculement dans le choix des matériaux : les meules de La Tène moyenne étaient faites de tuf de la vallée de l'Aa, celle de La Tène finale est en poudingue importé du pays des Calètes. La même roche est alors observée à Gouy-Saint-André (Pas-de-Calais) à la même époque, dans le bassin de l'Escaut en faible quantité, et dans celui de la Somme en proportions plus importantes (fig. 323). Si nous ne disposons d'aucune donnée antérieure à La Tène finale en Seine-Maritime, la roche est présente dans la Somme dès la fin de La Tène moyenne (fig. 324). Il est ensuite évident que le poudingue est systématiquement recherché chez les Calètes puisque la roche est la seule représentée sur les sites de consommation jusqu'à la deuxième moitié du I^{er} siècle av. J.-C. où des grès plus mineurs apparaissent localement. Le passage de roches tendres à des roches dures est aussi constaté à Dourges et à Onnaing où le grès quartzitique fin remplace le tuf calcaire à La Tène finale. Ce grès devient alors omniprésent dans l'Artois, le Hainaut et le Cambrésis où la roche est très présente naturellement (grès thanétiens/yprésiens dits « landéniens »).

Chez les Ménapiens au bord de la plaine dunkerquoise (Bierne, une trentaine de kilomètres au nord-est de Salperwick), aucune meule rotative n'est antérieure à La Tène finale et leur adoption semble se dérouler autrement. On y constate le passage direct, probablement au cours du I^{er} siècle av. J.-C., de l'usage de meules va-et-vient à celui de meules rotatives, toutes faites de grès quartzitique fin. Rappelons qu'une origine locale de la roche est possible à cet endroit depuis le mont Cassel (20 km, voir § 6.9.2.2), ce qui se confirmerait par l'enregistrement dans ce secteur, de meules va-et-vient et rotatives faites de la même roche, mais aussi par l'usage opportuniste de blocs du même matériau

1188 Grès quartzitiques et Grès de Belleu dans la vallée de l'Aisne au Néolithique final : HAMON, FRONTEAU 2018 ; au Hallstatt final/La Tène ancienne : POMMEPUY 1999 (les calcaires étaient en revanche préférés au Bronze final dans ce secteur). Grès quartzitique dans le Cambrésis et le Douaisis au Néolithique final : GUTIERREZ *et al.* 2012, p. 59 ; BOSTYN *et al.* 2014, p. 709. Grès de Macquenoise et autres grès conglomératiques du Lochkovien au Néolithique et au cours de la Protohistoire : PICAUVET *et al.* 2018 et recensement en cours avec C. Monchablon. Grès de la Serre (Jura) au Néolithique : JACCOTTEY, MILLEVILLE 2007 et 2010.

Figure 323 Carte de répartition des meules de La Tène finale pondérée par roches.

Figure 324 Meta en poudingue normand de La Tène C2. Saleux (Somme) « la Vallée du Bois de Guignémicourt » (fouille S. Gaodefroy) : meule n° 2058. Dessin éch. 1/10, photo taille réelle.

comme aiguiseurs sans mise en forme préalable¹¹⁸⁹. L'innovation est donc ici adoptée plus tardivement et directement adaptée aux ressources locales qui n'ont pas cessé d'être employées.

Dans le nord du Bassin parisien en revanche, les calcaires nouvellement ex-

exploités pour le façonnage de meules rotatives ne sont pas abandonnés à La Tène finale. Leur usage s'intensifie même le long des vallées de l'Aisne et de l'Oise où ils sont particulièrement bien reconnus. La variété des faciès inventoriés par C. Pommepuy puis par le *Groupe Meule* à Acy-Romance témoigne de cette recherche de matériaux efficaces pour la mouture, plus ou moins vacuolaires (empreintes de cérithes et potamides), tranchants (coquilles de limnées) ou abrasifs (grains de quartz

1189 Études inédites P. Picavet dans DUVIVIER *et al.* 2014, ELLEBOODE (rapport en cours), DELAUNEY (rapport en cours)

dans matrice calcaire). Étant donnée l'étendue des affleurements lutétiens, cette recherche s'effectue probablement de manière raisonnée en différents gîtes de la vallée de l'Aisne.

À l'est dans le bassin du Rhin et ses affluents, les meules en roche volcanique suivent le cours du fleuve depuis l'Eifel, autant en amont qu'en aval jusqu'à son estuaire. Très peu de pièces sont connues avant l'époque romaine, mais elles témoignent déjà d'une distribution à longue distance dès la fin de La Tène moyenne ou le début de La Tène finale¹¹⁹⁰. Typologiquement, les meules montrent une relation étroite avec les productions de Gaule centrale en adoptant tout de suite une forme cylindrique à face supérieure en cuvette (voir § 10.2.10.3). Le couloir rhénan constituerait alors la porte d'entrée de pratiques techniques qui n'évolueront ensuite qu'au cours du I^{er} siècle de notre ère avec l'élaboration de la « signature » des ateliers du Bellerberg. Aucune meule rotative précoce ne témoigne dans ce secteur de changements techniques notoires antérieurs ou contemporains de ceux constatés dans les autres régions. Dans l'état actuel du recensement des meules, il semble que l'Eifel passe aussi au cours de La Tène moyenne du moulin va-et-vient « en chapeau de Napoléon » (*Napoleonshut*) au moulin rotatif sans phase de tâtonnement apparente, avec le même matériau¹¹⁹¹. La diffusion des secondes bénéficie du réseau de distribution des premières, ce qu'illustre aux Pays-Bas la découverte conjointe, à Maasland (Hollande méridionale) « Foppenpolder », de fragments de *Napoleonshut* et de meule rotative de type « De Brillerij » dans un contexte daté du tournant du III^e et du II^e siècle av. J.-C.¹¹⁹² L'absence apparente d'obstacle à cette transition peut s'expliquer par une relative facilité de mise en forme des roches volcaniques vacuolaires, mais reflète surtout la faiblesse du corpus disponible dans la moyenne et basse vallée du Rhin à cette période charnière. L'étude menée par S. Wefers en Allemagne centrale montre la même chronologie en s'appuyant sur des séries laténiennes beaucoup plus importantes, notamment issues de grands *oppida* de La Tène finale¹¹⁹³. Elle met en lumière une pénétration très progressive du moulin rotatif au cœur de l'Europe celtique aux III^e et II^e siècles av. J.-C. après que l'innovation ait franchi les Pyrénées entre le IV^e et le III^e siècle.

Les espaces de production et de consommation meulière s'individualisent ainsi nettement à La Tène finale, (re)donnant naissance à de grandes provinces meulières dotées de leurs propres habitudes techniques. À l'ouest, le littoral de la Manche, de l'estuaire de la Seine jusqu'au Pas-de-Calais, est approvisionné par les gisements de poudingue de Seine-Maritime. Typologiquement, ce bassin technique livre des meules en portion de sphère percées de trous d'emmanchement traversant la meule horizontalement (type 2 – voir § 10.2.10.2). Les ateliers du nord du Bassin parisien assument leur spécialisation dans la mise en œuvre des calcaires lutétiens parallèlement à l'apparition des premières meules en Grès de Fosses-Belleu à la charnière avec la zone précédente. Les meules produites sont de différents types : cylindriques, tronconiques et en portion de sphère, témoignant d'influences et de pratiques techniques diverses d'un atelier à l'autre. Au nord et à l'est, le bassin ardenno-flamand (re)prend en main les grès quartzitiques tertiaires et les grès et conglomérats du Dévonien (grès de type « Macquenoise » et Poudingue de Burnot) pour la fabrication de meules de forme tronconique. Ici aussi, le trou d'emmanchement est horizontal et prolongé dans l'œil du cattillus (type 2). Enfin, les ateliers de l'Eifel s'illustrent par leur position névralgique au cœur de l'Europe et s'avèrent évoluer différemment de ceux du nord de la Gaule avec des formes plus proches de celles que l'on retrouve dans le reste de la Gaule. Partout, la production est systématisée et les formes standardisées grâce à une affirmation de la chaîne opératoire dans des ateliers spécialisés¹¹⁹⁴.

1190 MANGARTZ 2008, p. 13 ; WEFERS 2014, p. 122-123

1191 WEFERS 2012, p. 73 ; WENZEL (à paraître)

1192 HARTOCH *et al.* 2015, p. 78

1193 *Ibid.*, p. 115

1194 MANGARTZ 2008, p. 43 ; WENZEL (à paraître)

13.3.3 Fonctionnement des réseaux de distribution gaulois

13.3.3.1 Les anomalies de diffusion : mise en lumière de couloirs commerciaux

Les données pour l'époque gauloise sont encore très éparses au regard de ce qui est disponible pour l'Antiquité romaine. La répartition de certaines productions montre donc peu de cohérence dans l'état actuel de la recherche. Cependant, d'autres mettent en lumière des phénomènes qui permettent d'aborder les questions relatives au commerce meulier et plus généralement aux relations commerciales entre peuples gaulois.

Ainsi pour le Grès de Macquenoise, aucune direction n'est clairement privilégiée et la diffusion semble concentrique, contrairement à ce qu'il se passe à l'époque romaine. Une meule est connue sur l'oppidum d'Olloy-sur-Viroin au sud de l'Entre-Sambre-et-Meuse (Prov. Namur), une à Dourges (Pas-de-Calais), une à Glisy (Somme), une à Vervins (Aisne), et surtout une douzaine dans le village d'Acy-Romance (Ardennes). L'importance de cette dernière série doit toutefois être relativisée puisque ce chiffre ne représente que 10 % de l'ensemble des meules du site¹¹⁹⁵. Celui-ci est majoritairement approvisionné depuis la vallée de l'Aisne et n'absorbe donc pas réellement le flux provenant de Macquenoise. Les carrières de Macquenoise, situées aux confins des territoires des Rèmes et des Nerviens au nord de la Wartoise qui les sépare, semble donc approvisionner les deux sans distinction.

Le Poudingue de Burnot est encore plus mal représenté. Les seules meules taillées dans ce matériau en Belgique sont identifiées dans le sud de l'Entre-Sambre-et-Meuse. Côté français, elles se limitent à quelques exemplaires cantonnés près de la frontière à peu de distance des premiers affleurements emsiens/eiféliens. La diffusion au départ de Lustin est possible par le sillon Sambre-et-Meuse, mais l'exploitation de ces autres gisements à La Tène finale l'est aussi sans que nous n'en ayons d'indices matériels. La production comme la consommation seraient donc l'affaire des Nerviens et/ou des Atuatuques/Éburons.

Plus étoffées sont les séries faites de grès quartzitique dit « landénien » dans le Hainaut et l'Artois, soit principalement chez les Nerviens, les Ménapiens et les Atrébates. Les gisements de sables qui contiennent ces grès sont nombreux et dispersés, mais offrent parfois peu de matériau convenable à l'affleurement. La répartition des meules taillées dans ce type de grès se limite aux zones de disponibilité du matériau, ce qui peut traduire une faible distribution des productions. L'unité typologique des meules pourrait cependant témoigner de l'exploitation d'un seul gisement parmi tous ceux disponibles. Un deuxième foyer de meules en grès quartzitique est par ailleurs cerné sur le littoral ménapien, ce qui pourrait suggérer, soit un commerce depuis le Hainaut/Artois dans cette direction, soit une production propre au secteur du Houtland (monts des Flandres, Cassel notamment). Une « anomalie » de distribution apparaît dans l'Artois, sur le territoire des Atrébates : depuis La Tène moyenne, les productions rèmes et suessiones (vallée de l'Aisne) y sont bien reconnues alors que l'inverse n'est pas vrai. Aucune meule en grès quartzitique « landénien » n'est identifiée au-delà des monts d'Artois en direction de la Picardie. Une seule meta en grès quartzitique coquillier est relevée à Barleux-Éterpigny (Somme)¹¹⁹⁶, mais celle-ci fait figure de production locale dans un faciès qui diffère des grès du Hainaut/Artois. À l'inverse, les productions rèmes et/ou suessiones sont bien diffusées dans les vallées de l'Aisne et de l'Oise et se retrouvent en quantité remarquable en territoire atrébate où elles pénètrent par le seuil de l'Artois, à l'interfluve entre les marais de la Deûle et de la Scarpe. Il n'est pas un site du Douaisis ou de l'Arrageois qui n'en fournisse au moins un exemplaire,

1195 BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2017b, p. 121

1196 Meta en grès quartzitique coquillier de Barleux-Éterpigny (Somme), datation La Tène B/C, diagnostics pré-alables au creusement du Canal Seine – Nord Europe (D. Lamotte) : meule n° 1948.

avec une nette dominance du calcaire à cérithes (Lutézien supérieur) et de la Pierre à liards (Lutézien inférieur). Aucun atelier n'est connu pour le second matériau, mais des indices d'extraction de calcaire à cérithes ont été repérés à Vendresse-Beaulne (Aisne), 4 km au nord du cours de l'Aisne¹¹⁹⁷. En considérant ce site localisé chez les Rèmes mais dont la datation n'est pas assurée, et le couloir de distribution mis en évidence, le transport vers le nord serait terrestre. Ce mouvement unidirectionnel de marchandises met en exergue des rapports commerciaux particuliers entre Rèmes/Suessions d'un côté et Atrébates de l'autre au sein du *Belgium* que décrit César¹¹⁹⁸. Dans une économie d'échanges, il faut supposer un trajet inverse réalisé par d'autres types de marchandises entre ces territoires et les peuples qui les occupent, tels que lainages, bétail, sel, esclaves à destination du sud de la Gaule ou même de Rome, etc.

Le calcaire à glauconie et nummulites est en revanche observé sur les sites de consommation d'un bout à l'autre de la vallée de l'Aisne, probablement du fait d'une circulation fluviale, mais ne pénètre pas les territoires septentrionaux. Rappelons-le, la carrière de Vauxrezis (Aisne) dont l'exploitation gauloise n'est pas assurée mais peut être supposée, domine presque le cours de l'Aisne. Elle jouxte l'oppidum de Pommiers, possible *Noviodunum* des Suessions occupé pendant et après la Guerre des Gaules (La Tène D2 – époque augustéenne)¹¹⁹⁹ ; on ne peut imaginer qu'un tel établissement dominant la rivière ne disposait pas d'un lieu d'embarquement en contrebas.

À l'ouest, les meules en poudingue produites sur les gisements dispersés du territoire des Calètes (Seine-Maritime) se retrouvent essentiellement autour de leur région d'origine et le long de la Manche, chez les Ambiens et les Morins. Si ni la datation ni la durée d'activité des carrières connues ne sont assurées, leur emplacement n'est pas accessible de la même manière et favorise l'un ou l'autre moyen de transport. Sur ce point, les analyses cartographiques réalisées pour l'époque romaine devraient être valables, dans les grandes lignes, pour l'époque gauloise malgré un nombre d'individus plus réduit pour en étudier la répartition (voir § 13.5.1). En effet, ni les marchandises produites chez les Calètes ni la direction empruntée par leur distribution ne changent d'une période à l'autre. Ainsi, les pièces identifiées dans la vallée de la Somme chez les Ambiens peuvent arriver autant par la route depuis Saint-Saëns que par la mer puis le fleuve depuis Vaucottes ou la forêt de La Londe. Ces meules sont également bien identifiées chez les Morins dans l'actuel Pas-de-Calais où l'accès le plus simple est maritime ; une telle diffusion par mer s'accorde bien avec la présence de meules calètes dans le sud-est de l'Angleterre dès la fin de l'Âge du Fer¹²⁰⁰. Comme pour les calcaires lutétiens, l'idée de relations commerciales entre peuples gaulois est séduisante et mettrait ici en relation plusieurs d'entre eux par cabotage le long du littoral de la Manche jusqu'en Bretagne insulaire. Une traversée transmanche depuis l'embouchure de la Seine doit aussi exister, comme est souvent évoquée une traversée depuis Saint-Servan sur l'estuaire de la Rance (Côtes-d'Armor)¹²⁰¹, puisque les meules en poudingue normand sont fréquentes dans le Hampshire autour du port de commerce de Hengitsbury¹²⁰².

On pourrait restituer ces contacts sous la forme de mouvements de commerçants plus ou moins indépendants le long de la côte par cabotage ou directement à travers la Manche. Néanmoins, la structure hiérarchisée de la société gauloise nous orienterait plutôt vers une organisation du commerce régie par des rapports géopolitiques que nous ne pouvons aborder qu'avec précaution en raison de la faiblesse quantitative des données. À titre d'ouverture, nous pouvons mettre en exergue la corré-

1197 NAZE, FRONTEAU 2011

1198 CÉSAR, *Guerre des Gaules*, V, 12, 24, 25 ; VIII, 46, 49, 54 ; FICHTL 2003, p. 97

1199 BRUN, DEBORD 1991, p. 52-55

1200 GREEN 2016a, p. 350, fig. 1

1201 CUNLIFFE 1993, p. 114-119

1202 GREEN 2016a, p. 350, fig. 1

lation qui apparaît entre l'orientation du commerce meulier et l'importation d'amphores vinaïres à La Tène finale. Sur le littoral, les Morins importent des meules calètes ; ces deux peuples littoraux ne sont pas consommateurs de vin thyrrénien¹²⁰³. À l'intérieur des terres, les Atrébates importent des meules rèmes/suessiones ; ces peuples politiquement proches de Rome sont friands de produits méditerranéens dont témoignent les nombreuses amphores Dressel 1 recensées dans la vallée de l'Aisne d'une part, et autour d'Arras d'autre part¹²⁰⁴. Seuls les Ambiens montrent un approvisionnement meulier assuré autant depuis la vallée de l'Aisne que depuis le Pays de Caux ; les amphores Dressel 1 sont présentes le long de la vallée de la Somme mais en quantité relativement modeste sur chaque site (NMI = 1 à 3 la plupart du temps, 7 à Ribemont-sur-Ancre et 13 à Amiens).

13.3.3.2 Indices d'organisation et de contrôle du commerce meulier gaulois

B. Cunliffe voit en la fin de l'Âge du Fer la période d'un commerce organisé par la signature de traités entre les protagonistes de la géopolitique gauloise, le modèle romain correspondant plutôt à un commerce de marché¹²⁰⁵. L'un des indices du contrôle de la production et probablement du commerce meulier par le pouvoir repose sur une observation faite *a priori*, et qui fait office de piste de recherche plus que de conclusion sur l'économie gauloise. Ce constat est celui de la présence d'un *oppidum* à proximité (moins de 10 km) de chaque carrière de meules. Ce duo est assez récurrent : Vaucottes – Fécamp (5 km), La Londe – Orival (10 km), Saint-Saëns – Quiévrecourt (10 km), Vauxrezis – Pommiers (2 km), Hirson – Mondrepuis (4 km). Néanmoins, notre investigation s'arrête rapidement à ces sites évidents. *Bratuspantium*, l'*oppidum* des Bellovaques mentionné par César¹²⁰⁶ paraît bien éloigné de Fosses/Bellefontaine s'il est localisé à Vendeuil-Caply (une soixantaine de kilomètres), mais Gouvieux en est plus proche (15 km). Lustin n'a pas non plus d'*oppidum* proprement identifié à proximité. Cependant, un *muris gallicus* de La Tène finale est identifié à Pont-de-Bonne (Modave, Prov. Namur)¹²⁰⁷, une trentaine de kilomètres à l'est des carrières identifiées, et celui-ci jouxte les niveaux géologiques qui fournissent le Poudingue de Burnot et des faciès approchants (Poudingue de Marchin notamment) ; l'existence de carrières gauloises non encore repérées dans ce secteur est donc tout à fait possible.

Cette observation paraît donc bien fragile dans l'état actuel de la recherche sur l'Âge du Fer, autant du fait de la mauvaise datation des *oppida* que des carrières elles-mêmes, et se doit d'être étayée. On ne peut non plus conclure à un lien direct de cause à effet : carrière produisant de la richesse et *oppidum* chargé de la protéger. D'autant moins que des meules rotatives sont produites dès La Tène moyenne, que les mêmes carrières ont parfois produit des meules va-et-vient auparavant, et que les premiers *oppida* ou agglomérations apparaissent au plus tôt dans cette région à La Tène D1 (Titelberg, Variscourt)¹²⁰⁸, et pour les autres entre La Tène D2 et l'époque augustéenne¹²⁰⁹. Au premier abord, l'association est donc simpliste et chronologiquement inadmissible, mais un rapport plus mesuré peut être établi. Les carrières de meules étant ouvertes, non seulement sur des ressources disponibles mais aussi accessibles depuis les centres de consommation par un réseau de communication dense, elles occupent la plupart du temps des espaces économiquement dynamiques par d'autres aspects, d'autres productions que le seul matériel de mouture. Ce sont donc ces régions de carrefour, ce qu'elles produisent et ce qu'elles expédient chez les voisins qui sont contrôlées par le

1203 LAUBENHEIMER, MARLIÈRE 2010, p. 26, fig. 4 et p. 95

1204 *Ibid.*

1205 CUNLIFFE 1993, p. 13

1206 CÉSAR, *Guerre des Gaules*, II, 13

1207 DELYE 2007 ; TOUSSAINT 2013, p. 84

1208 PION 2010

1209 *Ibid.*

pouvoir qui ressent le besoin de se concentrer dans des agglomérations, souvent fortifiées à la fin de La Tène¹²¹⁰. Sans compter que ce pouvoir politique détient aussi généralement le pouvoir d'investissement économique et a probablement la main sur la production artisanale. Les propriétaires des carrières, s'ils existent, pourraient alors habiter l'agglomération ; l'aller-retour ville/carrière peut aisément être effectué dans la journée.

Pourtant, en Allemagne centrale, l'importation de parts importantes de meules de l'Eifel dans des *oppida* qui disposent d'autres carrières à proximité (60 % de meules de l'Eifel à Heidetränk, en Hesse, pourtant situé à une quinzaine de kilomètres des meulières de Oberursel-Bommersheim) suggérerait une grande liberté de la part des producteurs, des commerçants et des consommateurs vis-à-vis du pouvoir central¹²¹¹. D'après S. Wefers, le choix de la roche découlerait de la volonté des consommateurs vivant sur l'*oppidum*, qui préféreraient la haute qualité des matériaux de l'Eifel à celle, moindre, des roches locales, quitte à leur faire parcourir plus de 100 km¹²¹². Et nous attendons avec impatience l'étude exhaustive des meules de Bibracte et des carrières du Morvan pour avancer sur ce sujet¹²¹³.

Malgré l'indigence des sources pour cette période, on pourrait alors proposer un modèle nuancé comprenant un contrôle financier de la production artisanale locale par une élite économique (la même qui contrôle la vie politique et religieuse ?), mais un commerce et une consommation libres. C'est-à-dire que ces élites peuvent investir dans des ateliers qui distribueront leur production, mais non imposer aux commerçants et aux habitants de l'agglomération un quelconque monopole commercial. Ce type de protectionnisme nuirait d'ailleurs aux dynamiques d'échanges dont nous avons le témoignage par la distribution parfois lointaine des biens. Car comme le rappelle M. Poux, les *oppida* sont des lieux de commerce intense avec l'Italie et le reste de l'Europe dont ils rassemblent, consomment et font transiter les marchandises¹²¹⁴. C'est particulièrement le cas chez les Rèmes, Suessions et Atrébates où des amphores vinaires d'Italie sont retrouvées en grande quantité à La Tène finale¹²¹⁵. L'activité économique serait donc divisée entre investissement financier, production, transport, commerce, consommation et décision géopolitique. Mais dans ce cas, comment expliquer la direction prise par certains « couloirs commerciaux » qui montrent une diffusion qui ne doit rien au hasard ? Les accords commerciaux qui y mènent sont-ils liés par contrats par les commerçants eux-mêmes, ou sont-ils orientés par le pouvoir politico-religieux ? Soulignons d'ailleurs, comme le rappellent F. Laubenheimer et E. Marlière, que ce sont essentiellement les élites qui consomment le vin sur les *oppida*¹²¹⁶ ; elles en contrôlent probablement l'importation puisque certains territoires ne livrent aucun reste d'amphore. Le voile qui entoure encore la (les) société(s) celtique(s) ne sera levé que par la multiplication des études pluridisciplinaires et n'en dévoile pas encore toutes les subtilités économiques. On peut aussi s'interroger, à la suite de S. Fichtl, sur les lieux du pouvoir politique et économique avant la période des *oppida*¹²¹⁷. L'auteur propose une dispersion de petits chefs locaux dans des résidences isolées ; des résidences aristocratiques du type de celle du Mesnil-Esnard (Seine-Maritime)¹²¹⁸ sont peut-être réparties à proximités des centres de production artisanale.

1210 CUNLIFFE 1993, p. 111

1211 WEFERS 2011b, p. 2-3

1212 *Ibid.*

1213 Étude en cours de L. Jaccottey et F. Boyer

1214 POUX 2004

1215 LAUBENHEIMER, MARLIÈRE 2010, p. 95

1216 *Ibid.*, p. 96

1217 FICHTL 1996, p. 229-230

1218 VARIN 2010

13.4 Époque augusto-claudienne : continuité et ruptures

13.4.1 Permanence et amplification de l'exploitation des principales roches meulières

Dans le camp césarien de La Chaussée-Tirancourt (Somme), l'on aurait pu s'attendre à découvrir des meules importées du Massif Central, comme c'est le cas sur l'*oppidum* du Titelberg (Luxembourg) où des niveaux contemporains ont livré un fragment de meule pompéienne en roche volcanique¹²¹⁹. Or à la Chaussée-Tirancourt, seul un fragment de meule en calcaire à glauconie et nummulites (Lutétien inférieur) a été découvert lors d'un sondage réalisé sur les casernements internes de l'*oppidum* en 2014¹²²⁰. Sur le plan économique, sa présence peut s'expliquer par la suspicion d'occupation successive du camp par des troupes gauloises puis romaines au moment de la Guerre des Gaules¹²²¹. Elle fournit aussi l'un des premiers exemplaires taillés dans cette roche et présent en dehors de la vallée de l'Aisne ou de l'Oise, témoignant des premiers transports du matériau par la route ou d'un déplacement de troupes depuis le secteur de Pommiers (2 km au sud de la carrière de Vauxrezis) dont les meules sont d'ailleurs taillées dans ce matériau¹²²².

Inversement, le site de Nesle (Somme) fournit la dernière pièce connue en calcaire à nummulites dit « Pierre à liards » (Lutétien inférieur) qui n'atteint donc plus le seuil de l'Artois comme à La Tène moyenne et finale et disparaît par la suite. La zone des plateaux lutétiens du nord du Bassin parisien demeure en revanche bien approvisionnée par un réseau en place depuis La Tène moyenne (fig. 325). En témoigne le mobilier de l'établissement rural du « Griffon » à Barenton-Bugny (Aisne), au nord de la cité des Rèmes, qui livre quasi-exclusivement des meules en calcaire à cérithes au cours de l'époque augusto-claudienne¹²²³. Un seul fragment de vaugnérinite indique, comme à Acy-Romance à La Tène finale, la circulation très mineure de meules du Morvan sur le territoire.

Les environs de Reims montrent un approvisionnement similaire à celui de cette partie de la Champagne à l'Âge du Fer, mais aussi au Haut-Empire : à Bezannes (Marne), les meules de la première moitié du I^{er} siècle sont majoritairement faites de calcaire à cérithes (8 sur 14) et de calcaire à *ditrupa* qui fait son apparition (5 sur 14) aux côtés d'un grès qui n'a pu être déterminé par l'auteur de l'étude (1 meule)¹²²⁴. À Bussy-Lettrée (Marne) 5 meules sur 7 sont en calcaire à cérithes, 1 en calcaire à glauconie et nummulites et 1 en vaugnérinite¹²²⁵. Les territoires rème et suession s'illustrent donc par la permanence de leur artisanat meulier entre La Tène finale et l'époque romaine, ce que l'on pourrait sans autre argument mettre en parallèle avec l'alliance des premiers avec les Romains au moment de la Guerre des Gaules et leur placement sur le devant de la scène après la conquête¹²²⁶. Seule la Pierre à liards, peu résistante, disparaît au profit du calcaire à *ditrupa*, probablement pour des raisons techniques avec l'augmentation du module des meules. Le calcaire à cérithes reste employé au Haut-Empire, et c'est le calcaire à glauconie et nummulites qui connaît la postérité la plus forte en étant employé massivement jusqu'à la fin de l'époque romaine.

En Belgique, chez les Atuatuques/Éburons au moment de leur éradication supposée par les armées de César¹²²⁷, le grès quartzitique et le Poudingue de Burnot sont d'usage courant pour la fabrication

1219 Analyses géochimiques de T. Gluhak confirmant une provenance depuis le Massif Central. Voir en annexe.

1220 La Chaussée-Tirancourt (Somme), « le Camp César » (fouille D. Bayard) : meule n° 1973

1221 BAYARD, FICHTL, p. 358-359

1222 Pommiers (Aisne) « l'Assaut » (sondage P. Brun) : cité dans POMMEPUY 1999, p. 130 et ROBERT, LANDRÉAT 2005, p. 109 et 114.

1223 Barenton-Bugny (Aisne) « ZAC du Griffon » (fouille A. Audebert) : AUDEBERT, LE QUELLEC 2014

1224 Bezannes (Marne) « Carolles » et « Champ Drillon » (fouilles S. Bundgen) : ETCHART-SALAS 2017

1225 Bussy-Lettrée (Marne) « Europort de Vatry » (fouille N. Achard-Corompt) : ACHARD-COROMPT *et al.* 2006 ; GROUPE MEULE, rapport de PCR 2013, p. 268-270

1226 FICHTL 2004, p. 136

1227 RAEPSAET, RAEPSAET-CHARLIER 2013, p. 215 ; MARTIN 2017, p. 12

Figure 325 Carte de répartition des meules augusto-claudiennes pondérée par roches.

du matériel de mouture, bien que très peu de données documentent cette phase historique. Une meule en Poudingue de Burnot provenant de Ittre (Brabant Wallon) constitue ainsi l'un des seuls jalons chronologiques de cette période en Belgique¹²²⁸. Il s'agit d'un catillus tronconique percé d'un trou d'emmanchement latéral prolongé horizontalement dans l'œil (type 2) et daté de la deuxième moitié du I^{er} siècle av. J.-C. Sa forme trapue le rattache encore entièrement aux productions laténiennes des carrières de Lustin. Les grès quartzitiques observés chez les Ménapiens jusqu'à l'estuaire de la Meuse de La Tène finale au Haut-Empire¹²²⁹ pourraient correspondre aux faciès recensés dans le Hainaut, mais se rattachent plus probablement à ceux du Dunkerquois étant donnée leur répartition.

Le Grès de Macquenoise, jusque là peu connu sur les sites de consommation, prend de l'ampleur dans les collections augustéennes et atteint même la côte ménapienne dans la première moitié du I^{er} siècle, peut-être un peu avant. Il commence à s'imposer dans le Hainaut et l'Artois au côté du grès quartzitique qui perd rapidement de l'importance pour disparaître dans la deuxième moitié du I^{er} siècle. À Dourges (Pas-de-Calais)¹²³⁰, à Marquette-lez-Lille¹²³¹, Marcq-en-Barœul¹²³² et Sin-le-

1228 Ittre (Brabant Wallon) « Mont-a-Henry » (fouille M. Fourny) : meule n° 74

1229 RENIERE *et al.* 2016

1230 Dourges (Pas-de-Calais) « le Marais de Dourges » (fouille G. Blancquaert) : meule n° 1463

1231 Marquette-lez-Lille (Nord) « le Haut Touquet » (fouille C. Denimal) : meule n° 932

1232 Marcq-en-Barœul (Nord) « le Cheval Blanc » (fouille D. Cense) : meule n° 930

Noble¹²³³ (Nord), le Grès de Macquenoise constitue les seules meules augustéennes alors que sont encore utilisées des meules en grès quartzitique au tournant de notre ère à Carvin¹²³⁴ et Lesquin¹²³⁵. On le retrouve assez loin vers l'est à Haneffe (Prov. de Liège)¹²³⁶ à 130 km des carrières, et au nord à Steene (Nord)¹²³⁷ à 180 km où il constitue 5 meules sur 7 d'époque augustéenne.

La roche volcanique enfin, n'est observée que très ponctuellement avant le milieu du I^{er} siècle. Une meule est enregistrée à Steene¹²³⁸ où elle témoigne d'un commerce à longue distance de « fond de cale », et une est connue à Tongres (Limbourg Belge)¹²³⁹, ville de fondation augustéenne (vers 10 av. J.-C.)¹²⁴⁰ proche du *limes*.

13.4.2 Une impression de pérennité : la distribution des poudingues normands

Les meules en poudingue normand sont emblématiques des phénomènes de distribution meulière observés autour de la conquête de la Gaule par les Romains. Elles sont largement retrouvées sur les sites de La Tène finale et de la période romaine sur toute la frange littorale de la Manche jusqu'au IV^e siècle, et donnent l'impression d'une grande pérennité du commerce meulier à travers le temps, impression que renforce encore la permanence de leur forme. Elles arborent un profil caractéristique en portion de sphère qui ne semble pas évoluer au cours du temps, et montrent un diamètre relativement réduit à travers toute la période, compris entre 24 et 45,5 cm (médiane 34,5 cm). Par exemple à Courcelles-lès-Lens¹²⁴¹, en territoire atrébate, une meule en poudingue de 35 cm est datée de La Tène finale, et une autre de 34 cm est attribuée aux II^e – III^e siècles ap. J.-C. Les deux ont une forme comparable en portion de sphère et ne peuvent être rattachées typologiquement à une période ou à une autre sans marqueur chronologique associé.

À l'époque augustéenne, les meules en poudingue normand sont encore majoritaires sur l'*oppidum* d'Orival (Seine-Maritime) avec 5 meules sur 9¹²⁴², et dans la vallée de la Seine à Heudebouville (Eure) avec 3 meules sur 4¹²⁴³. À Harfleur sur l'embouchure du fleuve, le matériau constitue encore les deux seules meules livrées par les niveaux augustéens alors que le Grès de Fosses-Belleu est introduit dans le courant du I^{er} siècle¹²⁴⁴.

En revanche, rares sont les meules qui peuvent être clairement datées de la période de transition entre l'Âge du Fer et l'Antiquité romaine en dehors de l'aire d'affleurement du poudingue. L'attribution chronologique de celle de Guînes (Pas-de-Calais) peut éventuellement être étendue du I^{er} siècle av. J.-C. au début du I^{er} ap. J.-C.¹²⁴⁵, et celle de la « ZAC du Transmarck » à Marck-en-Calais est datée du I^{er} siècle de notre ère sans plus de précision¹²⁴⁶. Cette lacune peut être due à une carence en mobilier de cette époque de manière générale sur le littoral du Pas-de-Calais. Elle reflète plus probablement, non une interruption de la production des meules en poudingue puisqu'elles sont encore bien représentées en Normandie à cette époque, mais une restriction de leur aire de distribution pendant une courte période où les territoires et les réseaux qui les rapprochent sont remaniés.

-
- 1233 Sin-le-Noble (Nord) « le Raquet » (fouille M. Lebrun) : meule n° 1092
 1234 Carvin (Pas-de-Calais) « ZAE de la Gare d'Eau » (fouille P. Lefevre) : meules n° 1366 et 1367
 1235 Lesquin (Nord) « ZAC du Mélantois » (fouille C. Deflorenne) : meules n° 894 à 903
 1236 Haneffe (Prov. de Liège) « les Champ Tirtiaux » (fouille G. Destexhe) : meule n° 310
 1237 Steene (Nord) « le Château » (fouille A. Delaunay) : meules n° 1109 à 1113
 1238 Meule n° 1101
 1239 HARTOCH *et al.* 2015, p. 178-182 : inv. GRM 4473
 1240 VANDERHOEVEN 2004
 1241 Courcelles-lès-Lens (Pas-de-Calais) « la Marlière » (fouille R. Blondeau) : meules n° 1375 et 1379
 1242 Orival (Seine-Maritime) « le Câtelier » (fouille C. Basset) : meules n° 1756 à 1760
 1243 Heudebouville (Eure) « la Butte Colas » (fouille D. Lukas) : meules n° 112 et 114
 1244 Harfleur (Seine-Maritime) « les Coteaux du Calvaire » (fouille D. Boisson) : meules n° 1726 à 1728
 1245 Guînes (Pas-de-Calais) « rue d'Ardres » : meule n° 1481
 1246 Marck-en-Calais (Pas-de-Calais) « ZAC Transmarck » (diagnostic H. Trawka) : meule n° 1555

13.4.3 Des meules trapues en roches régionales

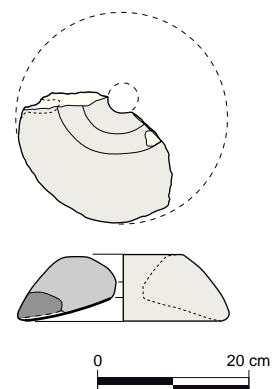
13.4.3.1 Chez les Morins

Sur le modèle des meules en poudingue normand, un profil trapu en portion de sphère est observé chez les Morins à l'époque augusto-claudienne sur des meules taillées dans des matériaux locaux à régionaux. Y apparaissent ponctuellement des meules faites de calcaires et lumachelles issus des niveaux crétacés et jurassiques du Boulonnais. La plupart de ces pièces ont été découvertes hors contexte et font partie des collections inédites ramassées en prospection par H. Mariette sur la plage de Tardinghen – Wissant (Pas-de-Calais) dans les années 1960-1970 et conservées au Musée Quentovic d'Étaples¹²⁴⁷. Elles affichent un diamètre de 31 à 38 cm qui s'insère dans le bas de la tendance d'évolution positive du diamètre des meules entre la fin du Second Âge du Fer et l'Antiquité tardive¹²⁴⁸, confirmant une datation très précoce à l'échelle de l'Antiquité. L'affleurement le plus proche de ce type de roche domine directement la plage à l'ouest de Tardinghen, dans la falaise jurassique du Cap Gris Nez, et des blocs jonchent l'estran jusqu'à Wissant (voir § 6.12.2). Le périmètre d'acquisition est donc potentiellement attenant au site. Une autre meule en lumachelle à huitres, d'un diamètre de 30 cm, a été mise au jour dans les remblais médiévaux et modernes des souterrains du Château-Musée de Boulogne-sur-Mer lors de leur aménagement¹²⁴⁹. Elle n'est donc pas directement associée à une occupation antique mais l'angle de la vieille ville de Boulogne correspond au cœur du camp de la *classis Britannica* établi à partir du règne de Claude, et le site est probablement occupé au moins depuis l'époque césarienne¹²⁵⁰. Ces niveaux d'occupation précoces ont été retournés lors de l'édification des remparts tardo-antiques, médiévaux puis modernes. La distance à l'affleurement atteint ici 15 km mais d'autres niveaux jurassiques ont pu être exploités à proximité de Boulogne.

Une autre meule d'un diamètre de 38 cm, issue du site rural de « la Turquerie » à Marck-en-Calais, est façonnée dans un grès calcaire à glauconie (Crétacé inférieur). Elle est aussi située en position détritique ou résiduelle dans le comblement d'une fosse du haut Moyen Âge creusée dans des structures antérieures¹²⁵¹. Le gisement le plus proche de ce type de roche affleure au pied de la falaise du Cap Blanc Nez à l'est de Wissant, soit 12 à 15 km à l'ouest de Marck. À Steene, un *catillus* de 31 cm de diamètre en calcaire gréseux coquillier provient du comblement d'un fossé romain coupant des structures augustéennes¹²⁵².

Une dernière meule de ce type, identique à celle de Steene, est pleinement intégrée dans une occupation d'époque

Figure 326 *Catillus* tibéro-claudien en calcaire gréseux coquillier de la « rue Branly » à Boulogne (Pas-de-Calais).
Dessin éch. 1/10, photo taille réelle.



1247 Meules n° 1616 à 1622.

1248 Tendence statistique mise en évidence par les travaux du *Groupe Meule* à l'échelle du territoire français : JACOTTEY *et al.* 2011e.

1249 Château-Musée de Boulogne-sur-Mer (fouille E. Belot) : meule n° 1338

1250 SEILLIER 2014, p. 20-22

1251 Marck-en-Calais (Pas-de-Calais) « la Turquerie » (fouille T. Moriceau) : meule n° 1548

1252 Meule n° 1108

claudienne appréhendée « rue Branly » à Boulogne¹²⁵³ (fig. 326). Elle est également constituée d'une lumachelle du Jurassique et son diamètre s'élève à 28 cm. Le rattachement des meules précédentes, typologiquement et pétrographiquement comparables à celle-ci, à un petit lithocorpus régional produit pendant une période assez brève s'accorde avec leur absence des contextes clos antérieurs et postérieurs à l'époque augusto-claudienne dans la région. Avant la conquête, le poudingue normand est seul représenté chez les Morins. À partir du règne de Claude et l'établissement pérenne de la *classis Britannica*, le poudingue y reprend sa place, parallèlement à la multiplication des meules en roche volcanique de Germanie qui accompagnent probablement, au moins au début, l'installation des troupes romaines face à l'île de Bretagne.

13.4.3.2 Chez les Ménapiens

En élargissant notre fenêtre d'étude aux sites ménapiens du bord de la Mer du Nord, nous achevons d'ébaucher les traits d'un faciès littoral marqué par la permanence des formes laténiennes trapues au début de l'époque romaine, et ce jusqu'à la fin du I^{er} siècle.

Sur les sites de « Schulleveldt » à Pitgam et de la « rue du Château » à Steene (Nord)¹²⁵⁴, 4 et 6 meules en grès quartzitique dont les catillus affichent une forme tronconique accusée ont respectivement été mises au jour (fig. 327). Elles présentent un diamètre compris entre 29 et 36 cm, soit en dessous de la médiane générale de l'époque romaine (40 cm pour les meules manuelles). Ces grès sont à rechercher au plus proche, soit dans les niveaux yprésiens des flancs des monts de Cassel (Nord), soit dans les grès jurassiques affleurant directement au nord de Boulogne (Grès de la Crèche...), ou encore au sein de sables tertiaires localement grésifiés et dispersés en lambeaux sur les terrains créta-cés du nord de la France. Ces meules tronconiques sont en tous points comparables au catillus taillé dans la même roche (diamètre 28 cm) issu du fossé d'enclos quadrangulaire d'une tombe de La Tène finale fouillé sur le site voisin de Bierne-Socx (Nord) « ZA du Bierendick »¹²⁵⁵. Cette dernière meule étant rayonnée, sa datation peut être affinée à l'extrême fin de La Tène finale, probablement à partir du règne de César ou d'Auguste (sur l'apparition du rayonnage, voir § 11.2.1).

À Pitgam, l'enfouissement des exemplaires les mieux contextualisés intervient au cours du I^{er} siècle ap. J.-C., voire à la fin de ce siècle d'après le mobilier céramique qui les accompagne, et la cohérence du corpus traduit un faible éloignement de leur contexte d'utilisation. À Steene en revanche, le site est profondément bouleversé par le creusement de fossés de drainage entre l'époque gauloise et le XX^e siècle ; ces meules sont en contexte romain à moderne.

Cette permanence des formes laténiennes au I^{er} siècle pourrait trouver son fondement dans un phénomène d'imitation des meules en poudingue normand connues jusqu'alors, ou encore des meules laténiennes du Hainaut ou de l'Artois proche, et qui viennent à manquer à cette époque de transition. Ces productions régionales ne

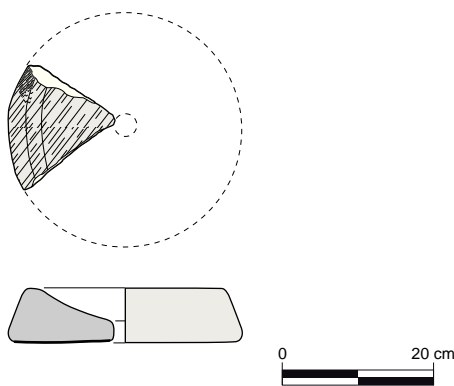


Figure 327 Catillus en grès quartzitique fin de Pitgam « Schulleveldt » (Nord). Dessin éch. 1/10, photo gross. x 2.

1253 Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais) « rue E. Branly » (fouille O. Blamangin) : meule n° 1334

1254 Pitgam (Nord) « Schulleveldt » (fouille E. Elleboode) : meules n° 1061 à 1064 ; Steene (Nord) « rue du Château » (fouille A. Delauney) : meules n° 1102 à 1107.

1255 Bierne (Nord) « ZA du Bierendick » (fouille H. Duvivier) : meule n° 709

dépassent pas la fin du I^{er} siècle, date après laquelle elles ne sont plus observées sur les sites de consommation, remplacées par les produits d'importation arrivant du Rhin et des Ardennes.

13.4.3.3 Dans le bassin de la Seine

Quelques meules manuelles en grès quartzitique à empreintes de bivalves sont observées dans la vallée de la Seine à l'époque augustéenne (fig. 328). Elles sont présentes sur l'oppidum d'Orival (2 avec empreintes fossiles, 1 sans)¹²⁵⁶ et sur le site rural de la « Butte Colas » à Heudebouville (1 meule)¹²⁵⁷,

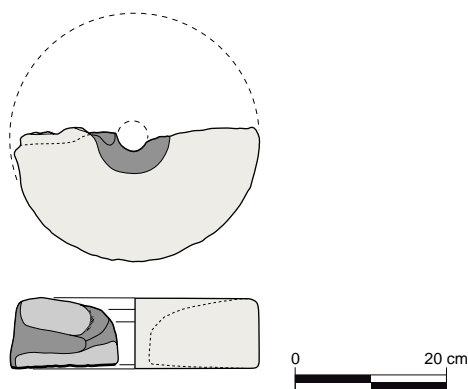


Figure 328 *Catillus* augustéen en grès normand découvert à Heudebouville (Eure) « la Butte Colas ». Dessin éch. 1/10, photo taille réelle.

conjointement avec des meules en poudingue toujours majoritaires. Leur utilisation est donc très ponctuelle puisqu'on ne les trouve ni antérieurement ni postérieurement à cette courte période. La prise en compte de ces individus était donc primordiale pour la compréhension du commerce meulier au cours de cette période charnière de l'Antiquité, mais leur rareté n'a pas justifié la prospection des gisements géologiques susceptibles de livrer le matériau au Normandie.

Par ailleurs, l'exemple de l'atelier de taille de meules du « Clos des Forges » à Avrilly (Eure)¹²⁵⁸, bien que situé en dehors de notre zone d'étude, illustre parfaitement les principes de l'économie meulière à l'époque augustéenne. Ce site, assimilé à un petit établissement rural à vocation artisanale, connaît une période d'occupation limitée à une ou deux générations seulement (deuxième moitié du I^{er} siècle av. J.-C.). Il a livré des ébauches de meules de petit format en brèche à fragments de silex dont la méthode de mise en œuvre est très comparable à celle du poudingue à galets de silex exploité en Seine-Maritime. L'envergure de cet atelier établi en dehors des affleurements rocheux est très limitée, tant chronologiquement que géographiquement, puisqu'aucune meule faite de ce matériau n'est observée au nord de la Seine. Cette production répond donc à un besoin local puisque même les sites d'Heudebouville et d'Orival, localisés 30 et 50 km au nord en rive sud de la Seine et occupés à la même période, n'en livrent pas. La faible quantité de déchets de fabrication ramassés à Avrilly va d'ailleurs dans le même sens.

13.4.4 Une absence remarquée : les roches originaires de Grande-Bretagne

Plusieurs matériaux meuliers reconnus en Grande-Bretagne sont notables par leur absence des ensembles du nord de la France. Les calcaires gréseux à glauconie du Crétacé inférieur exploités à La Tène finale et jusqu'à la conquête romaine à Folkestone (Kent) « East Wear Bay »¹²⁵⁹ ont fourni des meules typologiquement proches de celles en calcaire du Boulonnais, témoignant, outre la contiguïté géologique et géographique, d'une proximité technique entre les deux rives du détroit du Pas-de-Calais. Pourtant, ces productions, distribuées jusqu'au milieu du I^{er} siècle dans le sud-est de l'Angleterre, sont totalement absentes des collections du nord de la France. Seule la meta de Marck-en-Calais pourrait correspondre aux productions de cet atelier, mais la présence d'une pièce unique interdit de conclure à l'existence d'un réel système commercial.

1256 Meules n° 1753 à 1755

1257 Heudebouville (Eure) « la Butte Colas » (fouille D. Lukas) : meule n° 115

1258 GUILLIER *et al.* 2005

1259 KELLER 1989 ; RICHARDSON (à paraître)

Les autres roches meulières exploitées en Angleterre à l'Âge du Fer et à la période romaine (*Old Red Sandstone*, *Millstone Grit*, *Hertfordshire Puddingstone*, *Lodsworth Greensand*)¹²⁶⁰ ne sont, de même, jamais observées en France. Le circuit de distribution des meules est donc unidirectionnel et suppose l'échange d'autres types de marchandises.

13.4.5 Restriction des réseaux de distribution et recours aux roches locales/régionales

Au cours de l'époque augustéenne étendue jusqu'à la décennie claudienne qui voit la pérennisation de l'installation militaire face à l'île de Bretagne, les principales roches meulières de La Tène finale continuent d'être exploitées et distribuées. Calcaires lutétiens, Grès de Macquenoise, Poudingue de Burnot, poudingue normand, grès quartzitique sont toujours distribués dans un rayon d'une centaine de kilomètres autour des carrières supposées et des affleurements.

Cependant, si la production n'est pas interrompue par la conquête romaine, les réseaux de distribution se restreignent et les couloirs commerciaux qui révélaient des relations économiques, et peut-être géopolitiques étroites, se résorbent. La Pierre à liards et les autres calcaires lutétiens n'atteignent plus l'Artois au nord et s'arrêtent à la vallée de la Somme (Nesle, La Chaussée-Tirancourt). Le poudingue normand ne remonte plus le littoral de la Manche et n'est plus observé qu'en Haute-Normandie. La roche volcanique n'inonde pas encore le marché comme ce sera le cas à partir du milieu du I^{er} siècle. Seul le Grès de Macquenoise semble tirer son épingle du jeu en atteignant déjà des distances importantes, 200 km jusque dans le Dunkerquois, dès la première moitié de ce siècle.

Ce phénomène de restriction des circuits matérialiserait la disparition de certaines relations de clientélisme entre peuples (Rèmes/Suessions et Atrébates ?) suite aux mouvements de population et aux remembrements territoriaux engendrés par la conquête. Cela semble notamment être le cas chez les Suessions qui détenaient l'*imperium* contre César et qui passent sous la tutelle rème après la conquête¹²⁶¹. Il semblerait que la distribution des produits de consommation se rationalise géographiquement avant de prendre une ampleur inédite à partir de la deuxième moitié du I^{er} siècle. Pour compenser cette restriction, quelques roches régionales sont ponctuellement exploitées de manière plus ou moins opportuniste à l'extrême fin de l'Âge du Fer pour combler un besoin dû à cette rétractation temporaire des systèmes commerciaux.

En Normandie, ce phénomène est très ponctuel, limité aux seules décennies césaro-augustéennes. Chez les Morins et les Ménapiens en revanche, ces faciès laténiens régionaux ne disparaissent qu'au cours voire à la fin du I^{er} siècle, quand les territoires de Gaule Belgique et de Germanie inférieure sont organisés administrativement et que les grands courants commerciaux ont pris leur place. Ces courants s'installent ou se rétablissent d'abord progressivement depuis le début de ce siècle et apportent aux confins de l'Empire des produits d'importation originaires des Ardennes, de Normandie de nouveau, et surtout de l'Eifel quand le *limes* de Germanie est stabilisé et la *classis Britannica* durablement installée à Boulogne. Ces marchandises s'imposent alors et cette arrivée massive montre une forte corrélation avec l'arrêt des productions micro-régionales.

1260 PEACOCK 1987 ; SHAFFREY 2006 ; HESLOP 2008

1261 FICHTL 2004, p. 135-136

13.5 Époque romaine : profond ancrage de la production

13.5.1 Analyses de distance et coût du transport : approche par les modèles statistiques et théoriques

13.5.1.1 Analyse cartographique : la démarche

Profitant de l'appréhension presque exhaustive de l'aire de distribution des meules en Grès de Macquenoise à l'époque romaine, nous en proposons une analyse simple au moyen d'un SIG¹²⁶². L'analyse est partiellement étendue aux autres principaux gisements meuliers dont la distribution n'est pas totalement perçue. Pour chaque gisement et sa zone de distribution, une carte de coût cumulé est générée¹²⁶³. Cette carte est ici basée exclusivement sur l'impact du relief mais pourrait faire intervenir d'autres facteurs plus complexes (coefficients de multiplication en suivant les cours d'eau ou la mer ; coefficients de complication pour les effets de pente, les surfaces de roulage, les coefficients de frottement, etc.). Le coût cumulé est calculé à partir d'un indice de variation d'altitude entre le point de départ (les carrières) et ceux d'arrivée (les sites de consommation) en lien avec la distance parcourue. Le modèle est ici pondéré par la distance aux points les plus extrêmes de la distribution, afin de livrer des distances réalistes basées sur la distribution réelle des marchandises. La manipulation choisie est donc très simple mais suffisante dans une région dont les massifs orographiques sont caractérisés par des reliefs très adoucis (collines de l'Artois, massif des Ardennes, anticlinal de Bray, plateaux d'Île-de-France). Les pentes, notamment celles du double massif Ardenne-Eifel, sont assez douces et un chariot peut théoriquement y emprunter toutes les routes principales (le transport terrestre est difficile et peu rentable sur une pente à 6 %, et devient impossible à partir de 9 %) ¹²⁶⁴. J.-P. Devroey remarque ainsi, à la lecture du polyptyque carolingien de l'abbaye de Prüm, que les reliefs boisés de l'Eifel sont très perméables au transport terrestre, et que certaines de ces routes devaient être des voies romaines¹²⁶⁵. Notre but n'est pas de rechercher des itinéraires inconnus ; il est donc supposé que le passage des reliefs par le réseau principal implique en lui-même l'évitement des plus fortes pentes.

D'autre part, des mesures de coût cumulé avec détermination du chemin le moins onéreux (*least cost path*) ont montré, notamment dans la péninsule ibérique¹²⁶⁶ ou en Île-de-France¹²⁶⁷, que les modèles théoriques les moins coûteux correspondent presque trait pour trait au tracé réel des voies romaines connues, à condition que certains paramètres soient intégrés à l'analyse (pente, nature des sols, présence de *mansiones*, d'agglomérations secondaires ou de marchés intermédiaires sur le trajet). Le déterminisme topographique est donc très fort pour le transport routier et il peut être postulé que celui-ci suit le trajet le plus court représenté par les grands axes, connus pour la plupart, et ne suit pas un trajet aléatoire à travers le territoire (à travers champs). Pour la même raison, les rivières ne sont pas considérées entraver la circulation routière puisque les grandes routes franchissent

1262 Les analyses cartographiques sont faites sous QGis, version 3.0 Girona.

1263 L'algorithme « r.walk.points » proposé par l'extension GRASS sous QGis permet de réaliser une carte de coût cumulé en lui fournissant le raster comportant les « coûts de friction », c'est-à-dire la couche de données comportant les obstacles au déplacement, ici le relief. Sont introduits un point de départ (la carrière) et un ou des point(s) d'arrivée (les sites de consommation). Le raster de relief utilisé pour l'Europe du Nord-Ouest est un raster virtuel élaboré à partir des dalles SRTM (Processed SRTM data version 4.1) : JARVIS *et al.* 2008, accessible depuis : <http://srtm.csi.cgiar.org>.

1264 PASQUINI, PETIT 2016, p. 30

1265 DEVROEY 1979, p. 554

1266 FONTE *et al.* 2017

1267 ROBERT 2009a, p. 11

les cours d'eau sur des gués, des bacs ou des ponts dont certains sont connus archéologiquement. En revanche, sur un territoire dont les frontières ne sont pas hermétiques, si la distribution est interrompue par une quelconque rivière, cela signifie que tout transport y est interrompu par l'absence de point de passage ou par le coût que représente ce passage. Bien sûr toutes les routes antiques ne sont pas connues et le transport peut emprunter des voies secondaires, mais l'élaboration de modèles théoriques peut aisément se contenter des tracés principaux actuellement connus et qui constituent un maillage fin du territoire.

Le principe des cartes de coût cumulé est donc très simple. Le coût cumulé est faible en s'éloignant du point de départ (carrières) par les plaines, les pentes descendantes, et en suivant les fonds de vallées ; il est fort et s'accroît rapidement en suivant les pentes ascendantes. Ces cartes fournissent finalement un aperçu théorique assez fiable d'une aire de distribution massive autour d'un point de départ : celle dans laquelle une seule production est massivement disséminée. Si la distribution réelle s'éloigne de ces modèles théoriques, il faut en comprendre les raisons et faire intervenir l'influence de facteurs humains.

13.5.1.2 Les cartes de coût cumulé expliquent-elles la direction d'une distribution ?

13.5.1.2.1 *Diffusion et coût théorique : le cas des cartes cohérentes*

Des cartes de coût cumulé ont été générées pour chacun des principaux gisements meuliers qui ont distribué leurs productions à l'époque romaine, sur la base du coût énergétique du franchissement des reliefs. Cependant, la chronologie des carrières est très mal connue. Il est très probable que la plupart aient été exploitées dès La Tène finale, voire dès La Tène moyenne pour certaines, mais leur assignation chronologique tient souvent à la seule distribution de leurs productions¹²⁶⁸. Or, les aires de distribution sont moins bien appréhendées pour l'époque gauloise que pour l'Antiquité et nous ne disposons pas toujours du point de départ de la diffusion. Nous ne pouvons donc proposer la même analyse mais les cartes fournies pour l'époque romaine devraient être valables, dans les grandes lignes, pour l'époque gauloise.

Les zones tampons mises en évidence sont loin d'être concentriques et suivent logiquement les zones de circulation facile que représentent les plaines et les fonds de vallées. Ainsi, les carrières de Vauxrezis (Aisne), supposées être à l'origine de la distribution des meules en calcaire à glauconie et nummulites (Lutétien inférieur), sont situées à flanc de vallée et dominant le cours de l'Aisne de 80 m à 3 km de distance. L'accès à la voie fluviale est quasi-direct et mène rapidement à la vallée de l'Oise où les meules sont retrouvées autant en amont qu'en aval. En remontant cette rivière, la Somme peut être atteinte après un court portage (fig. 330A). Le transport fluvial est donc le plus probable pour les productions de ces carrières. Il en est de même pour les productions du massif de l'Eifel oriental, situées à moins de 20 km du port d'Andernach sur le Rhin. De là, l'ensemble

1268 Rappelons brièvement que la carrière du Camp de Macquenoise a livré une ébauche de meule gauloise et que celles-ci ne sont connues sur les sites de consommation qu'à partir de la fin de La Tène moyenne (La Tène C2). La carrière de Vauxrezis a livré des ébauches d'une quarantaine de centimètres, ce qui évoquerait plutôt une datation romaine, mais aucun autre élément ne vient conforter cette attribution chronologique. Les ateliers de taille de Fosses et de Bellefontaine (Val-d'Oise) livrent des ébauches de module romain, mais de nombreuses meules gauloises (La Tène finale) sont répertoriées dans les environs et la formation rocheuse est très localisée (étude en cours de C. Garcia). Les carrières de poudingue de Seine-Maritime ne sont pas datées directement mais les établissements fouillés aux alentours de Saint-Saëns et qui ont livré des ébauches de meules rotatives sont occupés de La Tène finale au Haut-Empire. La même datation est proposée pour les carrières de Lustin (Namur) d'après les ébauches conservées au Musée de Namur et chez D. Daoust (inventeur des carrières à Lustin). Enfin, la fabrication de meules rotatives dans les coulées du volcan Bellerberg dans le massif de l'Eifel est largement attestée dès La Tène finale et se prolonge à l'époque romaine. Les carrières se déplacent légèrement vers Niedermendig au haut Moyen Âge.

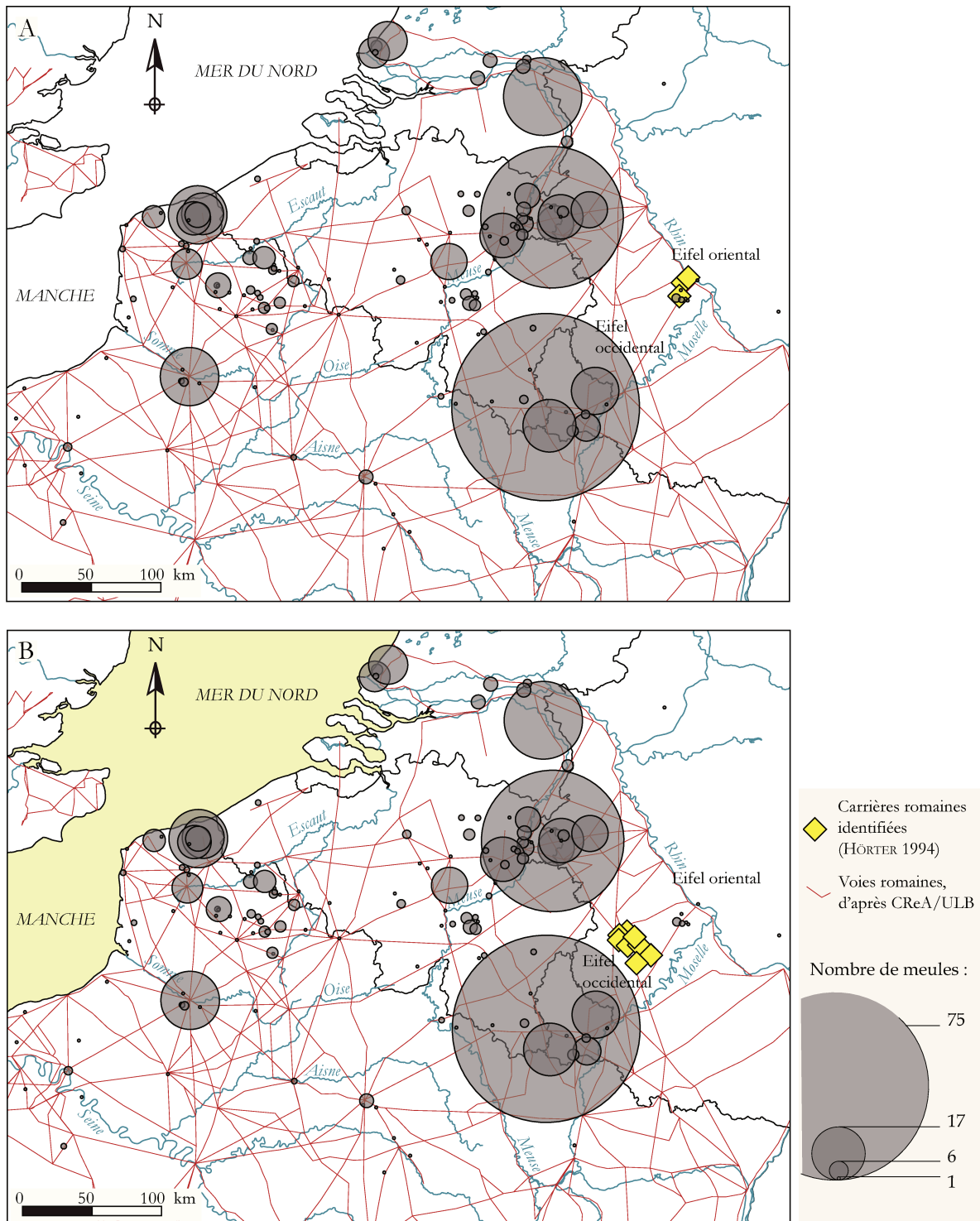


Figure 329 Distribution des meules en roche volcanique sur la carte de coût cumulé dressée au départ des carrières de l'Eifel orientale (A) et de l'Eifel occidentale (B). Depuis l'Eifel orientale il est intéressant de parcourir la vallée du Rhin et la Mer du Nord ; depuis l'Eifel occidentale peut être remontée la vallée de la Moselle et atteinte celle de la Meuse supérieure.

du bassin rhénan est abreuvé de meules en roche volcanique et le transport maritime apparaît même abordable une fois parvenu à l'estuaire (la mer ressort en orange – fig. 329A). L'Eifel occidentale est mieux positionné pour atteindre les marchés du bassin de la Moselle et l'intérieur de la Gaule continentale (fig. 329B). Le passage par voie de mer paraît envisageable de la même façon au départ des carrières de poudingue de la forêt de La Londe-Rouvray (Seine-Maritime), installées à moins de 8 km de l'une des boucles de la Seine (fig. 331A), ou encore de celles de

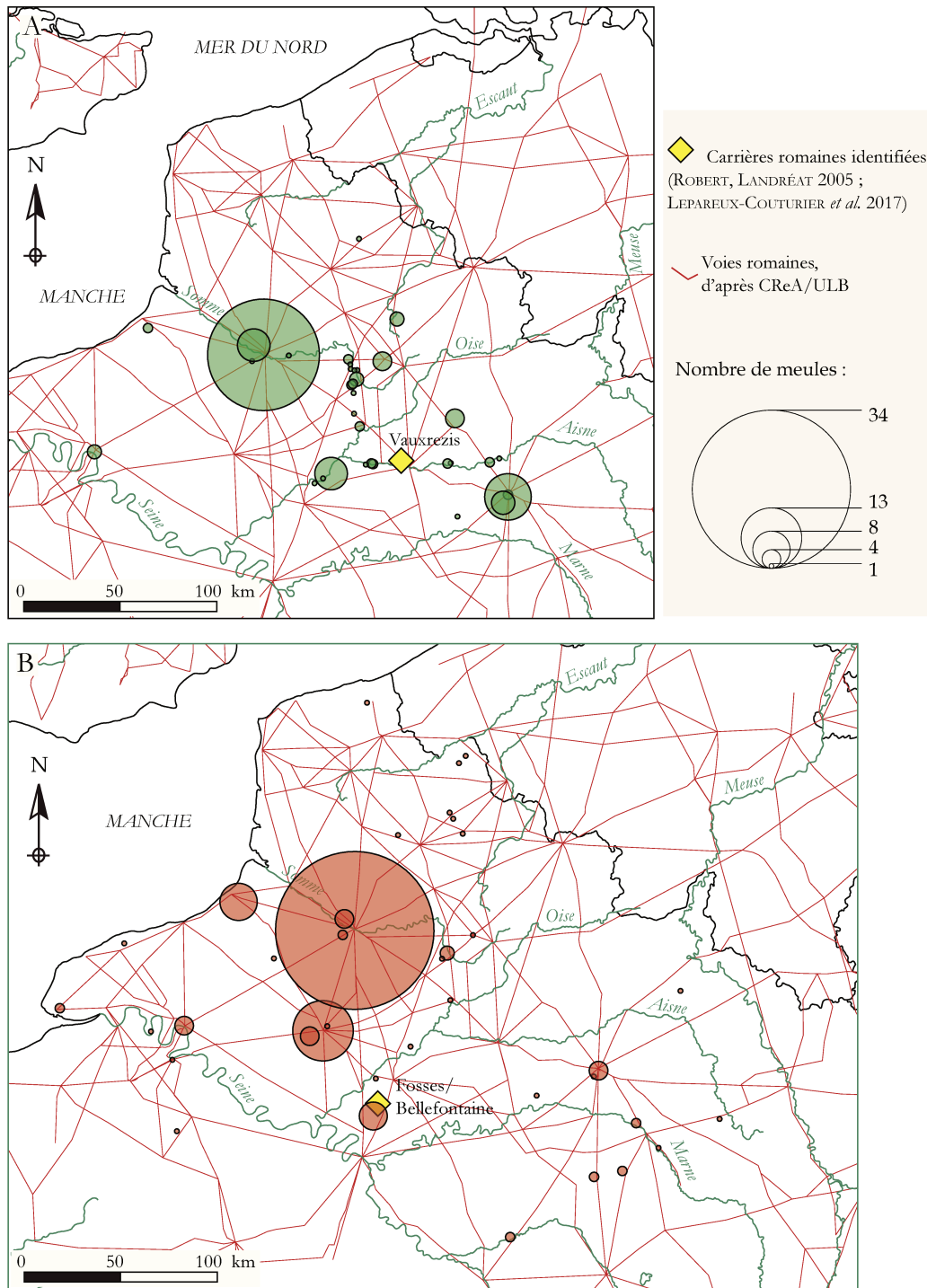
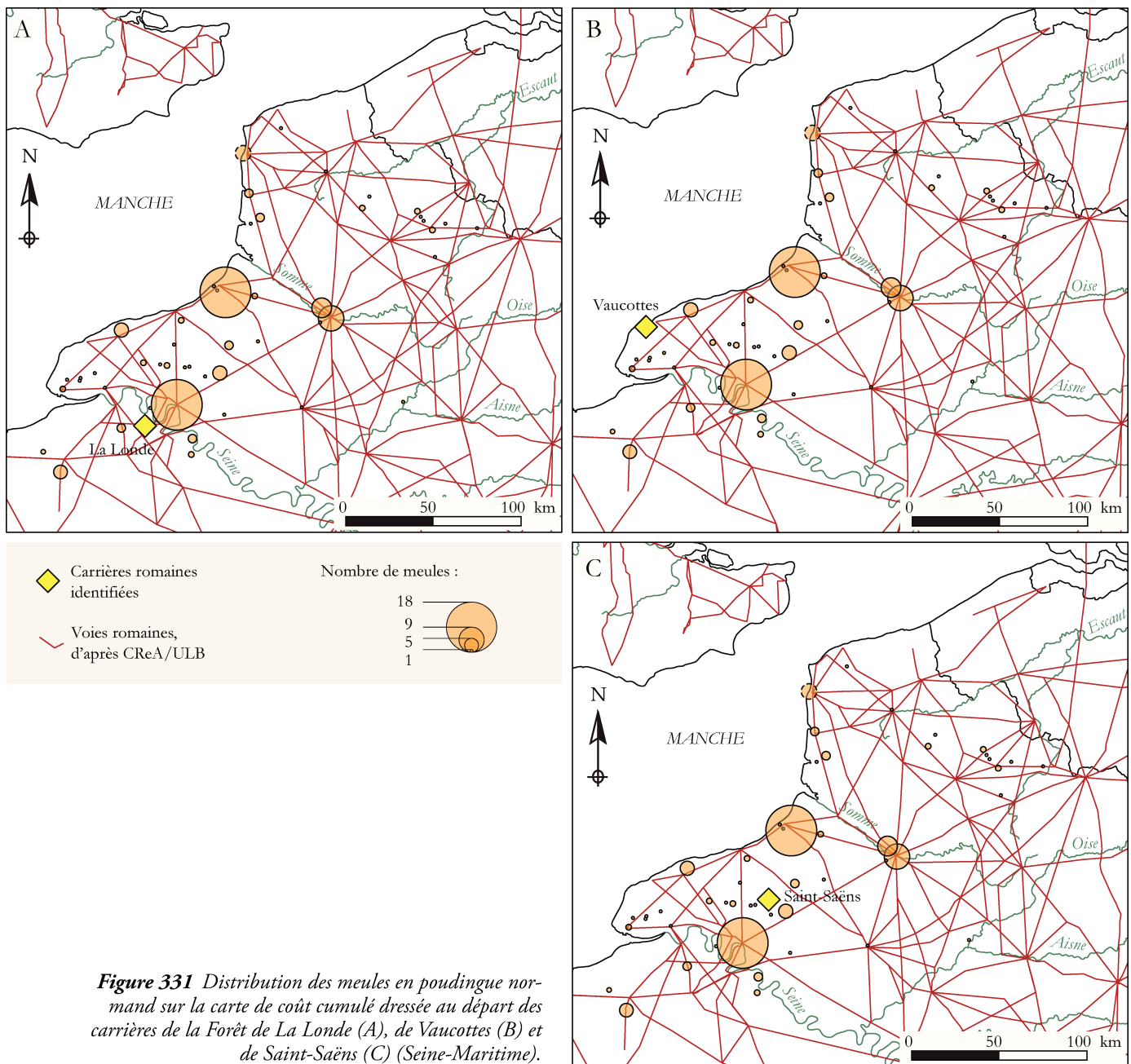


Figure 330 Distribution des meules en calcaire à glauconie et nummulites (A) et en Grès de Fosses-Belleu (B) sur la carte de coût cumulé dressée au départ des carrières de Vauxrezis (Aisne) et de Fosses/Bellefontaine (Val-d'Oise).

Vaucottes en haut d'un vallon descendant vers le front de mer à 2 km (coloration orange marquée – fig. 331B). En revanche et pour le même matériau, les productions de Saint-Saëns paraissent moins susceptibles d'atteindre le littoral et se dirigerait plutôt vers l'intérieur des terres par voie routière (fig. 331C). Les meules de Lustin (Prov. Namur), vite freinées au sud par les reliefs de l'Ardenne, peuvent aisément atteindre le bord du littoral flamand et la région des estuaires vers le nord, autant par la route que suivant la Meuse (fig. 332). Les meules de la vallée de l'Ysieux (Fosses/Bellefontaine, Val-d'Oise) semblent profiter autant du réseau routier reliant les plus grandes villes du nord de la Gaule que des voies navigables qui rejoignent le bassin de la Seine (fig. 330B).



Cette série d'observations explique, de manière très pragmatique par le coût énergétique du transport, la présence de meules en poudingue normand et en roche volcanique, ainsi que l'absence des autres roches, en Bretagne insulaire et le long du littoral où peut être constatée la pratique d'un commerce de cabotage.

13.5.1.2.2 Les cas d'incohérences partielles : la distribution des productions de Macquenoise

L'aire de distribution des meules en Grès de Macquenoise est appréhendée sur toutes ses marges et se prête bien à une analyse cartographique. Sous QGis, en calculant le chemin le plus court entre les carrières d'Hirson/Macquenoise et les sites de consommation à partir d'un raster de relief, le réseau hydrographique est clairement exclu du résultat (fig. 333). En effet, seule la Sambre, qui prend sa source et coule d'ouest en est au sud de Bavay, pourrait servir de vecteur de marchandises au départ du port d'embarquement de Quartes/Pont-sur-Sambre entre Macquenoise et Bavay. Pourtant, la

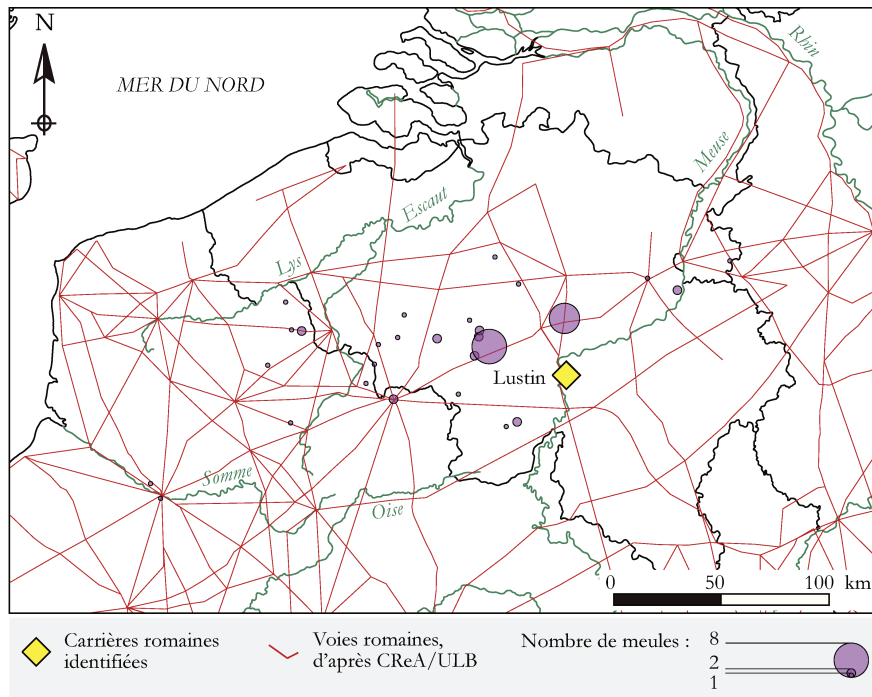


Figure 332 Distribution des meules en Poudingue de Burnot sur la carte de coût cumulé dressée au départ des carrières de Lustin (Prov. Namur). La moyenne vallée de la Meuse et toute la plaine flamande peuvent être atteintes. La diffusion est vite freinée au sud par les reliefs de l'Ardenne.

distribution ne suit pas du tout le cours de la rivière vers le bassin de la Meuse. Au contraire, elle franchit la Sambre et rayonne autour du chef-lieu des Nerviens. Seul le réseau routier montre donc un flux cohérent entre les sites d'origine et d'arrivée de la marchandise, ce qui s'explique par la nécessité d'approvisionner Bavay et Arras en premier lieu et non d'atteindre de grandes distances. Par une manipulation supplémentaire en intégrant le réseau des voies romaines, le calcul du chemin le plus court montre la direction précise prise par la distribution du Grès de Macquenoise (fig. 333)¹²⁶⁹. Il apparaît clairement que l'essentiel de la production (environ 5/6 de l'ensemble des meules étudiées dans cette roche) transite par Bavay sous forme de produits finis ou d'ébauches. Aucun indice d'atelier urbain n'a été identifié sur place et aucune ébauche n'est conservée au musée de Bavay, mais cette possibilité reste plausible au regard de l'exiguïté des parcelles fouillées à l'extérieur du forum. À partir de ce grand marché, la distribution rayonne vers l'ouest, le nord et l'est pour rejoindre les plus petits centres régionaux et locaux.

Au sud, seule la voie Bavay – Reims est empruntée. Les meules en Grès de Macquenoise observées autour de la capitale de Province sont rares et surtout représentées au Bas-Empire¹²⁷⁰ ; les deux premiers siècles de notre ère y voient l'importation exclusive des productions de la vallée de l'Aisne (calcaires lutétiens). Cette distribution méridionale est donc très mineure.

D'ouest en est, la voie Amiens – Cologne concentre la majeure partie d'un trafic également limité.

1269 Sous QGIS, le chemin le plus court est modélisé grâce à l'outil « chemin le plus court (du point vers la couche) ». La couche vecteur représentant le réseau est celle des voies romaines numérisée d'après la carte téléchargeable en accès libre sur le portail du CREA-Patrimoine/ULB : http://crea.ulb.ac.be/Gallia_Belgica.html. Le point de départ du trajet est le site du « Camp de Macquenoise » sur la commune d'Hirson (Aisne – coord. : 4.171625 ; 49.974773). Les points d'arrivée (couche vecteur) sont tous les sites qui ont livré des meules en Grès de Macquenoise. La pondération en nombre de meules qui transitent par les axes routiers est obtenue en découpant chaque vecteur par tronçon (fonction « exploser des lignes ») et en cumulant le nombre de meules transitant vers chaque destination sur chaque tronçon.

1270 JODRY *et al.* 2017b

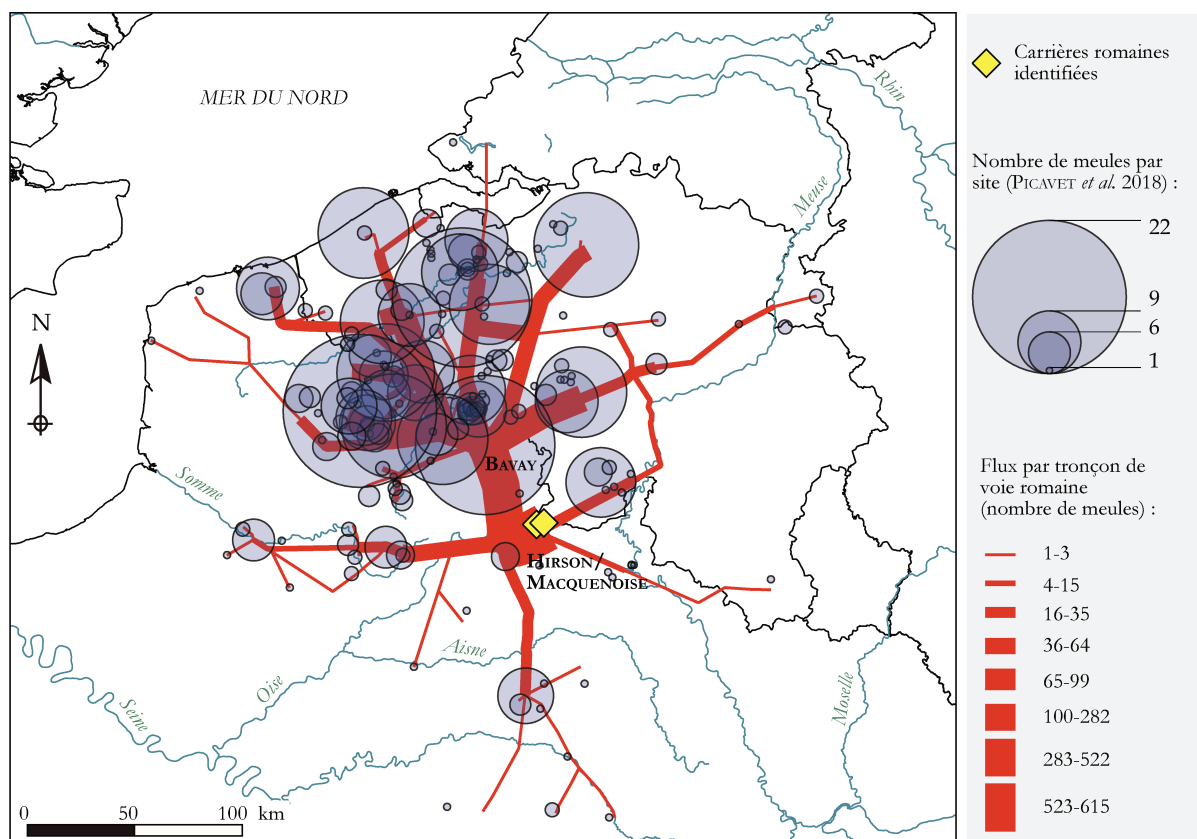


Figure 333 Distribution des meules en Grès de Macquenoise sur la carte de coût cumulé dressée au départ des carrières de Hirson/Macquenoise (Aisne/Hainaut). L'ensemble des vallées de l'Oise et de l'Aisne sont théoriquement accessibles mais l'analyse des flux montre que 5/6 des productions transitent par Bavay pour approvisionner l'Artois, le Hainaut et la plaine flamande. Les données concernant la plaine flamande ont été acquises par S. Reniere, celles de Champagne-Ardenne sont issues des travaux du Groupe Meule ; l'ensemble de la distribution est synthétisé dans PICAVET *et al.* 2018, p. 36, fig. 13.

La ville d'Amiens semble être le point de chute extrême de la distribution des meules en Grès de Macquenoise vers l'ouest, et celle-ci s'arrête également très rapidement vers l'est après avoir approvisionné l'Entre-Sambre-et-Meuse jusqu'à la moyenne vallée de la Meuse. Au-delà, le coût du franchissement du cours d'eau et des reliefs rend le Grès de Macquenoise peu compétitif face aux roches volcaniques de l'Eifel.

13.5.2 L'organisation du commerce meulier à partir de l'étude de la distribution

13.5.2.1 Une production déconnectée du système commercial meulier : l'arkose grossière ardennaise

La répartition des matériaux meuliers sur la zone géographique prise en compte montre une diffusion à deux niveaux. La plupart des roches meulières sont réparties dans une zone géographique qui leur est propre. Elles sont quasi-exclusives autour de l'épicentre de leur extraction et diminuent en proportion en s'éloignant des carrières vers les autres provinces meulières. Ces aires de distribution massive occupent très schématiquement un cercle de 50 à 100 km autour des carrières. Leurs contours s'estompent progressivement jusqu'à 200 km où d'autres roches apparaissent et deviennent majoritaires. Les aires de répartition sont donc juxtaposées et s'entrecroisent sur leurs marges. Seules les roches volcaniques de l'Eifel et du Massif Central, ainsi que les poudingues normands dans une moindre mesure, atteignent des distances beaucoup plus importantes en inondant un marché à longue distance.

Les grandes meules en arkose grossière ardennaise de type « Brillon » se distinguent totalement de ce système de distribution puisqu'elles sont présentes sur une aire géographique très vaste, comprise entre le Bassin de la Somme et celui du Rhin. Elles sont chaque fois en surnombre, accompagnant dans les assemblages les autres roches régionales. D'autre part, l'origine géologique et géographique de ces arkoses grossières demeure incertaine, même si certains gisements ardennais sont fortement suspectés à l'est du massif de Rocroi ou sur le pourtour de celui de Serpont¹²⁷¹. Nous défendons pour ces meules un usage très particulier lié aux activités agro-pastorales et non à la transformation des céréales pour l'alimentation humaine (voir § 14.4.3). D'ailleurs leur prépondérance est criante sur les sites étudiés, notamment à la campagne. Leur aire de diffusion dépasse celle de toutes les autres roches sur laquelle elle se superpose, créant une anomalie cartographique et masquant les chiffres relatifs à la distribution des matériaux meuliers à diffusion régionale. Il faut donc les aborder à part, en relation avec leur contexte de découverte, et les exclure ici des réseaux d'approvisionnement des roches meulières destinées à la mouture alimentaire. En revanche, ces arkoses ardennaises ne doivent pas être confondues avec les arkoses normandes. Macroscopiquement la différence entre les deux roches n'est pas évidente, mais typologiquement les meules sont incomparables. Les premières fournissent des catillus en couvercle de type « Brillon », les secondes des catillus à face supérieure « en cuvette » de type « Oisy-le-Verger ». Si les premières sont exclues des analyses de distribution, les secondes y ont leur place à part entière.

Le cas des meules de type « Brillon » n'est pas sans rappeler celui des amphores dites « de Lipari » (type Richborough 527), dont la diffusion est constatée dans toute la partie occidentale de l'Empire entre le I^{er} siècle av. et le IV^e siècle ap. J.-C. Leur analyse chimique n'a pas fourni de résultat sur le produit qu'elles contenaient, mais leur origine et leur répartition particulière sont très évocatrices. Ces amphores produites sur les îles de Lipari et de Milos sont, la plupart du temps, retrouvées en contexte artisanal (activités de tannage des peaux, de teinture et parfois de métallurgie), ce qui suggère un usage comme contenant d'alun¹²⁷². On ne les retrouve donc pas partout dans leur zone de distribution, mais dans les lieux où sont pratiquées ces activités artisanales. Par conséquent, leur circuit n'est pas analogue à celui des amphores à huile ou à vin.

13.5.2.2 La place des grands marchés : des situations très différentes d'une ville à l'autre

13.5.2.2.1 *Premier état des lieux dressé en 2010-2011*

Nous constatons en 2010-2011 une répartition et des proportions différentes des roches meulières d'un chef-lieu de cité à l'autre à l'intérieur même de la Gaule Belgique¹²⁷³. Les roches volcaniques y étaient toujours présentes mais minoritaires face aux roches régionales. Alors que les villes de Bavay (Nerviens) et d'Arras (Atrébatés) montraient une forte prédominance du Grès de Macquenoise, celle de Beauvais (Bellovaques) affichait une large préférence pour le Grès de Fosses-Belleu. Les meules conservées au musée de Soissons (Suessions) étaient dépourvues d'information de provenance, mais les calcaires lutétiens y étaient bien représentés. Dans les trois premiers cas, les roches étaient d'origine régionale (carrières d'Hirson/Macquenoise d'une part, de Fosses/Bellefontaine d'autre part), dans le quatrième elle était très locale à régionale (vallée de l'Aisne dont carrières de Vauxrezis). Les villes d'Amiens et de Reims livraient des meules d'origine géologique beaucoup plus variée, dans des proportions très similaires : calcaires lutétiens, Grès de Fosses-Belleu, poudingue normand, roche volcanique, Grès de Macquenoise.

1271 HARTOCH *et al.* 2015, p. 72 ; RENIERE *et al.* 2016, p. 414

1272 BORGARD 2005

1273 Mémoire de Master sur les meules de sept chefs-lieux de l'ouest de la Gaule Belgique, publié dans la Revue du Nord : PICAVET *et al.* 2011, p. 197-199, fig. 32

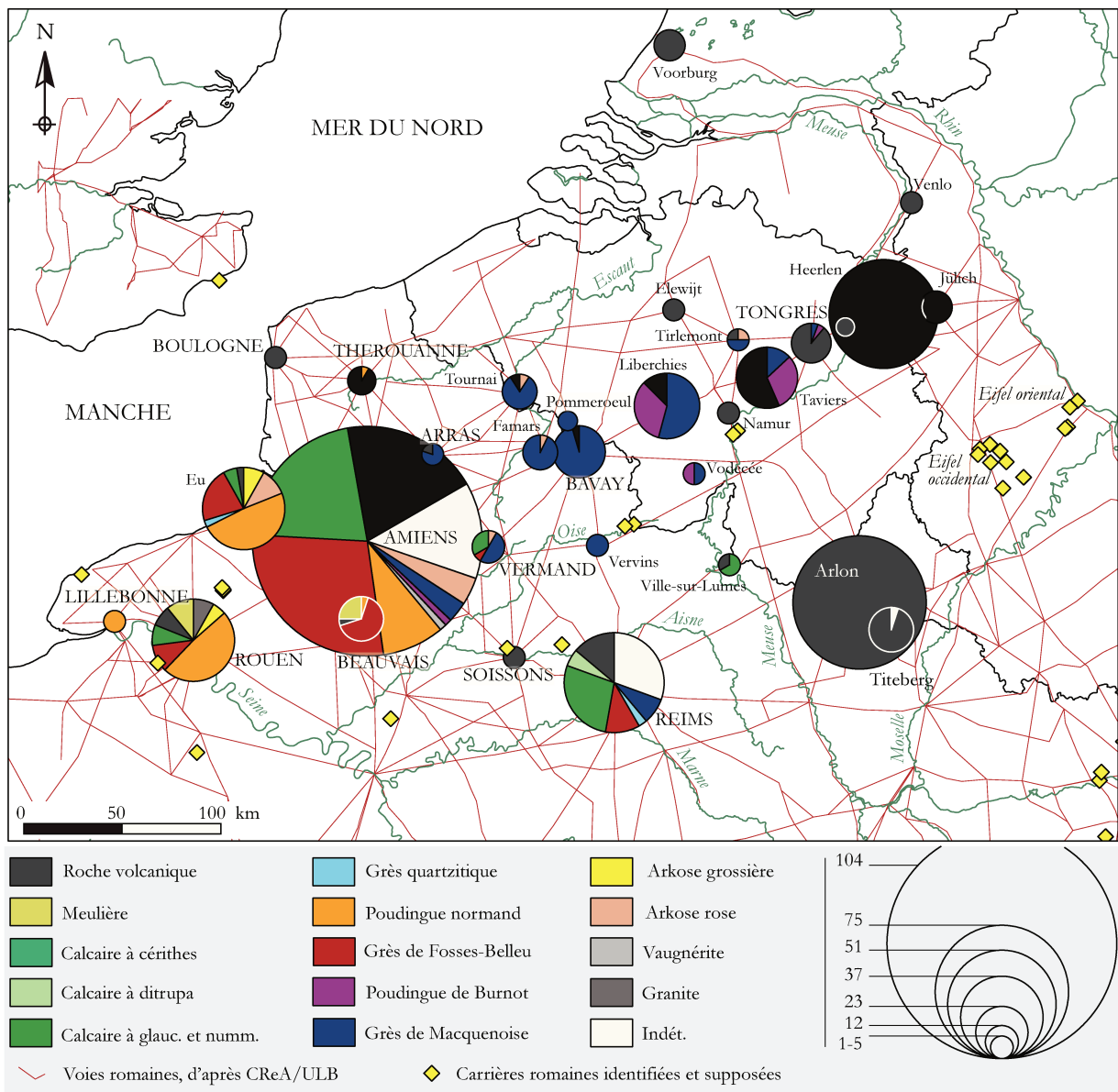


Figure 334 Carte de Gaule Belgique et de Germanie inférieure montrant les proportions des différentes roches meulières présentes dans les villes romaines. Reims d'après JODRY et al. 2017 ; jülich d'après SANDEK 1992 ; Venlo d'après VAN DER VELDE et al. 2009 ; Soissons d'après MICHAUX 1886 ; Tirmont d'après DE CLERCK 1983 ; Tongres d'après HARTOCH et al. 2015 ; Voorburg d'après DRIESSEN, BESSELSSEN 2014 ; Ville-sur-Lumes d'après GROUPE MEULE 2013.

Depuis 2011, les analyses de séries urbaines ont été multipliées (fig. 334), et celles étudiées auparavant ont été revues pour ne conserver que les pièces pourvues d'informations de provenance. Les chiffres diminuent fortement pour certains sites comme Bavay, Boulogne ou Soissons dont les musées conservent des collections anciennes souvent hors contexte ; à Bavay les chiffres restent exploitables, alors qu'à Soissons, seul le catillus de type « Pompéi » en roche volcanique est conservé. Il est ainsi apparu que les différences d'approvisionnement entre les villes ne dépendent pas de leur statut, chef-lieu ou agglomération secondaire, mais d'une situation commerciale, d'un état du marché qui est propre à chacune avec des réseaux interconnectés. Des villes montrent ainsi un commerce meulier à position dominante, comme Arlon ou Bavay, d'autres au contraire révèlent un marché ouvert où différentes roches sont observées dans des proportions comparables.

Notons que les meules de type « Brillon » en arkose grossière ardennaise étaient absentes de cette étude puisque leur présence dans les chefs-lieux de cités est extrêmement rare (1 exemplaire à Amiens, 2 hors-contexte à Bavay).

13.5.2.2.2 Les marchés à position dominante

- Bavay

Certaines villes, chefs-lieux comme agglomérations secondaires, montrent la forte prédominance, voire l'exclusivité d'un seul matériau meulier alors que d'autres approvisionnements seraient économiquement possibles. C'est le cas de Bavay, chef-lieu de la cité des Nerviens, qui a livré, parmi les meules pourvues d'informations de provenance, 21 pièces en Grès de Macquenoise, 1 en roche volcanique et 2 en arkose grossière, soit 94,5 % de Grès de Macquenoise si l'on exclut l'arkose grossière. En élargissant les chiffres aux meules hors-contexte conservées au musée de Bavay et présentées en 2011, l'ensemble atteint un total de 9 meules en roche volcanique, 3 en arkose grossière, 2 en Poudingue de Burnot, 1 en grès quartzitique fin et 68 en Grès de Macquenoise, soit 85 % pour la dernière roche si l'on isole encore l'arkose¹²⁷⁴. Ces chiffres rejoignent le constat, par analyse cartographique, du transit de l'essentiel des productions des carrières de Macquenoise par la ville de Bavay, après avoir passé la Sambre à Quartes/Pont-sur-Sambre (voir § 13.5.1.2.2). Les quelques meules en roche volcanique ne sont que les témoins du bout de course des productions de l'Eifel par la voie Cologne – Bavay. L'absence de meules en calcaire lutétien est particulièrement marquante puisque la carrière de Vauxrezis (Aisne) n'est située que 105 km au sud par la voie Bavay – Soissons. La distance se raccourcit encore si l'on considère les premiers affleurements de calcaire lutétien au nord des plateaux d'Île-de-France (environ 80 km). Or cet ordre de distance est très souvent dépassé par le commerce meulier, surtout pour approvisionner les chefs-lieux de cités.

- Arlon

À Arlon, dont les nombreuses découvertes archéologiques confirment le statut de *vicus* de la cité des Trévires¹²⁷⁵, les roches volcaniques de l'Eifel constituent l'intégralité des meules (100 %). Le modèle qui serait géographiquement le plus logique organiserait un approvisionnement depuis les carrières de l'Eifel occidental (83 km en ligne droite depuis la carrière de Manderscheid *Mosenberg*, 105 km en transitant par Trèves, chef-lieu de cité des Trévires). Cette idée n'est pour le moment pas entièrement d'actualité puisque les analyses géochimiques exécutées sur quelques meules d'Arlon localisent leur origine autour du *Bellerberg* dans l'Eifel oriental¹²⁷⁶. L'homogénéité typologique des meules d'Arlon tendrait d'ailleurs à y situer la production de toutes les meules du *vicus*.

Géographiquement, seule la relative proximité de la Moselle (une quarantaine de kilomètres en ligne droite, 62 km par la route si les meules sont débarquées à Trèves) pourrait expliquer cette direction prise par l'approvisionnement puisque la ville est à égale distance, à vol d'oiseau, des carrières du *Bellerberg* au nord-est et de Macquenoise au nord-ouest (environ 120 km des deux côtés). D'ailleurs, Arlon ferait théoriquement partie, d'après la carte de coût cumulé dont l'origine est Macquenoise (fig. 333), de la zone rentable de transport terrestre depuis ces carrières. Même les premières carrières vosgiennes de grès du Trias (notamment Rothbach dans le Bas-Rhin, la plus septentrionale¹²⁷⁷) pourraient encore faire partie de la gamme commerciale de l'agglomération¹²⁷⁸. D'autre part, la Semois qui prend sa source à Arlon (elle n'est donc pas navigable à cet endroit)

1274 PICAVET *et al.* 2011, p. 197-198

1275 HENROTAY 2010

1276 Analyses de T.M. Gluhak (RGZM), voir en annexe.

1277 D'après JODRY 2011b et JACCOTTEY *et al.* 2017c

1278 Le Grès des Vosges n'a jamais été repéré dans les collections étudiées pour cette thèse, ce qui signifie que, malgré la distance raisonnable des carrières, le nord de la Gaule et de la Germanie n'est pas intégré à leur débouché commercial. Un seul fragment dépourvu de contexte archéologique a été observé sur le site du Titelberg (Luxembourg) ; sa détermination reste à réaliser.

rejoint le cours de la Meuse au nord-est, ce qui tendrait à rapprocher la ville culturellement et économiquement du bassin mosan et non de celui de la Moselle et du Rhin.

Pour des raisons de temps et de moyens, il n'a pas été possible d'étudier les meules du chef-lieu des Trévires, ce qui aurait eu pour intérêt de confirmer ou non la similitude d'approvisionnement entre le chef-lieu de la cité et l'un de ses plus importants *vici*. Néanmoins les particularités du corpus arlonais soulignent à elles seules la direction prise par le commerce meulier dans le secteur.

- Tongres

Les meules de la ville de Tongres, chef-lieu de la cité des Tongres, ont très récemment été étudiées de manière approfondie par E. Hartoch¹²⁷⁹. Dessinées selon les normes du *Groupe Meule*¹²⁸⁰, elles ont aussi été caractérisées pétrographiquement par E. Goemaere et chimiquement par T. Gluhak. Les données sont donc parfaitement exploitables. Les meules proviennent principalement des fouilles de la Basilique (3 romaines, 1 alto-médiévale et 1 médiévale), de Kielenstraat (7 romaines), de Sint-Truiderstraat (3 romaines) et de Vermeulenstraat (1 romaine). Les 5 autres, dont 1 augustéenne, proviennent de sites périphériques à la ville antique. Au sein de cet ensemble, 18 meules sont donc prises en considération ici, parmi lesquelles 1 est en Grès de Macquenoise, 1 en Poudingue de Burnot et 16 en roche volcanique dont T. Gluhak confirme la provenance depuis les carrières du Bellerberg dans l'Eifel. L'essentiel du matériel de mouture de Tongres est donc d'origine rhénane et la situation est inverse à celle de Bavay. L'approvisionnement peut être assuré par la route directement (150 à 170 km depuis Mayen par le réseau romain connu), ou depuis Cologne (107 km) après transbordement. Une importation plus massive de meules depuis Macquenoise serait possible (145 km par la route), et plus encore depuis Justin (70 km par la route ou 55 par la Meuse puis 25 par la route). La présence quasi-exclusive de meules de l'Eifel révélerait un lien particulier entre les ateliers rhénans et le chef-lieu des Tongres.

13.5.2.2.3 *Les marchés ouverts*

À Bavay comme à Arlon ou à Tongres, la présence de la roche majoritaire s'explique facilement par la géographie, mais son exclusivité crée une anomalie par rapport à un modèle théorique déterministe qui voudrait une distribution concentrique autour de chaque centre de production. La confrontation de ces séries avec celles de marchés qui paraissent au contraire très ouverts fournit d'autres éléments utiles à la compréhension des systèmes commerciaux. Les villes de Beauvais, d'Amiens ou de Rouen affichent un éventail de roches meulières plus large, proposant plusieurs productions géographiquement accessibles.

- Amiens

La ville d'Amiens, chef-lieu des Amiens, fournit en quantités comparables des meules en Grès de Fosses-Belleu, en calcaire à glauconie et nummulites et en roche volcanique, auxquelles s'ajoute souvent le poudingue normand (nombreuses meules sans localisation). S'y joignent quelques meules en Grès de Macquenoise, en vaugnérinite et en arkose rose. Toutes ces roches sont présentes autant à l'échelle de la ville que sur la surface plus réduite d'une même parcelle de fouille. Le décapage des abords de la Cathédrale fournit à ce titre l'échantillon le plus fiable dont la composition reflète l'évolution de l'approvisionnement meulier du reste d'Amiens entre le début du I^{er} et la deuxième moitié du III^e siècle¹²⁸¹. Le poudingue normand y livre la meule la plus précoce (vers 30 ap. J.-C.),

1279 HARTOCH *et al.* 2015

1280 JACCOTTEY, FARGET 2011

1281 Amiens (Somme) « ZAC Cathédrale » (fouille D. Gemehl) : étude P. Picavet dans GEMEHL (à paraître)

puis apparaissent conjointement et rapidement le Grès de Fosses-Belleu et le calcaire à glauconie et nummulites (deuxième moitié du I^{er} siècle). La roche volcanique fait son apparition à la fin de ce siècle ou au début du suivant, la vaugnérinite et l'arkose rose au cours du II^e siècle. Le Grès de Fosses-Belleu est encore observé jusqu'à la fin du II^e siècle, et le calcaire à glauconie et nummulites jusqu'au III^e. Les deux meules en Grès de Macquenoise sont hors contexte.

À l'échelle de la ville d'Amiens, en prenant en compte les meules étudiées physiquement et celles identifiées dans la littérature¹²⁸², le Grès de Fosses-Belleu domine à 31 %, suivi du calcaire à glauconie et nummulites à 21 %, de la roche volcanique à 13 % et du poudingue normand à 9 %. Les autres roches sont présentes dans des proportions mineures : 4 % d'arkose rose (dont un catillus pompéien), 3 % de Grès de Macquenoise, 1 % de Poudingue de Burnot, de vaugnérinite et d'arkose grossière. Les 16 % de grès et de calcaire non identifiés correspondent très probablement au Grès de Fosses-Belleu et au calcaire à glauconie et nummulites.

Parmi les 30 meules dépourvues d'informations de provenance conservées au musée de Picardie, 15 sont en poudingue normand, 5 en Grès de Fosses-Belleu, 5 en calcaire à glauconie et nummulites, 3 en Grès de Macquenoise, 1 en roche volcanique et 1 en arkose grossière.

Depuis la carrière de Vauxrezis à 89 km, le calcaire à glauconie et nummulites peut arriver directement par la route Soissons – Amiens passant par Noyon. Le même ordre de distance (93 km) permet d'importer les meules en Grès de Fosses-Belleu en ligne droite par la voie Paris – Amiens en franchissant le pont de Beaumont-sur-Oise (Val-d'Oise)¹²⁸³. Il est même possible d'entrevoir un lien entre l'apparition du Grès de Fosses-Belleu à Amiens et la construction du pont de Beaumont dans la seconde moitié du I^{er} siècle, puis entre la disparition de la roche au III^e siècle et la destruction du *vicus* de Beaumont à la même époque¹²⁸⁴. Ce cas illustre directement l'avantage que tire le commerce de l'investissement public dans les infrastructures. Le poudingue normand peut parcourir de 80 à 155 km par la route Rouen – Amiens depuis la forêt de La Londe et/ou Saint-Saëns, ou par la route côtière passant par Eu depuis Vaucottes. La roche volcanique passe probablement par la mer pour remonter la Somme, qu'elle provienne du Massif Central par la Seine ou de l'Eifel par le Rhin. En effet, elle est quasi-absente de l'arrière-pays alors qu'elle est particulièrement bien représentée sur le littoral et près de l'embouchure des grands fleuves. Enfin, le Grès de Macquenoise et le Poudingue de Burnot empruntent vraisemblablement la route directe est-ouest passant par Vermand et Saint-Quentin, comme le suggère la carte de coût cumulé dont Macquenoise est l'épicentre (fig. 333). Ces roches pénètrent alors le bassin de la Somme sans grand obstacle topographique.

- Beauvais

À Beauvais, chef-lieu des Bellovaques, les roches sont moins variées et réparties par type de meule. Sur les aménagements de berges de la « Tour Boileau », 5 meules hydrauliques sont en meulière, 1 en roche volcanique. Si la dernière témoigne d'un circuit de distribution à longue distance depuis le Massif Central ou l'Eifel, l'utilisation de la meulière s'explique par la proximité des gisements. La ville est en effet située directement au nord de la zone d'affleurement des argiles à meulière, qui ont pu être exploitées depuis les terrasses de l'Eure à l'ouest jusqu'au plateau de Brie à l'est. Les meules manuelles sont faites de Grès de Fosses-Belleu (13 exemplaires) et de poudingue normand

1282 Les meules du « Multiplexe Gaumont » (fouille E. Binet) ont fait l'objet d'une attention particulière dans le rapport de fouille, avec une analyse précise des roches. Toutefois, seuls 2/3 des 41 pièces ont pu être attribués aux roches meulières classifiées ici. Les autres n'ont pu être déterminées sur la base des descriptions pétrographiques fournies : BINET 2002.

1283 Le pont de Beaumont-sur-Oise est construit dans la deuxième moitié du I^{er} siècle, favorisant probablement le commerce routier vers Amiens : BERNARD *et al.* 1994

1284 JOBIC, VERMEERSCH 1992 ; VERMEERSCH *et al.* 2007

(1 meule). La présence du Grès de Fosses-Belleu est logique, les carrières et ateliers de la vallée de l'Ysieux étant directement reliés au chef-lieu des Bellovaques à 50 km par la voie traversant l'Oise à Beaumont-sur-Oise. Le poudingue provient au plus proche de 70 km par la route depuis Saint-Saëns, de l'autre côté de l'anticlinal de Bray.

- Rouen

À Rouen, les meules sont majoritairement faites de poudingue régional (49 %), puis à 11 % de Grès de Fosses-Belleu et autant de meulière, à 8 % de granite et autant de calcaire à glauconie et nummulites et de roche volcanique, et à 5 % d'arkose grossière normande. Le poudingue provient de carrières situées de 22 à 68 km par la route (forêt de La Londe, Saint-Saëns et Vaucottes). Le Grès de Fosses-Belleu peut également arriver par la route (123 km en transitant par Beaumont et Beauvais, 138 km par le sud *via* le pont de Pontoise¹²⁸⁵), mais aussi embarquer sur l'Oise à Beaumont (10 km des carrières)¹²⁸⁶ pour ensuite descendre la Seine jusqu'à son embouchure. De même, le calcaire à glauconie et nummulites peut encore arriver par la route (170 km depuis Vauxrezis), mais il devrait dans ce cas transiter par Beauvais où il n'est pas enregistré dans les séries archéologiques. Il est donc plus vraisemblable qu'il rejoigne la Seine en descendant l'Aisne puis l'Oise par bateau.

La meulière affleure de l'Eure à la Brie ; il est donc difficile de percevoir les modalités de son transport. La carte de répartition des meules taillées dans ce matériau à l'époque romaine (fig. 15B) pourrait toutefois suggérer son transport et sa distribution dans tout le bassin de la Seine par voie fluviale.

L'origine la plus probable de l'arkose grossière observée en Normandie est localisée sur l'extrême pointe du Cotentin, dans le Val de Saire (Manche). Deux modes d'acheminement sont donc possibles jusqu'à Rouen. Le transport maritime est plus que vraisemblable puisque les carrières du Vicel supposées fournir ce matériau sont situées à 6 km du front de mer, et des meules en arkose sont signalées entre elles et le port de Barfleur, à Anneville-en-Saire¹²⁸⁷. Toutefois à l'heure actuelle nous ne disposons d'aucune donnée le long du littoral bas-normand, qui pourrait attester un commerce de cabotage. Au contraire, les séries étudiées par A.-G. Chaussat dans le cadre de son mémoire de Master¹²⁸⁸ sont localisées le long de la voie reliant Cherbourg à Caen et Rouen et suggèreraient un transport terrestre. Il nous faut reconnaître que la distance joignant par la route Rouen puis les sites qui fournissent de l'arkose grossière en Haute-Normandie est trop importante pour organiser un approvisionnement réellement régulier (près de 240 km pour Rouen). Nous ne pouvons donc que constater le manque de données pour ce circuit qui excède notre espace géographique. Il en va de même pour le granite qui provient au plus proche des massifs de Vire et d'Athis en bordure du massif armoricain. Rouen représenterait l'extrême limite orientale de sa diffusion.

- Reims

À Reims, la situation est plus nuancée. Les meules de la capitale de Province ont récemment fait l'objet d'un réexamen par le *Groupe Meule* et montrent encore l'intérêt d'aborder la chronologie des circuits commerciaux lorsque c'est possible¹²⁸⁹. Globalement à l'échelle de l'époque romaine, la ville semble approvisionnée par un marché ouvert. Le calcaire à glauconie et nummulites domine (28 %), suivi du Grès de Macquenoise (17 %) et des roches volcaniques (15 %). Suivent

1285 ROBERT 2007, p. 4

1286 Un embarcadère en gros appareil (blocs pluri-métriques) est attesté à Beaumont-sur-Oise dès le début du I^{er} siècle : BERNARD *et al.* 1994

1287 TABOUÉ 1999, p. 31 et 33

1288 CHAUSSAT 2009

1289 JODRY *et al.* 2017b

le Grès de Fosses-Belleu à 11 % et le calcaire à *ditrupa* à 4 %. Une importante part de 25 % est constituée de calcaires indéterminés et de « calcaires coquilliers » mentionnés dans les rapports de fouilles¹²⁹⁰. Leur origine géologique et géographique fait peu de doute au regard de la situation de la ville de Reims dans la percée de la Vesle en contrebas des plateaux tertiaires d'Île-de-France. Plus de la moitié (57 %) des roches meulières serait donc originaire des niveaux lutétiens qui affleurent à l'ouest de la ville. Dans les rares cas où peut être affinée la chronologie cependant, les calcaires lutétiens apparaissent exclusifs au Haut-Empire et les autres matériaux n'apparaissent qu'au III^e siècle. Dans la limite des informations disponibles, Reims au Haut-Empire ferait donc figure de centre à position dominante dont le marché meulier n'est orienté qu'à l'ouest, probablement *via* la vallée de l'Aisne puis de la Vesle. Le caractère navigable de la Vesle dans l'Antiquité fait débat¹²⁹¹, mais la voie romaine menant à Soissons suit le même parcours, rendant possible et aisé le transport routier en fond de vallée (par exemple 60 km au départ de la carrière de Vauxrezis). Cette idée de position dominante est renforcée par la possibilité de l'exploitation, au sein d'une même carrière, de différents faciès de calcaire se succédant verticalement des assises inférieures aux niveaux supérieurs du Lutétien. Le géologue y voit des matériaux différents que le carrier antique exploitait peut-être sans distinction. Cette question ne pourra être approfondie qu'avec l'exploration systématique des vastes terrains lutétiens du nord du Bassin parisien et des meulières supposées de Vauxrezis et de Vendresse-Beaulne, dont la chronologie est très incertaine. Elle demande aussi à être complétée par l'étude de nouveaux corpus précoces à l'intérieur de la ville de Reims puisque les sites de Bezannes fouillés en périphérie de la capitale ont livré du Grès de Macquenoise dès l'époque augustéenne¹²⁹². Cette observation demande donc de nuancer certaines conclusions peut-être trop précipitées sur Reims.

Les séries du Bas-Empire sont en revanche bien appréhendées et montrent un marché rémois réellement ouvert dans toutes les directions : depuis les carrières de Macquenoise 95 km au nord par la voie Bayay – Reims, depuis celles de l'Eifel *via* Trèves (280 km) ou par la voie Cologne – Reims (290 km après débarquement), et depuis celles de la vallée de l'Ysieux (Fosses/Bellefontaine) suivant un trajet probablement routier qu'il est difficile d'évaluer (100 à 130 km d'ouest en est). Le calcaire à glauconie et nummulites est toujours présents aux III^e – IV^e siècles, auquel s'ajoute modestement le faciès à *ditrupa* dont l'origine géographique ne peut actuellement être précisée.

13.5.2.3 La redistribution régionale

La redistribution régionale au départ des agglomérations secondaires est attestée par la découverte d'ébauches de meules (2 en roche volcanique à Liberchies et 1 à Maastricht, voir § 12.2.1) qui trahissent l'existence d'ateliers de finition et de commercialisation au sein des marchés régionaux et locaux (fig. 334). L'approvisionnement de ces centres secondaires montre souvent les mêmes proportions de roches meulières que les chefs-lieux, ce qui trahit leur dépendance du marché dominant. Les roches très mineures ont même tendance à disparaître au profit des matériaux majoritaires. Le choix des marchandises est donc souvent restreint aux seules productions régionales, ce qui ne signifie pas que les marchandises transitent systématiquement par les chefs-lieux avant d'aboutir dans les agglomérations secondaires. Les réseaux sont interconnectés et les limites administratives sont dépassées. Les productions des régions voisines atteignent donc souvent ces marchés secondaires avant les chefs-lieux en fonction de leur localisation.

Dans la cité des Nerviens par exemple, les agglomérations secondaires situées au nord de Bayay sont

1290 Reims (Marne) « rue de l'Équerre » et « rue Maucroix » (fouilles P. Rollet), et fouilles du Tramway (S. Sindonino).

1291 FRONTEAU *et al.* 2014, p. 246

1292 ETCHART-SALAS 2017

logiquement approvisionnées de la même façon que le chef-lieu. Les meules manuelles de Famars (Nord), et de Pommerœul (Hainaut) sont toutes faites de Grès de Macquenoise ; les meules à traction périphérique sont en arkose grossière et en arkose rose. Le corpus de Tournai (Hainaut) chez les Ménapiens montre la même constitution avec 1 seule meule en roche volcanique. Liberchies, située aux confins de la cité des Nerviens et de celle des Tongres, livre 52 % de meules en Grès de Macquenoise, 32 % de Poudingue de Burnot et déjà 12 % de roche volcanique, ainsi qu'une meule en arkose grossière. Un peu plus loin sur la voie Bavay – Cologne dans la Cité des Tongres, le site de Tavieres ne livre plus que 10,7 % de Grès de Macquenoise pour 46,4 % de roche volcanique. Le Poudingue de Burnot, extrait une trentaine de kilomètres au sud, représente encore 25 % de la série. Chez les Ambiens, le site de Saint-Sauveur (Somme) n'est pas réellement une agglomération mais un regroupement d'habitats ruraux situés près de la voie Amiens – Abbeville, quelques kilomètres en aval d'Amiens. Les roches meulières présentes sont, comme à Amiens, le calcaire à glauconie et nummulites (22,5 %), le poudingue normand (19 %), le Grès de Fosses-Belleu (13 %), le Grès de Macquenoise (6,5 %). La roche volcanique et le Poudingue de Burnot ne fournissent chacun qu'une seule pièce. L'approvisionnement en meules manuelles et à traction périphérique est donc très similaire à celui d'Amiens, exception faite de la vaugnérite, roche exogène exceptionnellement présente dans le chef-lieu. Autre différence, Saint-Sauveur est particulièrement bien doté en meules en arkose rose et en arkose grossière à hauteur de 16 % chacune, ce qui s'explique par le caractère rural du site. Inversement et s'imposant comme un corollaire, la roche volcanique est ici très rare puisqu'à Amiens elle constitue surtout de grandes meules pompéiennes et à entraînement central, absentes de Saint-Sauveur.

Plus loin vers les bords de la Manche, la ville de *Briga* (site du « Bois l'Abbé » à Eu, Seine-Maritime) montre encore une bonne diversité de roches, plus marquée par la proximité des poudingues normands (40 km pour Saint-Saëns à vol d'oiseau, 92 km pour Vaucottes par la route côtière Fécamp – Eu ou par la mer jusqu'à l'estuaire de la Bresle¹²⁹³). La roche y atteint 48,6 % et reste en usage sur toute la durée de l'occupation (I^{er} – III^e siècles). Le Grès de Fosses-Belleu est encore très présent aux II^e et III^e siècles malgré l'éloignement du site (21,6 %), et peut autant transiter par Beauvais (130 km) que par Amiens (150 km) après avoir traversé l'Oise à Beaumont-sur-Oise. Le calcaire à glauconie et nummulites (5,4 %) peut de la même façon arriver par la route en passant par Amiens (150 km). La seule meule en roche volcanique, de type « Avenches », provient vraisemblablement du Massif Central étant donné sa typologie caractéristique et son aspect très différent des matériaux de l'Eifel. Elle a pu arriver directement par la mer depuis l'embouchure de la Seine, ou encore passer par Amiens.

Ces exemples très significatifs reflètent les répartitions observées sur tous les autres sites qui les entourent et dont l'approvisionnement dépend des grands centres commerciaux. Avec moins de pièces découvertes et exception faite des meules de type « Brillon » en arkose grossière, les assemblages de meules destinées à l'alimentation humaine sont très similaires sur les sites ruraux et dans les agglomérations. Le Grès de Macquenoise est systématiquement enregistré au nord des Ardennes à l'ouest de la plaine flamande, le calcaire à glauconie et nummulites sur les plateaux et dans les vallées de Picardie, le Grès de Fosses-Belleu à l'ouest de la Picardie et en Île-de-France, et le poudingue normand en Seine-Maritime et le long du littoral picard. À l'est, les territoires rhénans et les principaux couloirs fluvio-maritimes qui leur sont liés sont inondés de meules en roche volcanique. Le Poudingue de Burnot occupe, au moins au Haut-Empire, une place intermédiaire entre l'aire de distribution du Grès de Macquenoise et celle des roches volcaniques.

D'autre part, la durée de vie d'un moulin manuel peut être estimée à près d'une génération¹²⁹⁴ ; la fréquence de renouvellement du moulin est donc très faible. Le colportage de produits assemblés et prêts à l'usage dans les campagnes, attesté en ethnographie pour la distribution des *metates* mexicaines de fabrication locale¹²⁹⁵, peut difficilement être systématisé ici du fait de l'étendue des aires de distribution. Les distances atteintes nécessitent en effet de disposer de relais sur le territoire et d'achalander ces marchés de quantités importantes de marchandises pour satisfaire la demande. Étant donnée la rapidité avec laquelle s'épuiserait une cargaison écoulée en cours de route (16 à 20 moulins manuels pour un chariot de capacité d'une tonne), le colportage ne peut être envisagé qu'aux alentours directs des carrières ou, en bout de chaîne, dans l'arrière-pays des centres de redistribution et éventuellement dans les campagnes les plus reculées.

Ainsi nous avançons l'idée d'un approvisionnement réalisé directement dans des centres de redistribution régulièrement répartis sur le territoire, grandes, moyennes et petites agglomérations. La comparaison avec la céramique culinaire de Tongres est éloquente. Retrouvée dans les campagnes dans un rayon d'une trentaine de kilomètres autour de la ville, celle-ci témoigne d'un réel circuit d'échange : les producteurs ruraux montent écouler leur production en ville à raison d'une journée de trajet à pied ou en chariot, et y acquièrent les marchandises qu'ils ne produisent pas¹²⁹⁶.

Dans le cas des meules mexicaines, E. Katz indique que, hormis un commerce au détail réalisé directement sur les sites de fabrication et sur commande, « *certains meuliers vendent des meules brutes à des commerçants-artisans qui terminent eux-mêmes la finition. Sur les marchés des villages où les meules sont produites, 95 % d'entre elles sont vendues à des particuliers. Mais sur le marché de la ville d'Oaxaca, 10 % seulement sont vendues à des particuliers. Le reste est acheté par des détaillants et des grossistes qui les distribuent à leur tour dans l'ensemble de la région* »¹²⁹⁷. Avant son changement d'échelle géographique intervenu dans les années 1950 avec l'introduction des camions motorisés, ce système peut être assez proche de ce que l'on doit observer dans les économies de marché pré-industrielles.

13.5.2.4 Le commerce meulier à longue distance et la traversée du détroit Manche/Mer du Nord

13.5.2.4.1 *Les roches identifiées sur le littoral*

Après le relatif repli commercial de la période augusto-claudienne, la berge continentale du détroit du Pas-de-Calais occupée par la cité des Morins et l'ouest de celles des Atrébates et des Ménapiens, s'avère constituer un secteur crucial malgré des données assez clairessemées (fig. 335)¹²⁹⁸. Son approvisionnement témoigne d'un commerce extra-régional qui se distingue totalement de celui, au contraire très belgo-centré, de la cité des Nerviens. Le milieu du I^{er} siècle marque en effet le réveil et l'affirmation d'un commerce à longue distance matérialisé par l'arrivée des roches volcaniques de l'Eifel et le retour du poudingue normand. Le détroit du Pas-de-Calais, ou plutôt le détroit de Boulogne à l'époque romaine, est le centre névralgique du commerce meulier entre le continent et la (Grande-) Bretagne, comme le révèle d'ailleurs Strabon au tournant de notre ère :

« *Il y a quatre points de passage réguliers pour se rendre du continent dans l'île [de Bretagne], qui partent des embouchures des fleuves : celles du Rhénos [Rhin], du Sèkoanas [Seine], du Leiger [Loire] et du Garounas [Garonne]. Une précision : quand on embarque de la région du Rhénos, ce n'est pas depuis son embouchure même que se fait la traversée, mais depuis le territoire des voisins des Ménapios, les Morinois. C'est chez eux également que se trouve Ition, qu'utilisa comme base navale le divin César*

1294 GRANSAR *et al.* 2000, p. 240

1295 KATZ 2003, p. 36-37

1296 VILVORDER *et al.* 2010, p. 253 ; PIGIÈRE, LEPOT 2014, p. 165-167

1297 KATZ 2003, p. 40

1298 PICAUVET (à paraître)

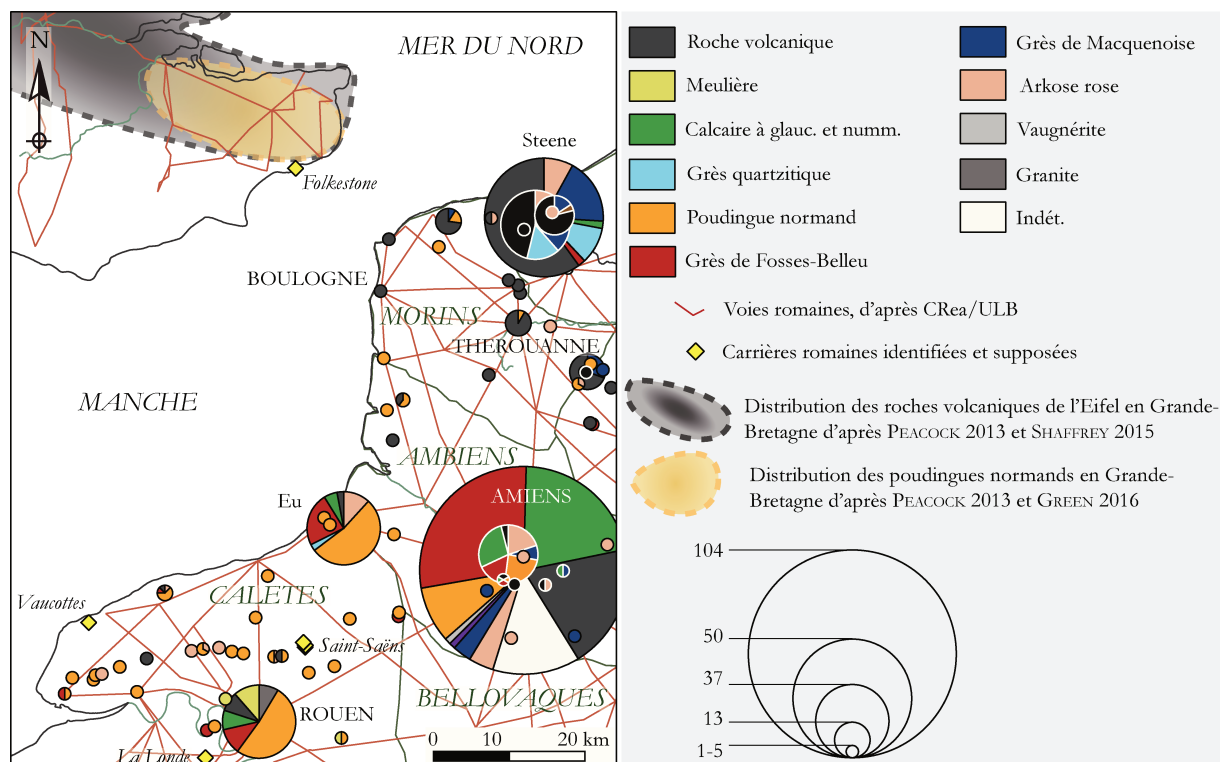


Figure 335 Proportions des roches meulières sur les sites littoraux de la Manche et de la Mer du Nord. Cette répartition apporte l'évidence d'un commerce de cabotage ; les études de D.P.S. Peacock, C. Green et R. Shaffrey dans le sud-est de l'Angleterre montrent que les meules en roche volcanique de l'Eifel et en poudingue normand traversent la mer dans le sens continent - Bretagne insulaire.

quand il voulut passer dans l'île [...] »¹²⁹⁹.

La plupart des meules gallo-romaines étudiées dans le département du Pas-de-Calais proviennent de fouilles récentes dont le mobilier est documenté et bien daté. Quelques collections dépourvues de provenance (Château-Musée de Boulogne-sur-Mer¹³⁰⁰, Musée Quentovic d'Étaples) doivent être écartées des statistiques générales mais leur mention renforce certains phénomènes.

Plusieurs meules en poudingue normand qui s'échelonnent le long du littoral de la Manche sont attribuées avec certitude à des occupations romaines (à Fouquereuil¹³⁰¹, Houdain¹³⁰², Marck-en-Calais¹³⁰³, Thérouanne¹³⁰⁴, Étaples¹³⁰⁵, Wailly-Beaucamps¹³⁰⁶ et Waben¹³⁰⁷). Le Musée de Boulogne en renferme 6 exemplaires dont la découverte ancienne n'est pas localisée, et le musée d'Étaples un autre catillus probablement découvert en prospection sur la plage de Tardinghen/Wissant (Pas-de-Calais). Par ailleurs, alors que les productions britanno-romaines ne sont toujours pas reconnues dans le nord de la Gaule, des meules en poudingue normand sont identifiées dans le sud de l'Angleterre en petite quantité tout au long de la période romaine¹³⁰⁸. Elles attestent un réseau commercial

1299 STRABON, *Geog.*, IV, 5, 2

1300 PICAVET *et al.* 2011, p. 197-199 et catalogue p. 210-219.

1301 Fouquereuil (Pas-de-Calais) « rue des Poteries » (diagnostic S. Oudry-Brailion) : meule n° 1473.

1302 Houdain (Pas-de-Calais) « le Mont » (fouille J. Maniez) : meules n° 1526 et 1527.

1303 Marck-en-Calais (Pas-de-Calais) « ZAC Transmarck » (diagnostic H. Trawka) : meule n° 1555 ; Marck-en-Calais « la Turquerie » (fouille R. Blondeau) : meules n° 1535.

1304 Thérouanne (Pas-de-Calais) « Bois Robichet » (fouille O. Blamangin) : meule n° 1636.

1305 Étaples-sur-Mer (Pas-de-Calais) « Blanc Pavé » (fouille I. Sidéra) : meules n° 1469 à 1471.

1306 Wailly-Beaucamps (Pas-de-Calais) « route de Boisjean » (fouille A. Duvaut) : Étude S. Lepareux-Couturier dans DUVAUT 2013, p. 48-62.

1307 Waben (Pas-de-Calais) « rue du Pas d'Authie » (diagnostic Frédéric Lemaire) : meule n° 1646.

1308 GREEN 2011, 2016a ; PEACOCK 2013, p. 161

occidental toujours ou de nouvelle dynamique, acheminant des matériaux pondéreux depuis les ateliers de Seine-Maritime jusque sur le littoral morin, avec un point de chute terminal outre-Manche.

Les roches volcaniques de l'Eifel font leur apparition vraisemblablement dans la deuxième moitié du I^{er} siècle ap. J.-C.¹³⁰⁹, accompagnant l'installation des troupes romaines face à l'île de Bretagne. Elles deviennent majoritaires sur le littoral morin et ménapien, ainsi que dans l'arrière-pays à partir de la fin de ce siècle jusqu'au III^e, période à laquelle les occupations disparaissent dans la région. Les fouilles qui en ont fourni les plus importantes séries sont celles du bord de la frange dunkerquoise (Steene, Bierne et Pitgam dans le Nord).

L'origine de ces meules depuis les carrières de l'Eifel est confirmée par l'unité typologique et la « signature » des ateliers du Bellerberg qu'elles arborent. Leur multiplication chez les Morins et les Ménapiens témoigne directement de l'établissement d'un circuit commercial descendant le Rhin et passant par la Mer du Nord. La route terrestre ne semble pas être empruntée dans le cas de ces marchandises puisque les roches volcaniques sont très rares à Bavay (Nord) et Arras (Pas-de-Calais), pourtant situées sur le tracé de la grande voie reliant Cologne à Boulogne (fig. 337). Le mobilier ramassé en prospection dans le secteur de Pitgam montre d'ailleurs « l'abondance [...] des petits objets de bronze, dont quelques uns sont très rares en Gaule mais pas sur le limes [...]. On serait tenté de voir à cet endroit la résidence d'un personnage important (un ancien militaire ?) dont l'activité principale aurait tourné autour de l'exploitation et de la redistribution du sel »¹³¹⁰.

Le Grès de Macquenoise a fourni principalement des meules manuelles présentes en faible quantité chez les Morins à Marck-en-Calais « la Turquerie »¹³¹¹ et dans les collections hors contexte du Musée de Boulogne (1 meule). La roche est plus fréquente sur la plaine ménapienne dès l'époque augustéenne, et demeure en usage bien que minoritairement à Steene¹³¹² et Bierne¹³¹³ jusqu'au III^e siècle.

Pour compléter ce panorama, les arkoses grossières et les arkoses roses sont toujours présentes en quantité infime en ville (2 exemplaires dépourvus de provenance conservés au Château-Musée de Boulogne ; 1 individu découvert en périphérie de Théroutanne au lieu-dit « le Bois Robichet »), et en proportion plus importante à la campagne (à Salperwick¹³¹⁴, Aire-sur-la-Lys¹³¹⁵, Saint-Folquin¹³¹⁶, Pitgam¹³¹⁷, Steene¹³¹⁸ et Bierne¹³¹⁹).

13.5.2.4.2 Évidence d'un commerce de cabotage

Chez les Morins et les Ménapiens, les faciès laténiens régionaux (grès quartzitique, calcaires jurassiques et crétacés du Boulonnais) ne disparaissent qu'au cours voire à la fin du I^{er} siècle, quand le ter-

1309 Une demi meta du « Bois Robichet » à Théroutanne est associée à un *terminus post quem* de la deuxième moitié du I^{er} siècle (*terminus ante quem* III^e s.) : meule n° 1632 ; un autre fragment de meta issu de la « Chaussée Brunchaut » (fouille B. Leriche) est daté de la deuxième moitié du I^{er} au II^e siècle : meule n° 1630. Un demi catillus provenant de Bierne (Nord) « ZA du Bierendick » (fouille H. Duvivier) et un fragment indéterminé de Pitgam « Schulleveldt » (fouille E. Elleboode) sont attribués à la seconde moitié du I^{er} siècle : meules n° 712 et 1059. Les autres exemplaires sont datés des II^e – III^e siècles.

1310 LORIDANT 1999, p. 142

1311 Meule n° 1541.

1312 Meules n° 1147 à 1155.

1313 Meules n° 726 à 728.

1314 Salperwick (Pas-de-Calais) « les Nouvelles Manières » (fouille S. Gaudefroy) : meule n° 1615.

1315 Aire-sur-la-Lys (Pas-de-Calais) « contournement sud » (fouille A. Masse) : meules n° 1316 à 1318.

1316 Saint-Folquin (Pas-de-Calais) « rue du Gibet » (fouille P. Lhommel) : meules n° 1598 à 1602.

1317 Pitgam (Nord) « Schulleveldt » (fouille E. Elleboode) : meules n° 1071 à 1083.

1318 Steene (Nord) « rue du Château » (fouilles G. Faupin et A. Delaunay) : meules 1145 à 1159.

1319 Bierne (Nord) « ZA du Bierendick » (fouille H. Duvivier) : meule n° 729.

ritoire de Gaule Belgique est organisé administrativement et que les grands courants commerciaux ont pris leur place. Ces courants s'installent (roches volcaniques de l'Eifel, Grès de Macquenoise) ou se rétablissent (poudingue normand) d'abord progressivement depuis le début de ce siècle. Ces marchandises s'imposent ensuite massivement et provoquent l'arrêt des productions régionales quand le territoire voit s'installer durablement les troupes romaines.

D'une part, les marchandises originaires de la basse vallée de la Seine remontent le littoral pour traverser la Manche et approvisionner la (Grande-) Bretagne, d'autre part les productions de l'arrière-pays du *limes* de Germanie (massif de l'Eifel) descendent le Rhin avant de suivre le littoral de la Mer du Nord pour traverser le détroit du Pas-de-Calais. Outre-Manche, elles inondent aussi le marché au sud-est de l'Angleterre à partir de la fin du I^{er} siècle jusqu'à remplacer les productions locales (Hertfordshire Puddingstone dont la production s'arrête à ce moment)¹³²⁰. Après débarquement, elles sont disséminées par la route grâce à un maillage routier complexe au départ de Londres. L'analyse par SIG de ces réseaux de circulation intérieurs (importance du réseau pondérée par la distance) montre en effet que ceux-ci sont bien en place à la fin du I^{er} siècle et redistribuent des marchandises venues du continent¹³²¹.

La pratique du cabotage est illustrée sur la pointe septentrionale du territoire des Morins par la découverte dans la baie de Wissant (Tardinghen « plage du Châtelet », Pas-de-Calais), face à l'Angleterre bien visible à l'horizon, de quelques planches appartenant à une épave à proximité de laquelle a été découvert du mobilier romain¹³²². Parmi celui-ci, les fragments de quatre meules rotatives dévoilent à eux seuls le trajet suivi par l'embarcation. Deux individus sont en roche volcanique de l'Eifel, un est en poudingue normand, et le dernier est en granite (au plus proche : granodiorite de Vire ou d'Athis). Les trois premiers ont pu être acquis sur place lors d'une escale puisque tant la roche volcanique que le poudingue normand sont acheminés et distribués chez les Morins. Le granite cependant, étant au plus proche originaire du Calvados, n'est jamais observé sur terre au nord de Rouen ; sa présence ici sur l'estran témoigne de son transport au sein du mobilier de bord. D'ailleurs, nous n'avons pas affaire à une cargaison de meules : l'aspect usagé des fragments trahit leur utilisation à bord, pour la mouture ou comme élément de lest s'ils étaient déjà fragmentés avant le naufrage. Les trois provenances différentes de ces fragments de meules illustrent donc, non pas directement un commerce meulier, mais des contacts, par la côte, entre le Calvados, la Seine-Maritime et les bouches du Rhin. Ces contacts est-ouest sont encore mis en évidence par l'assemblage céramique de l'épave romaine de Guernesey ; celui-ci comprend des vases originaires de l'ouest de la Gaule, du sud de l'Espagne, du sud et de l'est de l'Angleterre¹³²³.

La Manche est également traversée en ligne directe depuis l'estuaire de la Seine vers le Hampshire, et depuis l'embouchure du Rhin vers celle de la Tamise¹³²⁴, bien que ce dernier trajet semble très limité avant la fin du IV^e siècle, au moins pour le commerce de la céramique¹³²⁵. Notre angle d'approche ne permet pas de percevoir ces mouvements, mais la présence de meules en poudingue normand signalée par D.P.S. Peacock dans le Hampshire semble en tout cas les attester dans un sens¹³²⁶. La traversée depuis l'estuaire de l'Escaut nous est révélée par des inscriptions découvertes à Dombourg et Colijnsplaat (Zélande), dédiées aux II^e et III^e siècles à la déesse *Nehalennia* en remerciement d'avoir assuré aux commerçants une bonne traversée¹³²⁷. L'un de ces commerçants, le véliocasse

1320 GREEN 2016b, p. 173

1321 ORENGO, LIVARDA 2016, p. 26

1322 RÉVILLION *et al.* 2007, p. 83

1323 RULE, MONAGHAN 1993 ; FULFORD 2008, p. 66

1324 ENZMANN 2013, p. 34

1325 MORRIS 2015

1326 PEACOCK 2013, p. 161, GREEN 2016a, p. 350

1327 HASSAL 1978, p. 42-45 ; MARS DEN 1994, p. 22-23 ; ENZMANN 2013, p. 34

Placidus fils de *Viducus*, est même connu pour ses dédicaces à la fois à Colijnsplaat et à York dans les Midlands¹³²⁸, ce qui révèle un grand commerce assuré par les mêmes acteurs entre l'estuaire de la Seine, celui de l'Escaut et celui de l'Ouse en Angleterre. Pourtant, si les meules en poudingue et en roche volcanique sont présentes de l'autre côté du détroit, les meules britanno-romaines restent strictement absentes des collections du nord de la France où la céramique *Black Burnished* est au contraire bien identifiée, au moins dès le début du II^e siècle¹³²⁹. Le circuit de distribution des meules, unidirectionnel, diffère donc de celui de la céramique qui circule dans les deux sens¹³³⁰. Outre ce mobilier de table, il suppose le transfert d'autres types de biens depuis la Bretagne vers le continent. Là encore Strabon nous éclaire, au tournant de notre ère, sur les produits pondéreux exportés par les Bretons insulaires à une époque où les meules de l'Eifel ne sont pas encore, ou peu exportées vers la Bretagne :

« [L'île de Bretagne] donne du blé, du bétail, de l'or, de l'argent, du fer. Ces produits font l'objet d'exportations, à quoi s'ajoutent des peaux, des esclaves et des chiens d'une race remarquable pour la chasse [...] »¹³³¹.

Parallèlement à ce texte, les inscriptions de Dombourg et Colijnsplaat mentionnent le transport de vin et de céramiques à l'aller, contre du sel et du poisson dans le sens Bretagne - Gaule¹³³². L'épave romaine de Ploumanac'h (Côtes-d'Armor) apporte un autre aperçu de ces marchandises : coulée près des côtes armoricaines, l'embarcation renfermait une cargaison de lingots de plomb estampillés du nom de peuples de l'est de l'Angleterre¹³³³. En revanche, les « deux éléments de meule de petite dimension » à peine évoqués dans la publication, sont constitués d'un « grès glauconieux à ciment carbonaté »¹³³⁴ qu'il est tentant de rapprocher des productions de meules en *Greensand* de Lodsworth (West Sussex) étant donnée la datation tardive proposée pour l'épave (l'activité de l'atelier de Folkestone s'interrompt avec la conquête romaine, celle de Lodsworth perdure¹³³⁵ – l'épave daterait du Bas-Empire). Comme sur l'épave de Guernesey¹³³⁶, les meules sont très faiblement représentées sur le navire et déjà utilisées ; elles constituent ici encore un matériel de bord et non une cargaison, celle-ci étant constituée des lingots de plomb. On ne peut donc toujours pas parler d'importation de meules depuis la Bretagne. D'ailleurs, l'existence d'espaces de cuisine à bord des navires est avérée par les découvertes d'Arles (épave *Arles-Rhône 3*) : des outils en fer, des bouilloires et assiettes utilisées ainsi que des charbons de bois témoignent de la consommation alimentaire de l'équipage au milieu du I^{er} siècle de notre ère¹³³⁷.

Les produits pondéreux pourraient donc bénéficier au retour du réseau établi, entre autres, pour le transport des meules à l'aller. Et ce réseau prend place dans un système économique d'échanges interrégionaux rationalisé que Fulford n'hésite pas à qualifier de « relation triangulaire » entre Germanie, littoral morin et Bretagne, pour ne pas risquer l'anachronisme du « commerce triangulaire »¹³³⁸. Cela nous révèle en tout cas que le transport n'est pas nécessairement l'affaire de commerçants ni de transporteurs spécialisés dans un type de marchandises puisque celles-ci ne sont pas les mêmes dans un sens et dans l'autre. Ainsi, producteurs, négociants et transporteurs constituent des corps distincts. D'ailleurs importer des meules pour exporter des produits équivalents aurait peu d'intérêt.

1328 HASSAL 1978, p. 44

1329 ALLEN, FULFORD 1996, p. 249, 256 ; DUBOIS *et al.* 2001, p. 64

1330 DUBOIS *et al.* 2001, p. 66

1331 STRABON, *Géographie*, IV, 5, 2

1332 MILNE 1990, p. 83 ; ENZMANN 2013, p. 35

1333 L'HOUE 1987

1334 *Ibid.*, p. 129

1335 PEACOCK 1987, p. 71

1336 RULE, MONAGHAN 1993, p. 102-103

1337 MARLIER 2011, p. 138

1338 FULFORD 2008, p. 62

Dans le cadre d'une économie de marché dépendant de l'offre et de la demande, les produits échangés résultent de surplus d'un côté, répondent à un déficit de l'autre et inversement.

Un cas de figure similaire est observé en Méditerranée occidentale où le commerce des meules pompéiennes ne suit qu'une seule direction : les meules italiennes sont bien reconnues en Afrique du Nord alors que les productions de cette région ne connaissent qu'une diffusion régionale. Les auteurs des études considèrent que, sur les navires, les meules occupent vers l'Afrique la place que prenait le grain destiné à l'Annone vers la péninsule italique¹³³⁹. O. Williams-Thorpe et R. Thorpe ajoutent qu'il n'existe pas de commerce meulier entre les moitiés orientale et occidentale de la Méditerranée, alors que le grain et les amphores (vin, huile, *garum*, etc.) circulent largement¹³⁴⁰.

Pour le Bas-Empire, aucune meule n'est attestée en contexte archéologique dans le Pas-de-Calais, hormis les exemplaires en roche volcanique mis au jour dans les remparts tardifs de Théroüanne et de Boulogne. Ces derniers témoignent du bouleversement des niveaux archéologiques antérieurs par les travaux de terrassement, et non d'une activité de mouture exécutée sur place à cette époque. Le Château-Musée de Boulogne conserve aussi des meules hors-contexte qui ne correspondent plus aux types bien standardisés du Haut-Empire mais pourraient être plus tardifs. Elles sont toujours constituées de roche volcanique qui révèle le maintien d'un réseau d'approvisionnement probablement en provenance de l'Eifel. Ce réseau oriental mis en place au cours du I^{er} siècle, connaîtra un hiatus aux VI^e et VII^e siècles (illusion due au manque de sources ?) pour ensuite s'étendre avec une ampleur inédite au VIII^e siècle (voir § 13.6.2).

13.5.2.5 Concurrence et coût du transport

13.5.2.5.1 *Tracer les contours d'une aire de distribution : les meules de Macquenoise et leurs concurrentes*

Dans un monde antique organisé à différents échelons, du local au suprarégional, les aires de distribution ne sont pas hermétiques car ne sont pas contraintes par des frontières linéaires figées. Et même dans les économies les plus protectionnistes, les biens extérieurs finissent toujours par pénétrer les territoires. Nous appréhendons donc ici des limites de diffusion massive des matériaux, et non de diffusion maximale : c'est la zone géographique, au delà de laquelle la distance et le franchissement des reliefs deviennent plus onéreux que l'acheminement d'autres matériaux dont le réseau de distribution est aussi établi (diffusion massive). Cela n'empêche pas de retrouver l'une et l'autre roches de part et d'autre de ces limites, dans des proportions largement inférieures (diffusion maximale).

Revenons ici sur les contours de l'aire de diffusion du Grès de Macquenoise pour aborder les facteurs humains qui peuvent régir les systèmes commerciaux.

Entre la province de Gaule Belgique et celle de Germanie inférieure, la limite des territoires de cité des Nerviens et des Tongres est dépassée par la distribution des meules de Macquenoise (fig. 336). Au sud de la confluence entre la Sambre et la Meuse, celle-ci ne s'interrompt soudainement que lorsqu'elle rencontre les productions de l'Eifel de l'autre côté de la Meuse. À cet endroit, les marchandises sont donc stoppées, non pas par une limite administrative, un péage, mais par un cours d'eau qu'il est difficile de franchir en l'absence de gué ou de pont. À ce point du voyage, le passage d'une cargaison sur l'autre rive devient plus onéreux que l'importation de marchandises dans l'autre sens.

Au nord de la confluence, la voie Bavay – Cologne sert de vecteur. Entre le chef-lieu des Nerviens

1339 WILLIAMS-THORPE 1988, p. 286-288 ; ANTONELLI *et al.* 2005, p. 142

1340 WILLIAMS-THORPE, THORPE 1993, p. 303-304

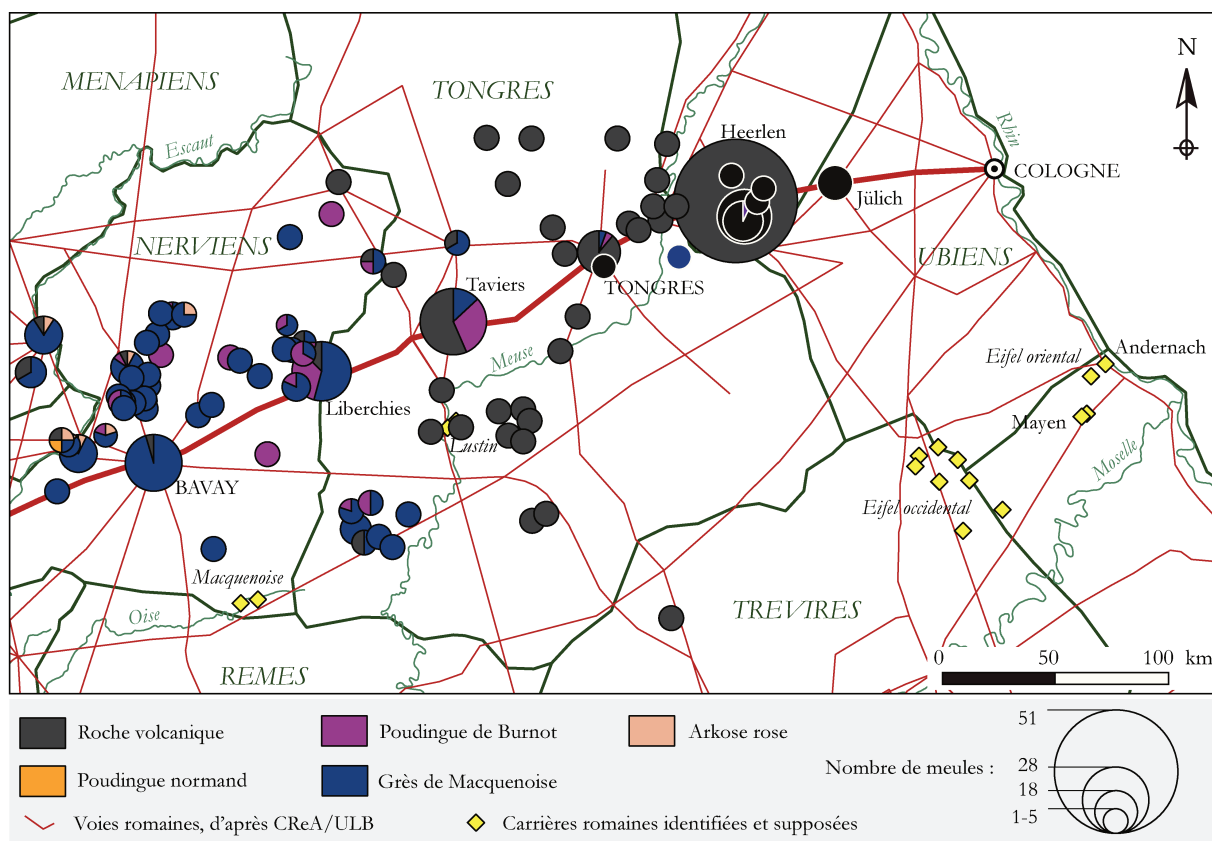


Figure 336 Carte des sites répartis autour de la voie Bavy - Cologne, montrant les proportions des différentes roches meulières présentes dans les villes romaines. La limite entre Germanie et Belgique est dépassée mais la Meuse joue un rôle de barrière. Jülich d'après SANDEK 1992 ; Tirlémont d'après DE CLERCK 1983 ; Tongres, Beringen, Bilzen, Borgloon, Dilsen-Stokkem, Heers, Herk-de-Stad, Lanaken, Maasmechelen, Opglabbeek, Overpelt, Riemst, et Wellen d'après HARTOCH et al. 2015.

et la capitale de Germanie inférieure, les proportions de meules en Grès de Macquenoise diminuent régulièrement avec la distance alors qu'augmentent celles des meules en roche volcanique de l'Eifel (fig. 336 et 337). L'inversion se produit entre Liberchies et Tavier, soit au nord de la confluence entre la Sambre et la Meuse. Le fleuve n'est ici pas – ou peu – emprunté par le marché meulier dans l'Antiquité alors qu'il constitue un important vecteur de marchandises pour d'autres matériaux pondéreux : une bonne partie des pierres ornementales et des matériaux de construction des villes romaines de Maastricht et de Tongres descend par exemple la Meuse depuis la Lorraine (Pierre de Chémery relevée dans tout le bassin mosan) et les Ardennes¹³⁴¹. Si des meules en roche volcanique remontent la Meuse après avoir descendu le Rhin, leur transport ne dépasse pas Namur et la confluence avec la Sambre¹³⁴². Il est cependant plus probable, ou peut-être simplement plus fréquent, qu'elles soient embarquées à Andernach et débarquées à Cologne pour être redistribuées dans les villes qui s'échelonnent le long de la route : Jülich, Maastricht, Tongres, etc.

Dans la région namuroise où chacune des deux roches devient minoritaire (30 % chacune), le coût de leur transport routier à une centaine de kilomètres laisse un espace aux meules en Poudingue de Burnot au Haut-Empire. L'emplacement des exploitations de Lustin sur la Meuse est peut-être d'ailleurs la raison pour laquelle, dès le départ, le Grès de Macquenoise ne descend pas la Sambre

1341 PANHUYSEN 1996 ; COQUELET et al. 2013 ; DREESEN et al. 2014, p. 15-16 ; DREESEN et al. 2015

1342 Le cours moyen de la Meuse fait partie intégrante de la *Civitas Tungrorum* à partir de la fin du I^{er} siècle. Il change régulièrement de statut jusqu'à l'époque moderne entre frontière et lien entre les populations. Utilisé comme frontière, il permet de contrôler le trafic fluvial ; intégré au cœur des territoires, il dynamise les échanges : SUTTOR 2010

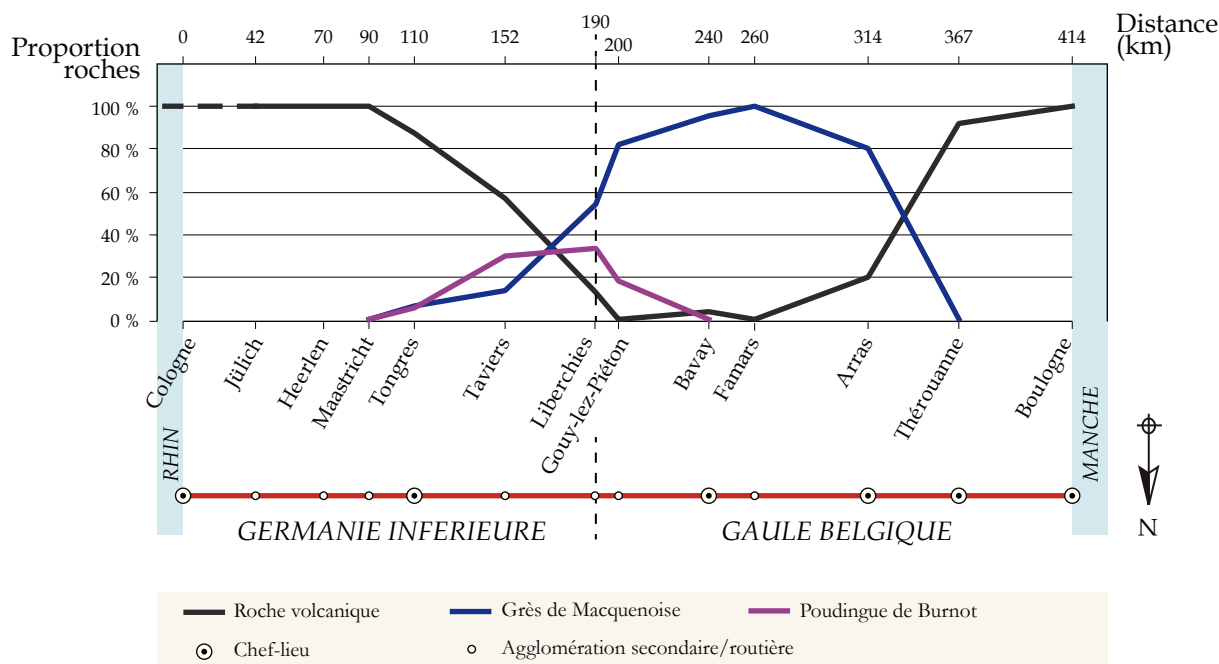


Figure 337 Proportions respectives des meules en roche volcanique (noir), en Grès de Macquenoise (bleu) et en Poudingue de Burnot (violet) dans les agglomérations qui jalonnent la voie Boulogne – Bavay – Cologne. La roche volcanique décroît en proportion depuis le passage de la Meuse à Maastricht jusqu'à disparaître après Liberchies, puis reparait vers Arras et la cité des Morins où elle arrive par la mer. Le Grès de Macquenoise apparaît faiblement au niveau de Maastricht et devient majoritaire entre Tavieres et Liberchies pour être quasi-exclusif autour de Bavay chez les Nerviens, et disparaître après Arras à l'approche des collines de l'Artois. Le Poudingue de Burnot occupe un territoire intermédiaire autour du cours moyen de la Meuse où l'importation des deux principales roches meulières de la région commence à devenir trop onéreuse par la route.

vers le bassin mosan. Le matériau disparaît toutefois au Bas-Empire pour laisser la place aux deux productions importantes qui s'affrontent à l'est et à l'ouest. Les raisons peuvent en être multiples : épuisement des gisements, faillite du ou des entrepreneurs, diminution des coûts de transport des autres ateliers grâce à des économies d'échelle ?

Vers la Mer du Nord, le Grès de Macquenoise ne s'interrompt qu'aux dernières dunes de la plaine ménapienne. Aucun obstacle physique n'entravant son transport, la roche atteint massivement une zone située à près de 200 km dans cette direction, au moins au Haut-Empire.

À l'ouest, à la limite entre le territoire des Ménapiens et celui des Morins, la distribution des meules en Grès de Macquenoise s'éteint assez brusquement sur les premiers reliefs du Boulonnais (fig. 338). La logique purement topographique semble y être prédominante. Cependant, aucune production n'est identifiée dans les niveaux jurassiques et créacés du Boulonnais après l'époque augusto-claudienne. Au contraire, sont enregistrées des meules en roche volcanique de l'Eifel, pourtant quasi-absentes à l'intérieur des terres le long de la voie Bavay – Boulogne (fig. 337), et des meules en poudingue normand, présentes sur tout le littoral de la Manche. Cette région littorale du « Pas-de-Calais » faisant face à la côte bretonne, importe donc ses meules par la mer, depuis le Pays de Caux d'une part et les bouches du Rhin d'autre part. Après avoir parcouru une centaine de kilomètres par voie terrestre, le franchissement des légers reliefs du Boulonnais deviendrait trop onéreux pour les productions de Macquenoise.

Au sud enfin, alors que depuis La Tène moyenne et finale la chaîne de collines de l'Artois ne constitue pas une barrière infranchissable et alors même que la carte de coût cumulé montre de grands couloirs où la circulation serait facilitée (vallée de l'Oise, plaine du nord de l'Aisne, plaine de Champagne), le Grès de Macquenoise est presque absent des assemblages. Les opérations préalables au creusement du Canal Seine – Nord Europe ont fourni à ce sujet des informations très signifi-

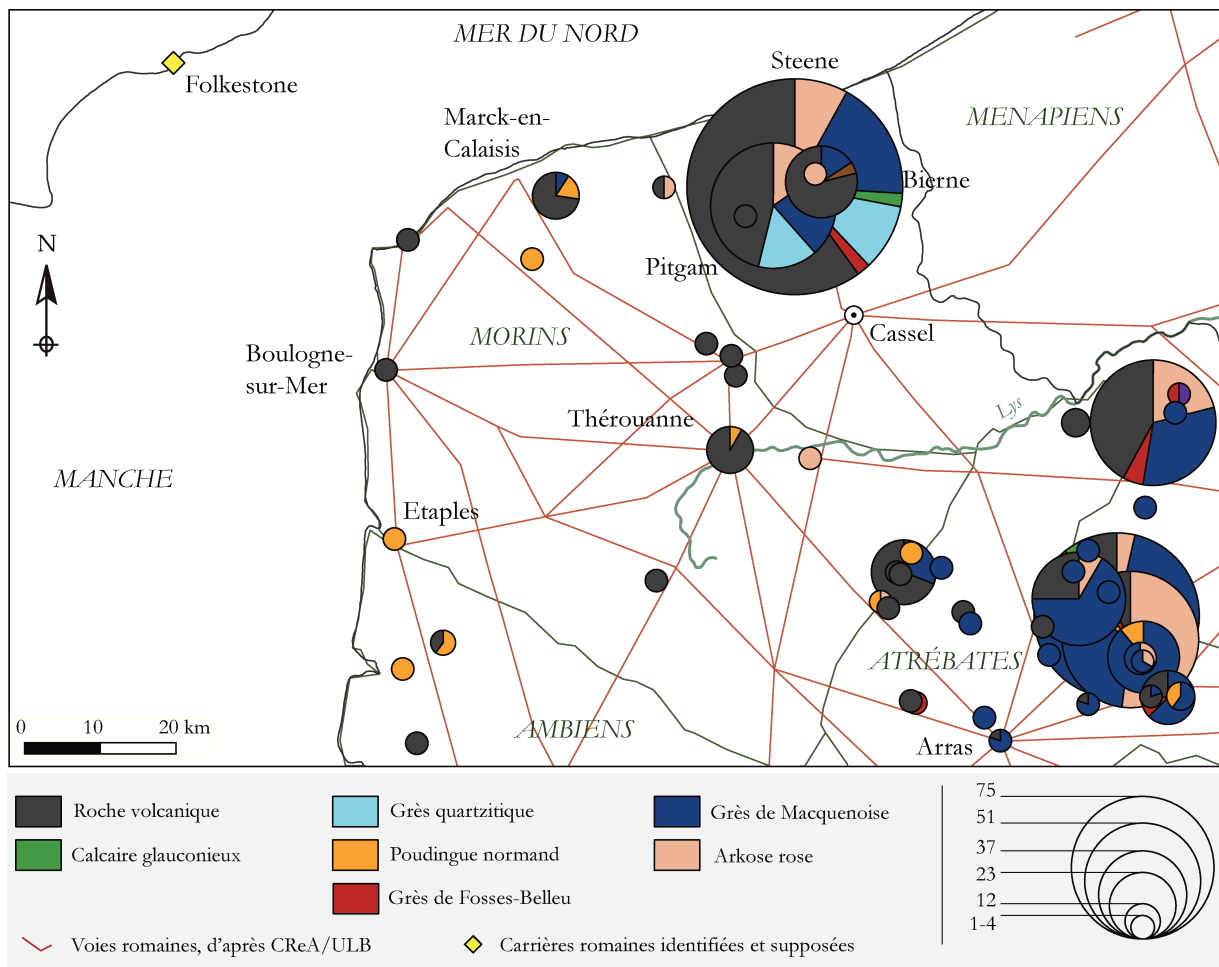


Figure 338 Carte de la cité des Morins et de la frange occidentale de celle des Ménapiens, montrant les proportions des différentes roches meulières sur chaque site romain étudié.

tives puisque l'ouvrage doit relier deux bassins hydrographiques opposés, l'un aboutissant dans la Manche, l'autre dans la Mer du Nord (fig. 339)¹³⁴³. Conjointement avec quelques pièces de roche volcanique, le Grès de Macquenoise est présent dans la partie nord du tracé, celle qui traverse les monts d'Artois pour rejoindre le cours supérieur de l'Escaut (fig. 340). Il est encore bien représenté au pied des monts d'Artois près des sources de la Somme (à Saint-Quentin, Vermand, Vervins) où il rencontre les premières meules en calcaire et en Grès de Fosses-Belleu. Ainsi dans l'agglomération de Vermand, l'approvisionnement est assuré aux II^e et III^e siècles dans des proportions comparables par les carrières de Macquenoise (6 meules – 75 km par la route) et celles du nord du Bassin parisien (4 en calcaire à glauconie et nummulites – 60 km depuis les carrières de Vauxrezis ; 1 en Grès de Fosses-Belleu – 110 km par la route ou en remontant l'Oise).

La roche ne s'aventure guère au-delà de la chaîne de collines vers les grands marchés du Bassin parisien pourtant proches. Elle atteint Amiens en bout de course (150 km), disparaît des assemblages sous la boucle de la Somme entre Nesle et Péronne, et rappelons-le, arrive en petites quantités autour de Reims par la voie Bavay – Reims (90 km). Économiquement, les carrières de Macquenoise font donc partie d'un système septentrional correspondant au bassin hydrographique flamand (bassin de l'Escaut notamment).

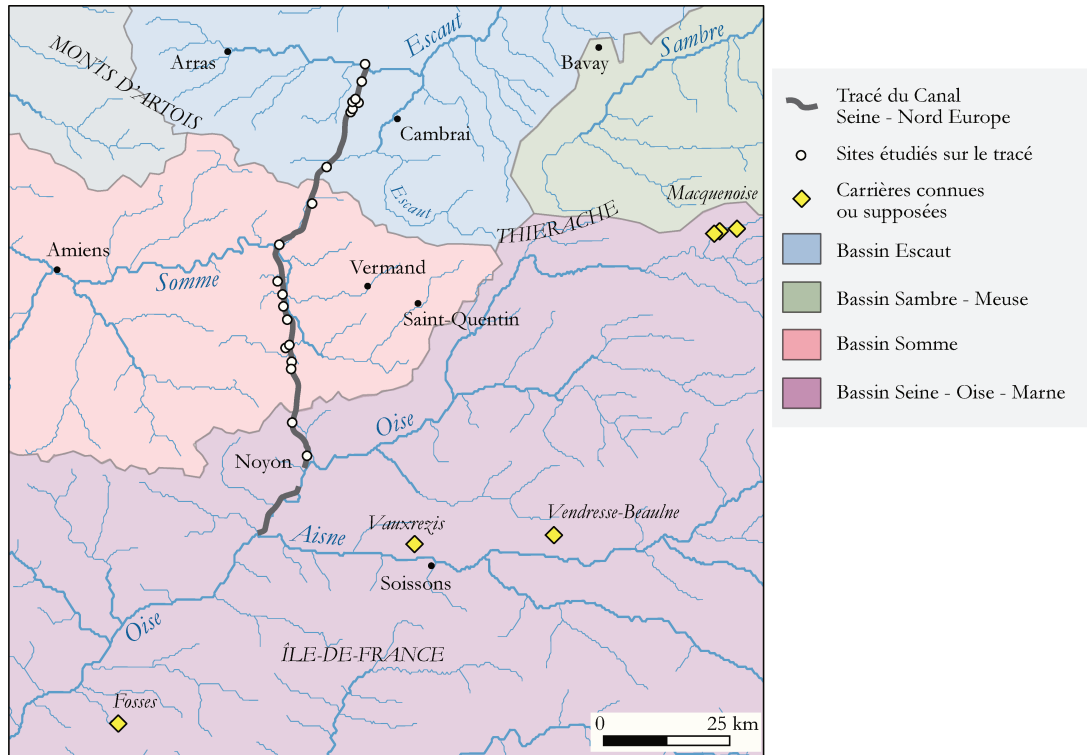


Figure 339 Opérations archéologiques sur le tracé du projet de Canal Seine - Nord Europe créant un grand transect sud-nord. Le canal doit faire communiquer le bassin de la Seine avec celui de l'Escaut en traversant le bassin de la Somme.

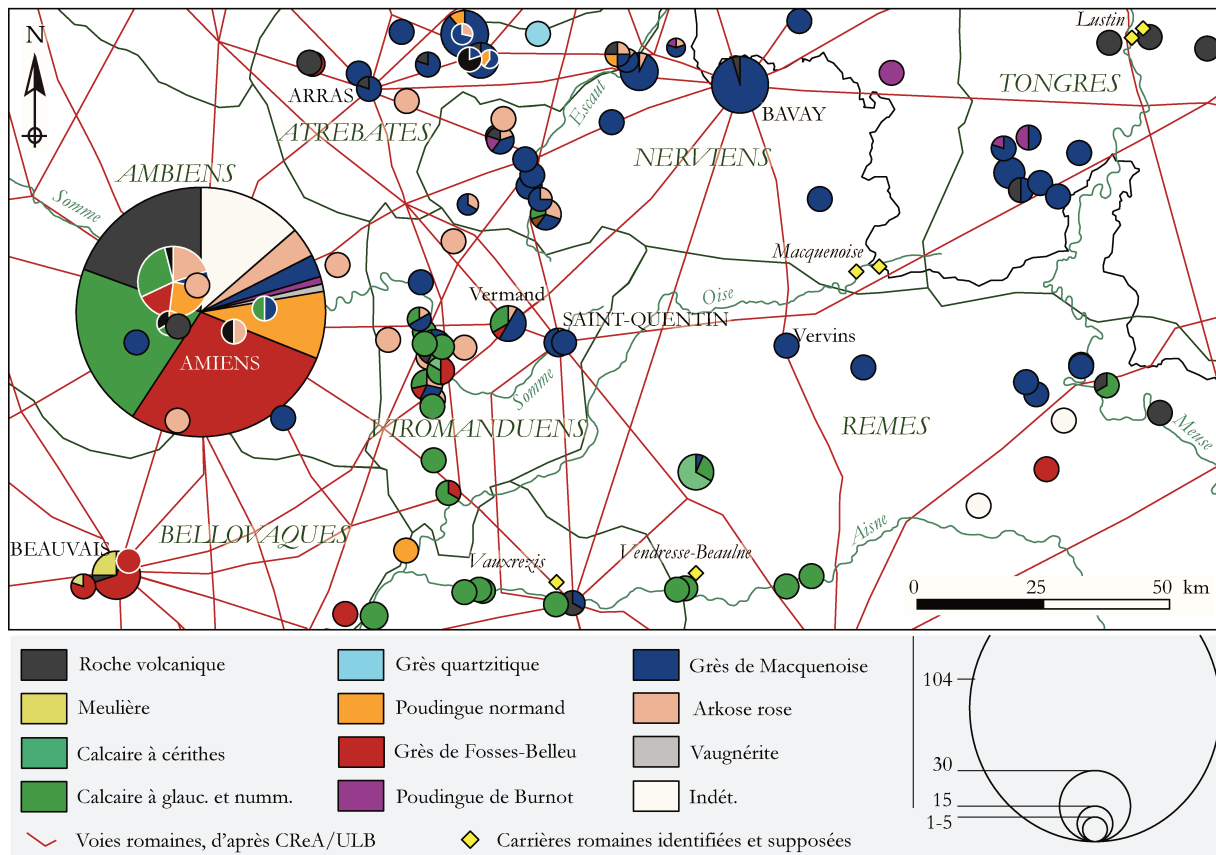


Figure 340 Proportions des roches meulières sur les sites étudiés à la limite entre le Bassin parisien au sud et le bassin flamand au nord, à cheval sur les collines de l'Artois. Barenton-Bugny d'après AUDEBERT, LE QUELLEC 2014 ; Berry-au-Bac, Mercin-et-Vaux, Mussy-Verneuil, Soupir, Variscourt d'après ROBERT, LANDRÉAT 2005 ; Charleville-Mézières, Hauviné, Mazerny, Neuville-les-This, Novy-Chevrières, Saint-Marcel-de-Giraumont, Saint-Pierre-sur-Vence et Ville-sur-Lumes d'après GROUPE MEULE 2013.

Une fois franchis les monts d'Artois, les calcaires lutétiens et le Grès de Fosses-Belleu sont enregistrés dans toute la partie sud du tracé du canal qui doit traverser la vallée de la Somme au niveau de sa boucle et prendre ses eaux dans le cours moyen de l'Oise. L'on accède ici à un système méridional qui regroupe le bassin hydrographique de la Somme et le grand bassin Seine – Oise – Marne. Bien que peu éloigné de Macquenoise, le nord du Bassin parisien est pleinement le territoire des meules en calcaires lutétiens et en Grès de Fosses-Belleu.

La chaîne de collines de l'Artois, également ligne de partage des eaux, constitue donc ici une réelle limite commerciale, mais vraisemblablement pas du fait du coût du franchissement de ses faibles reliefs. Le marché septentrional étant suffisamment important, il faut supposer que les marchands de meules en Grès de Macquenoise ne considèrent pas intéressant de se diriger vers le sud et de traverser une région de confins boisés à faible densité de population. La présence d'ateliers spécialisés dans ce matériau que l'on peut supposer à Bavay crée par ailleurs une facilité de redistribution qui peut encore créer un appel d'air vers le nord et donc limiter la distribution vers le sud.

Ainsi, si les facteurs topographiques et notamment le relief, régissent l'essentiel des échanges en les limitant par le coût, la limite des monts d'Artois montre qu'il existe d'autres paramètres à prendre en compte pour comprendre la diffusion des biens de consommation pondéreux.

13.5.2.5.2 *Manifestations de la concurrence*

De manière très pragmatique, la « barrière » des monts d'Artois deviendrait une limite topographiquement déterminée au moment où l'économie romaine est rationalisée par le nouveau découpage administratif et l'estompement des liens de clientélisme entre peuples gaulois. Il devient alors moins intéressant d'acheminer des meules « picardes » dans l'Artois, et inversement depuis Macquenoise vers les vallées de la Somme et de l'Oise. Au contraire, pour Macquenoise le marché du nord est très demandeur car dépourvu de ressources lithiques exploitables en quantités suffisantes.

Le contour oriental de la distribution du Grès de Macquenoise montre de la même façon une zone de confrontation avec la roche volcanique de l'Eifel entre l'Entre-Sambre-et-Meuse et le Condroz namurois, à hauteur du cours moyen de la Meuse qui n'est pas – ou peu – franchi.

Constater une limite de distribution à une distance aussi faible sur un terrain aussi peu contraignant nécessite ici de faire appel à la notion de concurrence entre les matériaux et entre les centres de production, comme l'a démontré A. Corsiez au sujet de la céramique commune des *pagi* de Gaule Belgique¹³⁴⁴.

Celle-ci s'exerce dans une zone-tampon au-delà de laquelle l'importation d'une marchandise devient, non pas très onéreuse, mais plus qu'une autre. Ce seuil est de 60 à 75 km vers le sud entre Macquenoise et Vauxrezis, et d'environ 120 km vers la Germanie d'où vient la roche volcanique. Cette dernière, très peu dense et donc relativement légère, a parcouru au mieux 70 km sur le Rhin puis 150 km par la route depuis Cologne jusque Täviers.

Vers la Mer du Nord, les distances s'allongent du fait de l'absence de matériau favorable dans les terrains limoneux et argileux quaternaires du bassin flamand. Le Grès de Macquenoise est encore représenté, bien que minoritaire, sur la plaine dunkerquoise. Il y est même majoritaire au I^{er} siècle, période à laquelle le *limes* se stabilise et le réseau de distribution de la roche volcanique est en cours d'installation¹³⁴⁵. À cet endroit, la distance que parcourent les meules en roche volcanique depuis les carrières de l'Eifel devient très importante, mais le moyen de transport employé permet de l'atteindre. La descente du Rhin représente 400 km avec les méandres, et le cabotage suivant la côte ménapienne 150 km supplémentaires (240 km jusqu'à Boulogne). Pour de longs trajets et sans

1344 CORSIEZ 2016

1345 À Bierne, Steene et Pitgam (Nord)

compter le coût des infrastructures, le transport fluvio-maritime est de loin plus intéressant que le transport routier, mais les marchandises sont vite limitées à la seule plaine littorale pour la même raison. Hormis dans le bassin de l'Escaut où les productions de l'Eifel sont bien identifiées, pénétrer l'intérieur des terres nécessite en effet de recourir au transport terrestre¹³⁴⁶. La plaine ménapienne représente donc une nouvelle zone de concurrence entre le Grès de Macquenoise qui atteint l'extrême limite de sa distribution massive à 200 km et la roche volcanique en route vers la Bretagne. Chez les Morins à l'ouest, les reliefs du Boulonnais et la faible densité de son occupation interrompent rapidement la distribution des meules en Grès de Macquenoise, en bout de course, et la roche volcanique occupe l'arrière-pays de Boulogne jusqu'à Théroouanne, conjointement avec le poudingue normand arrivant par la Manche.

Les zones de concurrence, elles-mêmes facteurs de distribution, se déplacent donc selon d'autres facteurs, topographiques (reliefs, obstacles naturels), géologiques (disponibilité des ressources), humains (habitudes commerciales et densité d'occupation des territoires), économiques (capacités d'exploitation et de diffusion). Cependant, cette notion est très éloignée de la notion moderne de concurrence qui voudrait que des marchandises équivalentes viennent s'affronter sur un même terrain en tirant les prix vers le bas jusqu'à leur limite de rentabilité. Il semblerait que ce principe de lutte commerciale soit quasi-inexistant dans la façon de faire commerce chez les Romains¹³⁴⁷. Chaque marchandise se réserve en effet son propre terrain avec des limites placées selon les facteurs évoqués plus haut et propres à chacune, et empiète peu sur les espaces marchands voisins. Seules certaines villes montrent un approvisionnement multiple qui dépasse souvent l'étendue de ces bassins commerciaux. Étant donnée la répartition des meules sur le reste du territoire en dehors de ces villes, nous proposons d'y voir, non pas une concurrence féroce des marchands dans ces seuls espaces urbains, mais simplement les limites atteintes par les négociants attirés par appel d'air par les regroupements de population. Ces négociants sont prêts à parcourir un peu plus de distance en dépassant les limites commerciales habituelles pour approvisionner de grands marchés qui sont loin d'être saturés et où se rencontrent d'autres négociants en contact avec différents ateliers.

13.5.2.5.3 Temps de transport et coût du trajet sur le réseau romain

Afin de comprendre l'orientation des différents circuits et l'emplacement des zones de concurrence, il faut pouvoir évaluer le coût relatif du transport, notamment en termes de temps de trajet. Le modèle numérique d'itinéraires antiques développé par l'Université de Stanford (Californie)¹³⁴⁸ semble relativement fiable car s'appuie sur un grand nombre de références parmi les plus récentes, et applique certains des paramètres essentiels supposés influencer sur les déplacements. Ainsi, la descente du Rhin depuis le port d'Andernach jusqu'à Voorburg est estimée à 7 jours (400 km) et Londres est atteinte après 3 jours supplémentaires en ligne directe (310 km). Avec le même algorithme, la traversée directe de la Mer du Nord sur un navire léger s'avère plus rapide mais le transit par Boulogne en cabotage sur un navire lent (11 jours au total, auxquels il faut ajouter le temps d'escale) apparaît moins coûteux car il offre la possibilité de charger plus de marchandises et de les redistribuer en cours de route. L'on comprend aussi que l'importation de meules en roche volcanique à Bavay soit si peu attestée : après une petite journée de transport fluvial d'Andernach jusqu'à Cologne, la marchandise doit passer plus de vingt jours sur les routes jusqu'à Bavay, ce qui est de loin moins intéressant que de faire venir des meules du massif ardennais (48 km par le réseau secondaire, soit deux

1346 À titre de comparaison, la céramique *Black Burnished* importée du sud de l'Angleterre aux II^e et III^e siècles comme vaisselle de table autant que comme contenant à nourriture, pénètre la côte picarde et normande d'une quinzaine, voire exceptionnellement d'une cinquantaine de kilomètres : DUBOIS *et al.* 2001, p. 64-66.

1347 TCHERNIA 2011, p. 171

1348 Modèle ORBIS : <http://orbis.stanford.edu/> ; explication du modèle dans SCHEIDEL *et al.* 2012.

intenses journées). L'utilisation du modèle ORBIS s'arrête toutefois à ces trajets majeurs puisque les itinéraires secondaires y sont peu développés.

D'autres calculs sont néanmoins réalisables en partant de la même base (tableau 1). À l'ouest, les productions normandes (meules en poudingue) peuvent arriver à Boulogne en un peu plus d'1 jour de cabotage sans compter les escales, puis traverser la Manche jusqu'à Londres en 2 jours supplémentaires (les courants du chenal Manche / Mer du Nord sont pris en considération par l'algorithme d'ORBIS avec un facteur favorisant dans un sens, contraignant dans l'autre). Cette facilité de transport, notamment pour les carrières de Vaucottes situées en bord de mer, mais encore celles de la forêt de La Londe à 8 km d'un méandre de la Seine, expliquent ici encore la présence de la roche outre-Manche.

Pour revenir à l'agglomération de Vermand, le transport routier peut être estimé à 3 jours depuis les carrières de Vauxrezis au sud, 3 à 4 jours depuis Macquenoise à l'est, ce qui est à peu près équivalent. Si l'on retient une vingtaine de kilomètres comme la distance quotidienne parcourue sur route par un chariot sans aucun obstacle (en descendant des contreforts ardennais vers la plaine flamande), le Grès de Macquenoise arrive aussi au plus loin de sa distribution en une dizaine de jours. Cet ordre de temps de trajet représenterait donc la limite de rentabilité du transport des meules, soit 200 km par la route, ou 800 par voie fluvio-maritime.

Analysant l'Édit de Dioclétien, M. Polfer propose différents rapports de coût pour le transport du blé par voie fluviale, maritime et terrestre¹³⁴⁹. Le prix du blé augmenterait de 5 % tous les 100 milles romains (148 km) par voie fluviale en aval, de 52 % par chariot avec une charge de 1200 livres (393 kg), et seulement de 1,3 % par voie maritime. Ce dernier chiffre est délicat à prendre en compte puisqu'il est établi sur la base du transport du blé d'Alexandrie à Rome par de gros porteurs, dans des conditions probablement idéales et très différentes de celles que peut offrir la traversée de la Mer du Nord. D'ailleurs, un trajet aussi court que Boulogne – Douvres demande plus de travail de manutention (chargement/déchargement) que de transport proprement-dit, et ce coût n'est pas abordé par l'Édit de Dioclétien¹³⁵⁰.

Il faut aussi nuancer les chiffres avancés par J.-C. Béal qui calcule un doublement du prix du moulin tous les 110 km¹³⁵¹. Ce rapport est en effet établi d'après le coût absolu du transport (20 deniers par mille pour un chariot lourd dont l'Édit du Maximum voudrait limiter la charge à 1500 livres – 493 kg) rapporté au coût du moulin à traction animale de type « Pompéi » en Italie (1250 à 1500 deniers dans le même texte¹³⁵²). Or, le transport de ce type de moulin est très exceptionnel, d'autant plus dans le nord de la Gaule, et occuperait un chariot à lui tout seul. Nous ne pouvons donc l'appliquer au moulin manuel qui représente l'essentiel du commerce meulier antique et dont l'édit fixe la valeur unitaire à 250 deniers de compte.

La fragilité de cette formule réside dans le poids maximal en charge que peut soutenir un chariot, mais surtout que peut tracter une paire de bœufs. En effet, même si le volume et le poids de la cargaison augmentent, le coût du transport variera probablement peu si elle est tirée par le même couple de bœufs dans la limite de ses capacités ; la vitesse et probablement le temps de travail journalier diminueront, réduisant de fait la distance atteinte. En revanche, le coût évoluera plus nettement si on multiplie les têtes à nourrir pour le même trajet. On ne peut donc appliquer un simple coefficient multiplicateur à l'augmentation du poids du chargement tant sont variables les différents paramètres. Il nous faut donc supposer, à la suite de G. Raepsaet, qu'un charroi de deux bœufs peut transporter une tonne de charge et que ce charroi soit la norme pour le transport com-

1349 POLFER 2001, p. 321-322, fig. 1 et 2

1350 ARNAUD 2005, p. 127

1351 BÉAL 1996, p. 87, note 46

1352 Éd. *Diocl.* XV, 52-55 : ERIM, REYNOLDS 1973, p. 102

Départ	Arrivée	Transport	Distance	Temps de trajet
Andernach	Cologne	Fluvial	65 km	1 jour
Andernach	Voorburg	Fluvial	400 km	7 jours
Voorburg	Londres (direct)	Maritime	310 km	3 jours
Voorburg	Londres (par Boulogne)	Maritime	410 km	4 jours
Voorburg	Douvres (par Boulogne)	Maritime	290 km	3 jours
Voorburg	Boulogne	Maritime	240 km	2 jours
Cologne	Tongres	Routier	110 km	5-6 jours
Macquenoise	Bavay	Routier	48 km	2-3 jours
Macquenoise	Amiens	Routier	140 km	7 jours
Macquenoise	Reims	Routier	95 km	5 jours
Macquenoise	Bierne	Routier	200 km	10 jours
Vaucottes	Boulogne	Maritime	170 km	1-2 jours
Vaucottes	Boulogne	Routier	190 km	9-10 jours
Vaucottes	Douvres (par Boulogne)	Maritime	220 km	2-3 jours
La Londe	Harfleur	Fluvial	100 km	1-2 jours
Harfleur	Boulogne	Maritime	220 km	2-3 jours

Tableau 1 Distance entre les principales zones de départ, de passage ou d'arrivée du commerce meulier entre Gaule du Nord, Germanie et Bretagne. D'après le modèle ORBIS (SCHEIDEL et al. 2012).

mercantile de marchandises pondéreuses en Gaule et en Germanie romaines¹³⁵³. Sur cette base, si le fret comporte 20 moulins manuels en roche volcanique ou 16/17 en Grès de Macquenoise, sa valeur marchande atteint les 5000 deniers dans le premier cas, 4000 à 4250 deniers dans le second. En supposant que le prix du transport avancé par J.-C. Béal d'après l'Édit de Dioclétien soit applicable à un chargement d'une tonne, le prix du moulin ne double qu'au bout de 200 milles (296 km) pour le Grès de Macquenoise, 250 milles (370 km) pour la roche volcanique de l'Eifel, ce qui s'accorde assez bien avec les chiffres avancés par M. Polfer qui s'appuie pourtant sur le chariot de l'Édit du Maximum¹³⁵⁴.

Suivant cette règle, un moulin manuel en Grès de Macquenoise coûterait, en atteignant la plaine dunkerquoise, 68 % plus cher qu'en sortie de carrière, et ce prix n'est jamais dépassé puisque la distribution de cette roche n'excède pas 200 km par la route. De l'Eifel vers l'Angleterre, le prix d'un moulin en roche volcanique augmente déjà d'environ 15 % en atteignant l'embouchure du Rhin ; le passage maritime coûterait ensuite très peu mais il faut y ajouter le temps et les frais de transbordement. L'édit n'apporte pas non plus de données sur le coût de la remontée d'un fleuve comme la Tamise, mais on peut le supposer très proche, en termes de temps, de celui du transport terrestre puisqu'il nécessite un halage humain ou animal dès que le vent et la marée ne sont plus favorables. Comme sur la plaine flamande, cela explique pourquoi les meules d'importation dépassent peu les alentours de Londres en milieu civil. En contexte militaire en revanche, les distances atteintes paraissent économiquement aberrantes si les meules circulent par la route, avec encore plus de

1353 RAEPSAET 2013, p. 200

1354 En tenant compte du fait que tous les types de chariots doivent sillonner le territoire et que chaque roche a une masse volumique différente, les meules peuvent aussi bien embarquer à bord de petits que de grands véhicules en quantités variables, notamment en bout de chaîne pour la redistribution régionale. Nous ne pouvons donc proposer qu'un ordre de grandeur théorique des coûts engendrés par le transport des meules et ainsi expliquer les phénomènes de distribution mis en évidence.

400 km jusqu'au mur d'Hadrien dont les camps livrent des meules de l'Eifel en grande quantité¹³⁵⁵. Le coût est réduit mais reste important si la côte bretonne est longée par l'est jusqu'à l'extrême nord de l'Empire.

Seules les troupes du mur d'Hadrien acquerraient ainsi leur équipement pour plus du double de sa valeur marchande. On peut supposer, pour leur approvisionnement, un système de production et de transport permettant des économies d'échelle, et dont les coûts sont globabilisés dans les dépenses de l'armée. C'est ce à quoi conclut aussi A. Tchernia pour expliquer l'approvisionnement du *limes* de Germanie en céramique de Gaule, en huile de Bétique et en tout autre produit de provenance lointaine : « *la combinaison des approvisionnements commandés et distribués par l'armée avec ceux que les marchands apportaient pour les vendre librement a diminué les coûts de transaction et de transport, élargi le nombre des acheteurs, et favorisé sensiblement les entreprises marchandes* »¹³⁵⁶.

13.5.3 Conclusions sur l'organisation du marché meulier

13.5.3.1 Dynamique du marché meulier

Dans une ville comme dans l'autre, les roches sont majoritairement d'origine régionale (une centaine de kilomètres en moyenne, jusqu'à 200 exceptionnellement), mais un transport lointain de meules en roche volcanique et en poudingue normand est attesté, et ce jusqu'à 800 km pour les premières, vers la Bretagne notamment. Néanmoins, les situations, proportions et circuits de distribution varient parfois fortement d'une ville à l'autre et cela influe sur l'approvisionnement de l'arrière-pays qui en dépend. Comme le remarque A. Tchernia à l'échelle de l'Empire Romain, les situations varient même entre les différents objets de consommation et l'on ne peut établir aucune règle commerciale propre à une *civitas* ou à une province, bien que certains réseaux coïncident parfois : l'exemple rémois montre un circuit identique pour les meules et les matériaux de construction des monuments publics, mais cela n'est dû qu'à une réalité géologique impliquant une grande disponibilité de différents faciès de calcaire qui peuvent répondre à des besoins différents sur les plateaux d'Île-de-France. À l'inverse dans le Bassin méditerranéen, les routes du vin, de l'huile, du poisson salé et de la céramique divergent fortement¹³⁵⁷. On ne peut donc conclure à des réseaux de distribution conjoints.

L'idée d'un système concurrentiel établi dans le cadre d'une économie de marché expliquerait la différence d'orientation des marchandises, céramique de table (commercialisée pour elle-même et non pour son contenu), vin et huile (dans leur contenant), métaux, meules, matériaux de construction, etc. Chaque zone de production a sa propre zone de distribution dépendant autant de la géographie que de facteurs socio-économiques, notamment de la présence d'autres centres de production plus ou moins éloignés. À cela s'ajoute l'influence des négociants et des accords qu'ils peuvent conclure avec une ville, un marché ou un gros client, créant des habitudes commerciales qui impliquent une certaine inertie des réseaux. Certaines entités géographiques apparaissent alors tantôt comme des limites, tantôt comme des liens. Il est dans ce cadre impossible d'établir de règle théorique générale tant sont complexes les réseaux et multiples les conditions qui les régissent.

Nous ne pouvons qu'établir une série de constats qui nous aideront à réfléchir à la solution la plus probable :

1355 PEACOCK 2013, p. 153-154 ; SHAFFREY 2015, p. 59-60

1356 TCHERNIA 2011, p. 140

1357 TCHERNIA 2011, p. 94 et 122-123

- La distribution des produits pondéreux est dépendante de la réalité topographique dans une large mesure. Au-delà de 5 à 6 jours de trajet et quel que soit le moyen de transport employé, l'acheminement des marchandises n'est plus intéressant économiquement. En l'absence de ressources convenables (plaine flamande), ce temps de transport peut être étendu à une dizaine de jours (zone de concurrence entre le Grès de Macquenoise et la roche volcanique de l'Eifel vers la Mer du Nord). Ce même délai d'une dizaine de jours, exceptionnellement dépassé depuis l'Eifel vers le mur d'Hadrien, est également acceptable pour l'approvisionnement de l'armée de Bretagne, créant un appel d'air pour un commerce meulier civil à longue distance. Le rôle de l'armée dans l'approvisionnement du littoral ménapien/morin et de la Bretagne est donc important puisque cette importation massive de produits rhénans provoque l'interruption de l'exploitation de gisements qui ont pu convenir à un moment donné aux besoins en matériel de mouture.

- Les limites administratives sont dépassées par le commerce meulier, ce qui n'est pas surprenant dans le cadre d'une économie de marché, dans un empire dont les frontières internes et externes ne sont pas hermétiquement fermées. La province est en effet une entité purement administrative sur laquelle s'exerce la mission d'un magistrat¹³⁵⁸. Le découpage territorial réalisé au lendemain de la conquête établit l'assiette territoriale du recensement, et donc de la fiscalité. S'il s'appuie dans les grandes lignes sur des aires d'influence préexistantes, il rationalise l'espace en faisant graviter une région, la *civitas*, autour d'un pôle bien desservi par les voies de communication, le *caput civitatis*. Ce pôle doit être accessible depuis tous les points du territoire pour que chacun puisse régler ses litiges judiciaires, acquérir les marchandises qu'il ne produit pas et écouler ses propres productions. En parallèle, rien n'empêche les négociants, moins dépendants du marché local, de s'approvisionner plus ou moins loin, à l'autre bout de l'Empire ou dans les limites de la cité selon la demande pour tel type de bien. Les différentes taxes imposées par l'État à l'intérieur de l'Empire n'étouffent pas la demande tant qu'elles restent raisonnables¹³⁵⁹. Pour le matériel de mouture et les produits pondéreux, le critère de coût du déplacement joue visiblement plus qu'une vague limite de cité ou de province.

- Paradoxalement et malgré le constat précédent, l'arrière-pays connaît globalement le même approvisionnement que les marchés principaux, participant à la définition de bassins économiques dynamisés par un pôle et des centres de redistribution intra-régionaux. C'est cette redistribution intra-régionale que F. Laubenheimer qualifie de « distribution capillaire » dans les campagnes et dont l'image est évocatrice¹³⁶⁰. Si le transport depuis les carrières vers les ports ou les villes concerne le seul produit de ces carrières, le commerce de redistribution peut concerner des cargaisons mixtes. Ainsi, les réseaux sont interconnectés et les produits des bassins voisins pénètrent, même minoritairement, les marchés locaux.

- Des zones de concurrence créent des « anomalies »¹³⁶¹ de distribution avec des produits n'atteignant que de très faibles distances dans une direction et au contraire de grandes distances dans une autre. La localisation de ces zones de concurrence dépend principalement du facteur distance, et donc du temps de transport. Le principe est simple : une marchandise, même d'origine proche, sera plus chère qu'une autre d'origine encore plus proche. C'est le cas au niveau des collines de l'Artois où se rencontrent les productions des carrières de Macquenoise et celles du Bassin pa-

1358 TRANOY 2010, p. 110-111

1359 La *Quadragesima Galliarum* ne représente que 2,5 % de la valeur marchande du bien échangé : FRANCE 2001 ; le tarif de Zarai (Zraïa, Algérie) réfèrent également des taux bas, de 0,3 à 2 %, au passage du *limes* d'Afrique : TROUSSET 2002.

1360 LAUBENHEIMER 2010, p. 53

1361 Sont compris comme des « anomalies » les phénomènes de distribution qui ne sont pas directement liés à la géographie physique (relief).

risien, provenant toutes deux de moins de 100 km. Bien qu'à faible distance, les meules du sud ne dépassent pas (ou peu) la ligne à partir de laquelle elles deviennent plus chères que celles du nord. Le même phénomène est observé au nord le long du littoral de la Mer du Nord, et à l'est le long de la voie Bavay – Cologne où les proportions de Grès de Macquenoise et de roche volcanique croissent et décroissent respectivement en progressant dans l'une ou l'autre direction. Cette concurrence pragmatique témoigne bien de l'existence d'une économie régie par le coût du transport.

- Mais ce facteur n'est pas le seul en jeu et l'on observe d'autres « anomalies ». Certaines villes et leurs bassins commerciaux connaissent un approvisionnement mono-orienté que la géographie seule n'explique pas (existence de positions dominantes). À l'opposée, certains marchés sont totalement ouverts et accueillent des productions extrarégionales dans des quantités proportionnelles à la distance d'approvisionnement. Seul un facteur humain peut expliquer cette hétérogénéité à l'échelle d'une même province. Il faut supposer l'activité de négociants indépendants plus ou moins nombreux qui assurent le lien entre un ou plusieurs marchés et un ou plusieurs centres de production, dans le cadre d'une économie de marché dont les étapes sont divisées.

- Dans ce contexte, les transports sont multimodaux pour le commerce meulier de manière générale, avec des préférences pour chaque matériau selon la topographie du bassin approvisionné. Le Grès de Macquenoise fournit des meules à un arrière-pays essentiellement terrestre et transite en grande majorité par Bavay ; bien que les meules puissent embarquer sur la Sambre avant Bavay, le transport fluvial paraît peu intéressant dans son cas puisque les marchandises atteindraient trop rapidement des zones de concurrence périphériques et délaisseraient un marché intérieur civil très demandeur (Artois, Hainaut, Flandre intérieure). De même, toutes les meules en Grès de Fosses-Belleu n'embarquent pas sur l'Oise à Beaumont-sur-Oise puisque beaucoup se retrouvent à Amiens de l'autre côté de la rivière et ont donc poursuivi leur chemin par la route. Contrairement à ce qui ressort en filigrane de la réflexion d'A. Tchernia¹³⁶², le transport routier n'est donc pas toujours mineur et constitue même parfois le moyen de transport privilégié pour les courts et moyens trajets. Le fleuve ne sera pas forcément emprunté si le choix se présente puisqu'il nécessite deux ruptures de charge : chargement depuis des chariots, et déchargement sur chariots pour redistribution.

- Les roches volcaniques de l'Eifel connaissent au contraire une diffusion fluvio-maritime très large (800 km), pour répondre notamment aux besoins de l'armée dans un premier temps. En Bretagne la diffusion des meules rhénanes par capillarité depuis le cadre militaire vers le milieu civil provoque rapidement après la conquête, dans le courant du I^{er} siècle, la disparition de plusieurs roches meulières régionales (*Hertfordshire Puddingstone*, *Folkestone Greensand*). Ce système d'abord établi artificiellement par une forte augmentation de la demande liée à l'armée, mais permis également par un réseau de communication *ad hoc*, crée un flux de marchandises qui s'apparente rapidement à une « habitude commerciale » que s'octroient des dynasties de marchands entre Germanie et Bretagne romaines. Cet appel d'air s'apparente à celui qui alimente la Germanie en huile de Bétique : les estampilles sur amphores qui en témoignent se retrouvent très peu en cours de route et en Narbonnaise même ; la production dispose de son débouché rhénan et n'en change pas¹³⁶³. Pour la distribution des meules en Bretagne, cette habitude et la disparition de certains concurrents impliquent un maintien des réseaux tout au long de l'époque romaine. La théorie d'une économie répondant à la demande a ici toute sa place¹³⁶⁴, mais inversement, la Bretagne n'aurait pas pu importer ces marchandises rhénanes si l'offre n'avait pas été capable de répondre à cette demande avec

1362 TCHERNIA 2011, p. 126

1363 *Ibid.*, p. 113-124

1364 ANDREAU 1995, p. 954

une production accrue, des stocks suffisants, et des moyens de transport efficaces. Les carrières de l'Eifel et les marchands qui en convoient les productions bénéficient à cet égard des infrastructures et des moyens de l'armée.

- Comme le remarquaient M. Allen et M. Fullford pour la céramique britanno-romaine en Angleterre et autour de la Manche¹³⁶⁵, constat est fait d'une multi-modalité du transport des meules, mais aussi des marchandises pondéreuses de manière générale, ainsi que de directions souvent très différentes empruntées par les divers matériaux. La Meuse par exemple est descendue par le Calcaire de Chèmerly depuis la Lorraine pour la construction de Tongres ou de Maastricht, mais le commerce meulier est interrompu au niveau de son cours moyen qui constitue dans cette zone la limite de distribution routière du Grès de Macquenoise et de la roche volcanique de l'Eifel. Même chose pour le transport de la céramique commune : les mortiers de Quartes/Pont-sur-Sambre (Nord), au sud de Bavay sur la voie Bavay – Reims, circulent vers l'est pour approvisionner le bassin de la Sambre jusqu'à la Meuse et le Rhin¹³⁶⁶ alors que les meules de Macquenoise, dont 5/6 de la production totale traversent la rivière à cet endroit, continuent leur route vers le chef-lieu des Nerviens sans embarquer sur la Sambre. En Picardie, les bols tripodes (et seulement les bols tripodes) produits à Beaumont-sur-Oise sont quasi-absents de la région d'Amiens alors que les meules de Fosses-Bellefontaine doivent transiter par le pont qui enjambe l'Oise à cet endroit pour rejoindre le chef-lieu des Ambiens¹³⁶⁷. À plus longue distance, la céramique britanno-romaine atteint largement les côtes normandes et picardes qu'elle pénètre d'une quinzaine de kilomètres¹³⁶⁸, alors que les meules produites en Bretagne ne sont pas reconnues de ce côté de la Manche. Enfin, les amphores recensées dans le nord de la Gaule ne suivent pas le même trajet les unes les autres, selon qu'elles soient destinées au marché civil ou militaire et selon la nature et l'origine du produit qu'elles contiennent¹³⁶⁹. Le transport de marchandises est bien multimodal et son orientation peut évoluer au cours du temps en fonction des infrastructures publiques disponibles : la date de construction du pont de Beaumont-sur-Oise, par exemple, correspond à l'arrivée des meules en Grès de Fosses-Belleu à Amiens au I^{er} siècle ; sa destruction sonne leur disparition des contextes tardifs.

- Il faut aussi convenir d'une multi-modalité du transport pour un même matériau et pour un même trajet. En effet, quelle que soit la route empruntée, chaque étape est un marché potentiel. Revenons à l'exemple de l'arrière-pays rhénan, entre Meuse et Rhin, presque exclusivement approvisionné depuis l'Eifel. Le long de la voie Cologne – Bavay, la roche volcanique est très majoritaire dans les villes de Jülich, Heerlen, Maastricht et Tongres. Pour Maastricht, un transport fluvial est souvent considéré comme le plus rentable par le Rhin jusqu'à son embouchure puis sur la Meuse en navigation amont après avoir franchi le canal de la *Fossa Corbulonis*. Plusieurs ports de transbordement sont en effet attestés dans la zone des estuaires de l'Escaut, de la Meuse et du Rhin¹³⁷⁰, et ce circuit permet de disséminer les marchandises dans tous les ports traversés. Mais l'accès aux autres villes implique dans tous les cas une rupture de charge et demande un portage routier. Que celui-ci soit effectué depuis Maastricht, depuis Cologne ou directement depuis Mayen, les marchés atteints en cours de route sont différents et constituent tous des débouchés.

1365 ALLEN, FULLFORD 1996, p. 255

1366 TUFFREAU-LIBRE 1980, p. 263-264 ; DELMAIRE *et al.* 1996, p. 355 ; CLOTUCHE 2016, p. 138

1367 MORIZE, VERMEERSCH 1993, p. 27

1368 ALLEN, FULLFORD 1996 ; DUBOIS *et al.* 2001

1369 LAUBENHEIMER, MARLIÈRE 2010, p. 97

1370 RAEPSAET, RAEPSAET-CHARLIER 2013, p. 231 ; KROPFF 2016

13.5.3.2 Le fonctionnement du marché meulier

13.5.3.2.1 Définition d'un modèle économique

Toutes ces observations sur l'économie du commerce meulier tiennent du constat établi suite à l'analyse de nombreuses séries archéologiques, et demandent quelques explications. Tous les indices listés conduisent à nous orienter, pour les étapes de distribution des biens, vers une économie de marché organisée différemment selon les territoires, les acteurs de leur économie, la demande de leurs habitants et les moyens de communication disponibles¹³⁷¹. L'historien J. Andreau défend ardemment ce concept¹³⁷², refusé à l'économie romaine par les historiens dits « primitivistes »¹³⁷³. De ce concept, A. Ferdière ne doute même plus : « *je continuerai ici à exclure d'emblée les activités artisanales proprement liées au fonctionnement et à l'entretien du domaine, de la villa, de son équipement et de son personnel, pour me cantonner aux productions destinées au commerce, dans le cadre de l'économie de marché qui est celle des Gaules du I^{er} siècle avant J.-C. au V^e siècle après J.-C.* »¹³⁷⁴. Car, s'il est vrai que, comme le préconisent les agronomes latins, le domaine rural se doit d'être autosuffisant, les témoins matériels d'activités artisanales et commerciales domaniales se multiplient, témoignant d'un contrôle d'une partie de la production et du transport par les notables gallo-romains qui peuvent chercher à investir et diversifier leurs sources de revenus. D'ailleurs, le droit romain ne différencie pas la propriété du sol de celle du sous-sol et l'exploitation des carrières par leurs propriétaires est tout à fait plausible¹³⁷⁵.

Cependant en ce qui concerne l'étape de production, il faut bien différencier l'artisanat rural, représenté par des ateliers de métallurgie, de potiers ou encore de tuiliers qui peuvent effectivement être installés à l'initiative d'un propriétaire foncier sur son terrain¹³⁷⁶, des gigantesques carrières de meules qui peuvent au moins dans certains cas être assimilées aux mines de minerais ou de sel exploitées à grande échelle dans l'Antiquité. D'ailleurs, et même si le produit extrait ne répond pas aux mêmes besoins, le terme *metalla* sert en latin à désigner les mines autant que les carrières de pierre¹³⁷⁷. Or, la grande synthèse réalisée par C. Domergue sur les mines dans le monde antique montre d'après les textes juridiques latins, que l'essentiel des mines est du ressort de l'autorité publique, le *fiscus*, qui en tire des revenus importants et s'assure le contrôle de ressources stratégiques. C'est aussi le cas des carrières de marbre de Chemtou (Tunisie) qui ont livré plusieurs dédicaces à l'Empereur et aux fonctionnaires des carrières¹³⁷⁸. Sous l'Empire, elles ne sont qu'exceptionnellement entre les mains de (très) riches propriétaires privés, par ailleurs proches du pouvoir impérial ou représentés par l'Empereur lui-même, ce dont témoignent les estampilles relevées sur certains lingots métalliques¹³⁷⁹. D'autres estampilles mentionnent la gestion ou la détention de ces mines par des peuples ou des cités, mais elles sont plus rares encore. Les mines publiques peuvent être administrées en régie directe par le fisc représenté par un procurateur¹³⁸⁰ ou être accordées en concession

1371 CUNLIFFE 1993, p. 13 ; ANDREAU 1995, p. 954

1372 ANDREAU 2010

1373 FINLEY 1965 ; FINLEY, MORRIS 1999

1374 FERDIÈRE 2007, p. 8

1375 DOMERGUE 2008, p. 182

1376 Notamment en Gaule Belgique : villas de Bruyelle (Hainaut) et d'Andilly-en-Bassigny (Haute-Marne) : FERDIÈRE 2007, p. 10-11

1377 DOMERGUE 2008, p. 182

1378 CHAOUALI 2013, p. 308-309

1379 Les estampilles révèlent par exemple que plusieurs mines de plomb et d'argent de (Grande-) Bretagne appartiennent au Prince mais sont gérées par l'administration publique : DOMERGUE 2008, p. 191.

1380 Comme le note C. Domergue, aucun procurateur des mines n'est connu en Hispanie, en Bretagne ni en Germanie pourtant largement exploitées pour leurs métaux. Les situations semblent donc varier d'une province à

sous contrat de bail à ferme à des exploitants privés qui se chargent de leur exploitation contre paiement de redevances¹³⁸¹. Si l'on en croit l'interprétation des estampilles sur lingots, les deux systèmes semblent coexister, notamment en Germanie et en Bretagne.

G. Raepsaet et ses collègues défendent l'idée d'une confiscation des territoires producteurs de Germanie dès la conquête¹³⁸². Les carrières de pierre pourraient être, de la même façon, directement régies par l'État ou exploitées à ferme. La diversité des situations observées dans le monde romain laisse néanmoins envisager une diversité de statuts, voire même des statuts hybrides, pour les carrières de pierre et donc de meules. L'orientation particulière de la distribution des meules de Macquenoise et leur passage presque obligé par le chef-lieu pourraient par exemple traduire un rattachement des carrières à la cité des Nerviens, bien que celle-ci ne soit pas seule approvisionnée. Autre exemple, les changements typologiques et techniques qui touchent les productions de l'Eifel à l'époque de la stabilisation du *limes* peuvent suggérer un transfert du contrôle de la production après la conquête. Ce transfert a pu s'accompagner de l'installation d'artisans venus du sud de la Gaule ou d'Italie et qui auraient introduit l'aménagement du trou d'emmanchement de type méditerranéen (type 6 de la typologie du *Groupe Meule*¹³⁸³). En revanche en Gaule Belgique, la transformation de la forme des meules semble plus progressive entre la deuxième moitié du I^{er} siècle av. et la première moitié du I^{er} siècle ap. J.-C. On peut considérer que la production technique y reste entre les mains des mêmes acteurs locaux, ce qui est particulièrement flagrant en Seine-Maritime où les meules en poudingue normand conservent leur forme laténienne trapue tout au long de l'époque romaine. La fabrication de meules pompéiennes en roche volcanique de l'Eifel, mais aussi en Grès de Fosses-Belleu et en calcaire à glauconie et nummulites révèle toutefois une importante transmission technique qui s'explique très probablement ici aussi par l'arrivée d'artisans italiens dans le nord de la Gaule et en Germanie.

Après l'extraction du matériau, les étapes de transformation et de distribution seraient réparties entre concessionnaires privés. C'est l'objet des recherches dans le sud de la Gaule de S. Longepierre qui, sans pouvoir définir le statut des meulières de Saint-Quentin-la-Poterie (Gard), suppose la répartition des différents fronts de taille entre concessionnaires qui chacun expédient les ébauches de meules dans un établissement rural spécialisé en contrebas¹³⁸⁴. La même organisation est encore constatée dans le massif de l'Eifel où différents fronts de taille s'individualisent¹³⁸⁵. Les ateliers de Mayen et de la villa de Mendig « Im Winkel » témoignent de la finition des meules en dehors des carrières dans des ateliers potentiellement indépendants les uns des autres, et révèlent une division du travail dont l'étape de production pourrait être organisée et contrôlée par l'État (production à très grande échelle) mais confiée par contrat à des professionnels indépendants regroupés en associations et/ou dépendant d'entrepreneurs. La gestion de ces carrières et ateliers par l'armée, souvent évoquée en raison du lien étroit qui existe entre les meules de l'Eifel et les armées de Germanie et de Bretagne, est en revanche écartée par F. Mangartz qui ne relève pas ou très peu de preuves d'une présence militaire à Mayen et dans la région des carrières avant l'Antiquité tardive¹³⁸⁶. Le rôle de l'armée ne serait évident que pour la finition des meules de grand format dans les ateliers d'Andernach où leur embarquement est facilité¹³⁸⁷, mais ne peut être affirmé étant donnée leur forte répartition en milieu civil. À l'inverse, D. Lukas dresse l'inventaire des inscriptions identifiées dans les

Pautre : DOMERGUE 2008, p. 197-198 et 202.

1381 *Ibid.*

1382 RAEPSAET *et al.* 2015

1383 JODRY *et al.* 2011

1384 LONGEPIERRE 2013, p. 351-352

1385 MANGARTZ 2008, p. 91 ; MANGARTZ 2012, p. 14-15

1386 MANGARTZ 2012, p. 10

1387 *Ibid.*, p. 14

carrières de pierre de taille du nord-est de la Gaule et de Rhénanie, et démontre l'importance de la gestion militaire des carrières pour l'exécution des travaux de construction des villes de la région¹³⁸⁸. G. Raepsaet *et alii* rappellent aussi que « rien n'empêche la coexistence, dans un même district minier, d'entrepreneurs privés et du personnel militaire ou civil directement lié au Prince »¹³⁸⁹.

Il paraît clair par conséquent que le concept d'économie de marché n'est synonyme ni de la notion moderne de libéralisme ni de celle de « concurrence libre et non faussée » puisque le pouvoir et l'armée s'assurent des revenus liés à des activités stratégiques. D'ailleurs à ce sujet, J. Andreau rappelle s'il le fallait que ces notions d'économie moderne sont anachroniques : « il est évident qu'il n'existait pas à Rome d'idéologie du libéralisme économique et du dirigisme, si bien que les Empereurs qui passaient à la régie directe n'avaient à aucun degré conscience d'être plus dirigistes que leurs prédécesseurs »¹³⁹⁰. Dans les mines publiques, l'État contrôle d'une part les moyens de production en gérant l'attribution des contrats de fermage à des *conductores*, d'autre part l'activité économique par le prélèvement de l'impôt. La façon dont se déroule cette activité économique ne le regarde plus et les échanges de biens sont laissés à l'initiative de commerçants et d'associations de commerçants.

La lecture par C. Domergue du règlement des mines romaines de Vipasca au Portugal, qui nous est parvenu sur deux tables de bronze, renforce cette idée que « le contrôle de l'État porte sur les conditions de production et sur le respect des procédures fiscales dans les achats et les ventes de puits [de mine]. Il ne porte pas sur les produits »¹³⁹¹.

Nous en arrivons donc aux modalités du commerce des meules que mettent en lumière les anomalies de distribution observées dans certaines villes. Ces anomalies révèlent d'abord une organisation différente du commerce d'une ville à l'autre, et peut-être sans relation avec son statut. Certaines villes connaissent un approvisionnement meulier mono-orienté tout au long de leur occupation antique alors que l'importation depuis d'autres origines ne serait pas économiquement aberrante (Bavay ne fournit aucune meule en calcaire, Arlon aucune en grès vosgien ni ardennais). D'autres marchés sont totalement (Amiens, Rouen) ou partiellement ouverts (Reims). Suite à ce constat, deux explications sont possibles :

- Chaque ville est autonome dans la gestion de son approvisionnement et son rapport aux commerçants. Les sources épigraphiques suggèrent en effet que, bien que protégés par Rome et même regroupés en associations, les commerçants doivent se plier au droit local de la cité¹³⁹². Dans ce cadre, libre à celle-ci de pratiquer un certain protectionnisme et de favoriser les productions régionales en imposant des taxes aux produits d'importation. Cette idée ne résiste toutefois pas aux multiples orientations prises par le commerce des biens de consommations de toutes sortes. Ici encore, les situations sont très variables géographiquement et chronologiquement. La céramique de Reims connaît un schéma d'approvisionnement comparable à celui des meules en ne s'ouvrant vers les productions ardennaises et rhénanes qu'au Bas-Empire¹³⁹³, mais celle d'Arlon est loin d'avoir une origine aussi unique que le matériel de mouture (100 % de roche volcanique !). Comme le signale F. Hanut : « L'agglomération d'Arlon s'inscrit dans ce réseau [le monde romain], on y retrouve des céramiques provenant de toute la moitié occidentale de l'Empire. Ce vicus a joué un rôle centralisateur au sein du territoire trévire, véritable pôle économique, carrefour routier et plaque tournante commerciale »¹³⁹⁴. Arlon n'a donc rien d'une ville protectionniste repliée sur elle-même. À Bavay, bien que

1388 LUKAS 2002

1389 RAEPSAET *et al.* 2015, p. 86

1390 ANDREAU 1989, p. 90

1391 DOMERGUE 1983; DOMERGUE 2008, p. 200

1392 VAN ANDRINGA 1998, p. 172

1393 FLORENT, DERU 2012

1394 HANUT 2010a, p. 69

les productions locales et régionales soient très représentées, dans la nécropole de la « Fache des Près Aulnoys » notamment, la ville n'est pas non plus fermée aux autres ateliers extrarégionaux, notamment champenois (assiettes et coupes)¹³⁹⁵.

- La gamme proposée sur un marché dépendrait alors du ou des commerçants actifs dans la ville et qui entretiennent un réseau d'acquisition/redistribution. Chacun serait spécialisé dans l'écoulement des productions d'une carrière, d'un atelier ou dans les marchandises stockées dans un même port d'embarquement. Dans les villes « à position dominante », un seul marchand ou groupe de marchands assurerait la gestion de la liaison régulière entre ce point de départ et le marché principal, voire vers les marchés secondaires. Ponctuellement d'autres marchandises peuvent atteindre ce marché par une diffusion aléatoire de « fond de chariot ».

Les marchés *a priori* « ouverts » accueilleraient, eux, plusieurs négociants, chacun entretenant un lien avec un point de départ spécifique et se chargeant de l'acheminement de ses productions. Un même grand négociant pourrait même gérer plusieurs réseaux au départ de plusieurs carrières. Suivant ce modèle, les différentes villes ne sont pas opposées les unes aux autres entre villes protectionnistes et villes libérales, mais sont simplement plus ou moins marquées par l'influence de négociants plus ou moins spécialisés.

13.5.3.2.2 Les acteurs du commerce meulier

Il faut reconnaître à ce niveau le rôle structurant de la ville dans l'économie, ville qui n'est pas qu'un centre de consommation « parasitant » l'économie rurale comme cela a longtemps été défendu et aujourd'hui rejeté¹³⁹⁶. C'est au contraire un nœud, un centre de redistribution des marchandises dont dépendent l'organisation et la consommation de tout le bassin économique qui lui est lié dans un réseau hiérarchisé. C'est aussi souvent le siège des collèges de commerçants et d'artisans¹³⁹⁷, celui des décisions économiques qui concernent la ville comme la campagne, et le lieu centralisateur des capitaux nécessaires à l'investissement et issus de cet investissement, notamment dans le domaine de la production artisanale à grande échelle, qu'elle soit publique ou privée.

*« Les études récentes sur le grand commerce et la haute banque tendent à montrer que ceux-ci étaient contrôlés par la haute aristocratie romaine par l'intermédiaire de ses clients et affranchis : à l'exercice des fonctions politiques, à la gestion de ses terres, elle joignait tout naturellement les profits du commerce. Sa fortune présentait donc une composante commerciale essentielle mais peu voyante car exercée à travers une catégorie sociale méprisée. Pourquoi n'en aurait-il pas été de même pour l'aristocratie provinciale ? »*¹³⁹⁸

Il faut pour cela dépasser le mépris de classe qu'ont, d'après les idées véhiculées par les auteurs qui en font partie, les élites pour l'artisanat, le commerce et leurs acteurs¹³⁹⁹. La récente réinterprétation de certaines stèles et monuments funéraires suffit à écarter cette idée pourtant bien ancrée d'un mépris généralisé envers le *negotium*. Comme l'avancent A. Ferdière et J.-C. Béal, les sources épigraphiques représentant ou mentionnant des outils, des activités artisanales et commerciales ne feraient pas référence, ou pas toujours, à l'artisan ou au commerçant lui-même mais à l'investisseur qui consacre ses fonds à telle activité. Béal réétudie le cas du célèbre monument d'Igel près de Trèves, installé sur un point de passage obligé, une zone de confluence sur la Moselle et possible point de franchissement de la rivière entre Arlon et Trèves :

« À une huitaine de kilomètres à l'ouest de Trèves, à Igel, le célèbre Pilier des Secundinii (ESP. 5268)

1395 LORIDANT, DERU 2009, p. 95-96

1396 ANDREAU 1995, p. 955 ; LEVEAU, GOUDINEAU 1983

1397 DONDIN-PAYRE, TRAN 2012, p. 11 ; VERBOVEN 2012, p. 13

1398 LEVEAU, GOUDINEAU 1983, p. 280

1399 FERDIÈRE 2001, p. 7

est le plus souvent considéré comme le monument funéraire d'une famille de riches drapiers de Trèves, possesseurs d'un domaine rural. Selon nous, il faut plutôt voir en eux des investisseurs multiples, dont les revenus proviennent de la vente de textile évidemment, de la banque peut-être, et du transport par eau et par terre : en témoignent les représentations de barques halées, d'un chariot chargé de ballots de marchandises indéterminées, et d'ânes bâtés franchissant une montagne. Ils sont par ailleurs des propriétaires terriens, dont P. Veyne a montré qu'ils recevaient l'hommage de leurs fermiers »¹⁴⁰⁰. L'auteur appuie son discours sur les exemples de Gélignieux (Ain), d'Anse (Rhône) et de Cabrières (Gard) qui suggèrent la spécialisation des transporteurs dans les marchandises pondéreuses, vin et pierre, alors que l'inscription de Colomzelle (Drôme) évoque le transport de cargaisons mixtes¹⁴⁰¹.

« Dans tous ces cas, l'activité de transporteur fournit l'un de ses revenus à un investisseur multiple, propriétaire domanial et transporteur entre autres : c'est bien à tort, selon nous, qu'on a voulu cantonner le propriétaire du mausolée d'Igel dans la seule activité textile »¹⁴⁰².

L'implication de notables gallo-romains dans le commerce et l'artisanat, parfois sur leurs propres terres, serait donc sensible voire essentielle. C'est ce que semble encore suggérer la place de la grande villa de Mendig « Im Winkel » (Rhénanie-Palatinat), qui évolue en *burgus* à la fin de l'Antiquité et qui produit des meules du II^e au V^e siècle¹⁴⁰³. Dépendant de ces patrons, des esclaves ou affranchis peuvent s'occuper de diriger la production.

Dans un second temps, des commerçants propriétaires ou non de leur véhicule, des entrepreneurs, des sociétés de transport spécialisées ou non, assurent la distribution des biens au départ des ateliers¹⁴⁰⁴. L'existence de sociétés à au moins deux niveaux de responsabilité est par exemple attestée par une inscription de Colijnsplaat (Zélande) qui révèle un lien de dépendance entre un commerçant et son patron¹⁴⁰⁵. Par ailleurs, il faut bien distinguer les commerçants, chargés de l'acheminement et de la commercialisation de leur marchandise, des transporteurs propriétaires de leur moyen de transport ou travaillant pour des « sociétés de transport ». En effet, l'épigraphie montre que les inscriptions de Dombourg et Colijnsplaat sont dédiées à *Nehalennia* par des personnages d'origines aussi diverses que Rouen, Besançon, Nimègue, Trèves, Cologne, la cité des Séquanais et celle des Rauraques¹⁴⁰⁶. Or, un ou plusieurs transbordements, voire des épisodes de portage terrestre sont nécessaires pour parvenir à l'embouchure de l'Escaut puis traverser la Mer du Nord depuis ces localités. Si les commerçants, identifiés sur les autels par leur nom et/ou la marchandise qu'ils proposent, suivent leur cargaison d'un bout à l'autre du trajet, les transporteurs marins, fluviaux et routiers ne peuvent être les mêmes en raison de la spécialisation que requiert chacun des modes de transport qui interviennent.

Ainsi se relaient des transporteurs de marchandises multiples le long des routes et des bassins fluviaux, mais aussi des commerçants spécialisés. À *Mogontiacum* (Mayence), les *cives Romani* (citoyens romains expatriés dans les cités étrangères et regroupés en associations) précisent leur spécialité : *negotiatores manticulari* (négociants en bourses de cuir)¹⁴⁰⁷. De même, les inscriptions de Dombourg et Colijnsplaat sont offertes par des négociants en céramique fine, en vin, en poisson et en sel qui remercient la divinité de leur avoir assuré sa protection pour leur trajet depuis la Bretagne¹⁴⁰⁸.

Les collègues au sein desquels se regroupent ces individus sont hiérarchisés, jouent un rôle social, reli-

1400 BÉAL 2006, p. 2-4

1401 *Ibid.*, p. 14-17

1402 *Ibid.*, p. 17

1403 WENZEL 2012

1404 VAN ANDRINGA 2003, p. 53

1405 RAEPSAET-CHARLIER 2003, p. 294

1406 HASSAL 1978, p. 44 ; RAEPSAET-CHARLIER 2003, p. 295

1407 AE 1920, 54 ; CIL XIII, 6797 et 7222 (?), d'après VAN ANDRINGA 2003, p. 53

1408 HASSAL 1978, p. 42-45 ; MILNE 1990, p. 83 ; KROPPF 2016

gieux, économique et politique, et reproduisent l'organisation de la cité en nommant des magistrats à leur tête. Ces représentants sont eux-mêmes incarnés par des figures de l'élite économique, sociale et politique de la cité¹⁴⁰⁹. Il semble même que « *ces associations professionnelles jouaient un rôle dans la formation des artisans, imposaient des accords de prix, négociaient les salaires, défendaient les intérêts de leurs membres, les soutenaient financièrement et percevaient des taxes pour le gouvernement* »¹⁴¹⁰. Ce type de regroupement de commerçants et de transporteurs au sein d'associations est attesté jusque dans le nord de la Gaule : un collège de commerçants est par exemple connu par une dédicace dans le sanctuaire du Héracle (Moselle). Et comme ailleurs dans le monde romain, les transporteurs fluviaux de la Moselle sont rassemblés au sein d'un collège des nautes¹⁴¹¹. Une inscription dédiée à Viradecdis dans le *castellum* de *Fectio* (Vechten, Utrecht) révèle même la présence, sur le *Kromme Rijn*, de nautes tongres qui effectuent probablement les transports entre Meuse et Rhin¹⁴¹².

Malgré le silence des sources sur les activités meulières, il y a peu de chance que la production, la finition, le transport et la commercialisation des meules échappent à cette organisation de la vie économique du monde romain. Les hommes qui ont transporté ou fait transporter des meules, qu'ils soient spécialisés ou non dans ce type de marchandises, devaient donc être soumis à ce mode de fonctionnement mis en évidence par les historiens et les épigraphistes. En revanche, ce silence des « négociants en meules » dans l'épigraphie pourrait confirmer que les meules voyageaient essentiellement au sein de cargaisons mixtes. Dépendant d'individus et de groupes d'individus qui négocient avec l'autorité publique locale, les situations commerciales perçues à travers la distribution des meules sont donc potentiellement aussi diverses que le sont les carrières de pierre, les cités, les territoires et les réseaux d'échanges qui les relient.

De manière plus ponctuelle, ce fonctionnement du marché meulier explique pourquoi les meules de type « Pompéi » sont en usage dans certaines villes et non dans d'autres (aucune n'a encore été retrouvée à Bavay, à Tongres ou à Arras). Leur importation depuis l'Italie ou le Massif Central, ou encore leur commande auprès des ateliers régionaux, relèverait de l'initiative personnelle d'un notable désireux d'investir en ville dans des équipements alimentaires « à la romaine ». L'étude par N. Monteix des inscriptions peintes sur les meules de Pompéi met bien en évidence cet investissement des notables dans la boulangerie (famille des *Caii Iulii*), activité lucrative dont ils attendent des bénéfices¹⁴¹³. C'est aussi ce que suggère la relecture par C. Béal d'une stèle découverte à Metz en 1974 (Musée d'Art et d'Histoire de Metz, n° 131. Inv. 75.38.55)¹⁴¹⁴. Les différentes scènes figurées montrent la variété des activités dans lesquelles aurai(en)t investi le(s) défunt(s) : exploitation et transport du bois, et meunerie artisanale. Dans l'état actuel des corpus meuliers, aucun investisseur n'aurait désiré installer une boulangerie à la romaine dans la ville de Bavay alors qu'à Amiens plusieurs moulins pompéiens ont été commandés auprès de fabricants de meules en Grès de Fosses-Belleu, potentiellement ceux des carrières de Fosses/Bellefontaine (Val-d'Oise).

Ainsi, « *le monde romain était devenu un immense marché et la Gaule y avait plus que sa part*¹⁴¹⁵ ».

1409 VERBOVEN 2012, p. 18

1410 *Ibid.*, p. 17

1411 DEMOUGIN 2012, p. 158

1412 RAEPSAET 2013, p. 201

1413 MONTEIX 2014, p. 269

1414 BÉAL 1996

1415 ROMAN 2009, p. 264

13.6 Haut Moyen Âge

13.6.1 *Choix des roches*

En embrassant l'ensemble du haut Moyen Âge après la lacune documentaire des V^e-VI^e siècles, deux constats s'imposent. D'abord le reliquat de fragments de meules romaines est important sur les sites alto-médiévaux. Sur certains sites comme l'établissement agro-pastoral d'Hermies (Pas-de-Calais), les meules gallo-romaines, souvent réemployées, sont plus nombreuses dans les structures mérovingiennes que celles de cette période. Une fois identifiées et éliminées ces pièces intrusives, les roches vacuolaires, meulière d'un côté, roche volcanique de l'autre, viennent à occuper l'essentiel de l'espace de la production meulière entre Seine et Rhin. Dans les deux cas, le choix est fait d'un matériau efficace grâce à une texture vacuolaire très développée (la meulière comprend parfois plus de vide que de matière) et à une résistance accrue (matrice finement grenue).

Mais ce schéma s'établit surtout à partir du VIII^e siècle. En entrant dans le détail de micro-régions et en rassemblant des données rares et dispersées, certaines subtilités apparaissent et mettent en lumière des progressions moins linéaires que présumé (fig. 341). Ainsi, si les premières meules en meulière descendent la Seine dès l'époque mérovingienne¹⁴¹⁶, celles en roche volcanique n'apparaissent à longue distance qu'à la fin du VII^e voire au VIII^e siècle avec l'annexion de la Frise à l'« Empire franc »¹⁴¹⁷. Avant que la distribution de ces productions ne reprenne et outre passe la place qu'elle occupait durant l'Antiquité, d'autres roches sont exploitées plus ou moins ponctuellement et avec plus ou moins d'investissement technique pour répondre à des besoins micro-régionaux dans des zones mal maîtrisées par le pouvoir et encore peu atteintes par le grand commerce.

Dans le massif ardennais, les grès conglomératiques du Lochkovien restent employés pour la confection de meules rotatives mais l'affleurement choisi n'est plus le même qu'à l'époque romaine. Les carrières de Macquenoise, à l'ouest du massif de Rocroi, sont abandonnées à la fin du IV^e ou au début du V^e siècle ; celles du pourtour sud-est du massif de Stavelot, 150 km à l'est, produisent au plus tôt à l'époque mérovingienne d'après la pièce découverte à Maastricht¹⁴¹⁸. On ne peut parler d'un réel transfert de carrières, comprenant personnel, matériel et instances dirigeantes, puisque l'on ne sait exactement à quel moment ni dans quelles conditions se déroule ce basculement. La proximité avec les centres de consommation de Maastricht et Aix-la-Chapelle provoque peut-être ce déplacement, ce qui placerait les critères de disponibilité et d'accessibilité en bonne position pour le choix des gisements, conjointement avec une efficacité et une durabilité déjà reconnus auparavant pour ce matériau. En effet, le choix se porte sur une roche, outre géologiquement contemporaine, physiquement similaire à celle de Macquenoise. À la différence des roches vacuolaires précédentes, le grès employé ici est presque massif, très résistant mais très dense et lourd. Sa forte cohésion implique un rapide polissage des surfaces actives, régulièrement compensé par un rayonnage dans l'Antiquité, un piquage à coups perdus au haut Moyen Âge. Il semblerait donc que ces gisements soient consciemment recherchés, ce que suggère encore l'exploitation des bancs rocheux sur plusieurs sites répartis « en chapelet » le long de l'affleurement lochkovien.

1416 Val-de-Reuil (Eure) sur la Seine, mais aussi à Saint-Riquier-ès-Plains (Seine-Maritime) au bord de la Manche.

1417 Notamment sur le Rhin à Beugen, Hummelo et Katwijk (Pays-Bas), mais aussi sur les bords de la Mer du Nord à Steene, Bierne (Nord), Marck et Saint-Folquin (Pas-de-Calais).

1418 La dernière meule romaine connue en Grès de Macquenoise provient des casernes théodosiennes de la « rue Baudimont » à Arras (meule n° 1324). La première meule alto-médiévale faite d'un grès conglomératique comparable est issue d'un contexte mérovingien dans la ville de Maastricht (meule n° 404).

Figure 341 Proportions des roches meulières sur chaque site du haut Moyen Âge. Audun-le-Tiche d'après ROHMER et al. 2016 ; Belle-Église d'après LORQUET 1994 ; Beugen d'après BLOM, VAN DER VELDE 2015 ; Condé-sur-Aisne d'après ROBERT, LANDRÉAT 2005 ; Dieulouard d'après GUCKER, GALLAND 2016 ; Dombourg d'après UFKES 2011 ; Dorestad d'après KARS 1980 ; Houten d'après VAN DER VELDE 2001 ; Hummelo d'après VAN DER VELDE 2015 ; Katwijk d'après VAN DER VELDE 2008 ; Kerpen, Mayen et Xanten d'après HÖRTER 1994 ; Montcy-Notre-Dame d'après GALLAND, JACCOTTEY 2016 ; Oost-Souburg d'après VAN HEERINGEN et al. 1995 ; Prény d'après GALLAND et al. 2016 ; Tongres d'après HARTOCH et al. 2015.

Dans l'Artois et le Hainaut (sites de Ruitz¹⁴¹⁹, Howardries¹⁴²⁰ et Saint-Symphorien¹⁴²¹), un matériau de qualité comparable, de texture granulaire à forte cohésion, est de nouveau utilisé pour la taille de meules manuelles à l'époque mérovingienne après avoir été abandonné pendant l'Antiquité. Il s'agit du grès quartzitique tertiaire dit « landénien », ponctuellement exploité pour répondre à des besoins probablement locaux. En témoigne le faible investissement technique mis en œuvre dans le façonnage des meules (voir § 11.1.1). Ici, l'accessibilité du matériau l'emporte sur son efficacité, mais il est abandonné au cours de l'époque carolingienne au profit des deux roches dominantes, meulière et roche volcanique. Et ceci probablement pour les mêmes raisons qu'au début de l'époque romaine : les gisements sont dispersés et la ressource très aléatoirement répartie selon le degré de cimentation des sables tertiaires, ce qui empêche d'envisager une exploitation à grande échelle. Cette répartition du matériau dans l'espace est plutôt favorable à une extraction de matériaux de construction au niveau local.

1419 Ruitz (Pas-de-Calais) « les Champs vers Ruitz » (fouille S. Leroy) : meules n° 1594 et 1595

1420 Howardries (Prov. Hainaut) « le Planti » (prospections P. Soleil) : meules n° 219 et 220

1421 Saint-Symphorien (Prov. Hainaut) « Champs Elisées » : meule n° 286

Au nord du Bassin parisien, le calcaire à glauconie et nummulites du Lutétien est encore ponctuellement employé pour la confection de meules manuelles jusqu'aux VIII^e-IX^e siècles¹⁴²², tout comme le calcaire glauconieux probablement ramassé dans les coteaux de l'embouchure de la Seine aux alentours d'Harfleur¹⁴²³. D'autres calcaires coquilliers dont l'origine est inconnue sont relevés très ponctuellement : 1 catillus manuel du VIII^e siècle à Fontaine-Notre-Dame (Nord)¹⁴²⁴ et 1 autre largement assigné au haut Moyen Âge à Val-de-Reuil (Eure)¹⁴²⁵.

Dans le Cambrésis, une arkose moyenne d'origine inconnue fait une apparition fugace dans la première moitié du VII^e siècle (site d'Hermies¹⁴²⁶), pour le façonnage d'un moulin manuel de bonne facture. On en retrouve 1 fragment peu identifiable dans le « Château des Fées » à Montcy-Notre-Dame (Ardennes) aux X^e-XI^e siècles, mais la roche n'a pas été décrite par les auteurs de l'étude¹⁴²⁷.

Quand une datation peut leur être assignée, ces pièces sont mérovingiennes ; seule celle de Montcy-Notre-Dame est présente en contexte carolingien tardif mais peut être en position résiduelle. Après le VIII^e voire parfois le IX^e siècle ne subsistent que les deux matériaux principaux parmi les contextes les plus fiables, meulière et roche volcanique, tant pour les meules manuelles qu'à entraînement central.

Les premiers siècles du haut Moyen Âge voient donc, outre le début de l'expansion de la meulière dans le bassin de la Seine, un certain repli sur soi dans les zones les plus éloignées, provoquant l'exploitation ponctuelle de roches localement disponibles et leur mise en forme sommaire pour simplement répondre à des besoins somme toute élémentaires. L'exemple des grès quartzitiques est éloquent puisque leur utilisation intervient sur une ligne Artois/Hainaut qui représente, à l'époque carolingienne, la zone de « confins commerciaux » entre la distribution des meules du Bassin parisien et celles de l'Eifel. Ce schéma qui oppose encore Bassin parisien et bassin rhéno-flamand, Neustrie et Austrasie, restera en place tout au long du Moyen Âge et de l'époque moderne puisqu'autour de Lille sous l'Ancien Régime, le choix est offert aux meuniers d'acquérir des meules noires de l'Eifel ou des meules blanches briardes¹⁴²⁸. Au sud, dans le Bassin parisien et sur les côtes de la Manche ne sont transportées que des meules blanches¹⁴²⁹, à l'est que des meules noires¹⁴³⁰.

Les productions ardennaises restent largement méconnues puisqu'en dehors du catillus manuel mérovingien de Maastricht et du grand catillus de la Basilique de Tongres réemployé au XIII^e siècle, aucune pièce n'est connue en contexte archéologique. Pourtant les ébauches de meules dispersées dans les bois de Haute Ardenne entre Salmchâteau (Prov. de Luxembourg) et Recht (Prov. de Liège) attestent leur manufacture entre le haut Moyen Âge et l'époque moderne (voir § 6.14.4.2). La poursuite de la production est difficile à expliquer économiquement étant donnée la proximité des grandes carrières de l'Eifel. On peut supposer un besoin micro-régional représenté par les nombreux cours d'eau qui parcourent le massif ardennais et sur lesquels peuvent être installés des moulins hydrauliques, auquel s'ajoute une difficulté d'accès aux hauteurs ardennaises par les productions de l'Eifel qui semblent plutôt circuler par voies fluviales. Cependant, leur changement radical de morphologie au cours du Moyen Âge, passant d'un « couvercle » à bourrelet péri-oculaire à un parfait cylindre, pourrait impliquer un changement de destination technique en raison, justement,

1422 Bourlon (Pas-de-Calais) « Vallée de Marquion » (fouille T. Marcy) : meule n° 1340 ; Condé-sur-Aisne (Aisne) « la Maissonnette » : ROBERT, LANDRÉAT 2005, p. 113

1423 Harfleur (Seine-Maritime) « ZAC des Coteaux » (diagnostic P. Calderoni) : meule n° 1733

1424 Fontaine-Notre-Dame (Nord) « Petit Fontaine » (fouille D. Gaillard) : meule n° 778

1425 Val-de-Reuil (Eure) « Chemin aux Errants » (fouille Y.-M. Adrian) : meule n° 138

1426 Hermies (Pas-de-Calais) « la Plaine de Neuville » (fouille T. Marcy) : meules n° 1524 et 1525

1427 GALLAND, JACCOTTEY 2016 ; MINVIELLE-LAROUSSE *et al.* 2017, p. 100

1428 BRUGGEMAN 2003, p. 213

1429 BELMONT 2003

1430 HÖRTER 2003

de la proximité de l'Eifel, mais aussi de besoins micro-régionaux. Ces meules pourraient alors être mises en rotation verticalement, sur la tranche, pour le broyage de matériaux solides. Le concassage de minerai dans cette région aurifère a déjà été proposé¹⁴³¹, mais il faut peut-être regarder du côté des écorces de chêne nécessaires à l'obtention du tan pour le tannage des peaux¹⁴³². La région boisée ardennaise est en effet connue pour sa production de tan et de cuir à l'époque moderne et jusqu'au XX^e siècle¹⁴³³. Ainsi, tout reste à faire sur l'industrie meulière médiévale et moderne dans les Ardennes.

13.6.2 VIII^e – X^e siècles : le grand commerce et le rôle des emporia

13.6.2.1 Des plaques tournantes du commerce et portes d'entrée de l'Empire

Cette dichotomie entre grandes productions et productions locales ou micro-régionales laisse progressivement place à partir de la fin du VII^e siècle à un double monopole occupé par les carrières de l'Eifel sur le Rhin et celles des plateaux du Bassin parisien, entre lesquelles s'intercalent toujours les ateliers ardennais dont nous percevons mal la portée.

Le système productif et commercial de la meulière est difficile à cerner puisque les carrières, aujourd'hui obliées par les exploitations plus récentes, sont potentiellement nombreuses et dispersées entre les plateaux de Brie à l'est et ceux de l'Eure à l'ouest ; leur dispersion à travers tout le bassin hydrographique de la Seine jusqu'à la Manche n'est donc pas surprenante. Et l'idée d'un district meulier unique dispersant largement ses productions est également plausible étant donnée l'étendue de l'aire commerciale atteinte par les meules de l'Eifel au nord et à l'est. La meulière est ainsi retrouvée de Montreuil-sur-Mer (Pas-de-Calais) dans l'arrière-pays de l'*emporium* de Quentovic sur la Canche, jusqu'à l'embouchure de la Seine et au-delà vers l'ouest ; elle n'atteint ensuite que très faiblement la Loire-Atlantique au haut Moyen Âge¹⁴³⁴. Les données manquent cruellement pour ces périodes des « *Dark Ages* » et rien ne nous dit si la meulière se retrouve de l'autre côté de la Manche. Les fouilles de Rouen fournissent de la meulière (1 pièce) au IX^e ou au X^e siècle, mais c'est le site rural du « Chemin aux Errants » à Val-de-Reuil, situé en amont sur la Seine, qui en livre la plus belle série, avec 8 meules sur 9 datées du VII^e au IX^e siècle.

À Quentovic même (actuellement La Calotterie, Pas-de-Calais), aucune meule n'est encore attestée en contexte archéologique ; seuls 4 fragments de roche volcanique sans surface identifiable ont été ramassés à l'occasion des fouilles des parcelles « Chelbi » et « Siriez » en 2007¹⁴³⁵ et contrastent avec la meule en meulière de Montreuil. Malgré la présence de ces fragments qui confèrent à Quentovic une position intermédiaire entre Manche et Mer du Nord, on pourrait y supposer, étant donnée la répartition des meules en Neustrie, un approvisionnement majoritairement originaire du Bassin parisien, ce que suggérerait aussi le rôle important que jouent les élites neustriennes dans le développement de l'*emporium*¹⁴³⁶. C'est aussi là qu'est installée l'une des trois douanes maritimes neustriennes, avec Rouen et Amiens, signe d'un certain contrôle du commerce, au moins financier, par le pouvoir¹⁴³⁷. Droits de douane dont sont par exemple exemptés par Charlemagne les négociants de Saint-Germain-des-Près, témoignant d'un « protectionnisme » économique au détriment des marchands étrangers¹⁴³⁸. Le *vicus* frappe monnaie et entretient des liens administratifs et

1431 GRAILET 2003

1432 HALASZ-CSIBA 2001, p. 156 ; AZÉMA 2004

1433 DUBRU, JEHENSON 1999

1434 NAULEAU 2012, p. 246-249

1435 Étude P. Picavet dans ROUTHIER (rapport en cours)

1436 LE JAN 2010, p. 216

1437 LEBECQ 1989, p. 412 et 417

1438 *Ibid.*, p. 417 et 428

économiques étroits avec Rouen et la basse vallée de la Seine. À partir des deux estuaires de la Seine et de la Canche, le commerce avec le sud et l'est de l'Angleterre est important, notamment pour l'exportation du vin et de la céramique¹⁴³⁹ ; c'est même l'une des raisons d'être des *emporia* fluvio-maritimes. Cependant, si l'activité de marchands frisons est attestée à la foire de Saint-Denis au VIII^e siècle¹⁴⁴⁰, aucune meule en roche volcanique de l'Eifel n'est reconnue dans tout le bassin Seine – Oise – Marne.

À l'est, celles-ci sont surtout attestées en aval du Rhin mais leur absence apparente en amont ne reflète que l'indigence des recherches sur le début de la période médiévale. Vers les bouches du fleuve, elles sont distribuées en grandes quantités dès le VIII^e siècle alors que sont annexés par les Austrasiens la frange frisonne et son principal *emporium*, Dorestad (Utrecht). Elles atteignent assez soudainement de très grandes distances au-

tour du bassin méridional de la Mer du Nord. Pour les historiens, le rôle des Frisons dans le commerce fluvio-maritime est fondamental et justifie les mentions de « Mer frisonne » servant à désigner la Mer du Nord dans certains textes, tant côté franc que côté anglo-saxon¹⁴⁴¹. Les carrières de l'Eifel semblent donc largement profiter de l'influence des marchands frisons pour ouvrir un nouveau débouché à longue distance. La carte de répartition dressée par J. Parkhouse dans les années 1990, bien que limitée par les données disponibles avant l'essor de l'archéologie préventive, montre ainsi un littoral entièrement approvisionné en roches volcaniques de l'Eifel, de la côte est de l'Angleterre au nord du Danemark en passant par les Pays-Bas et le nord de l'Allemagne (fig. 342)¹⁴⁴². À l'intérieur des terres, nous les retrouvons dans le bassin de la Moselle, celui de la Meuse, et en plus petite quantité dans celui de l'Escaut. Plus à l'est, elles remontent l'Elbe et la Weser, ce qui prouve que, comme aux époques précédentes, la navigation fluviale vers l'amont ne pose pas de problème. Après les 300 km de la descente du Rhin d'Andernach à Dorestad, les marchandises parcourent donc encore plus de 500 km en traversée directe jusqu'à York, et jusqu'à 1000 km par cabotage jusqu'au nord du Danemark. Le tour du Jutland jusqu'au port d'Haithabu sur la Baltique demande encore 500 km supplémentaires, à moins que la péninsule ne soit traversée par voie terrestre et/ou fluviale.

Malgré cette évidence d'un grand commerce meulier autour de la Mer du Nord, les découvertes de meules alto-médiévales restent rares à l'intérieur même des royaumes francs puis de l'Empire. Pourtant, jusqu'à récemment, le moulin à eau et le four à pain apparaissaient comme les symboles du système féodal, et n'étaient censés se généraliser qu'à partir du X^e siècle après « d'après conflits

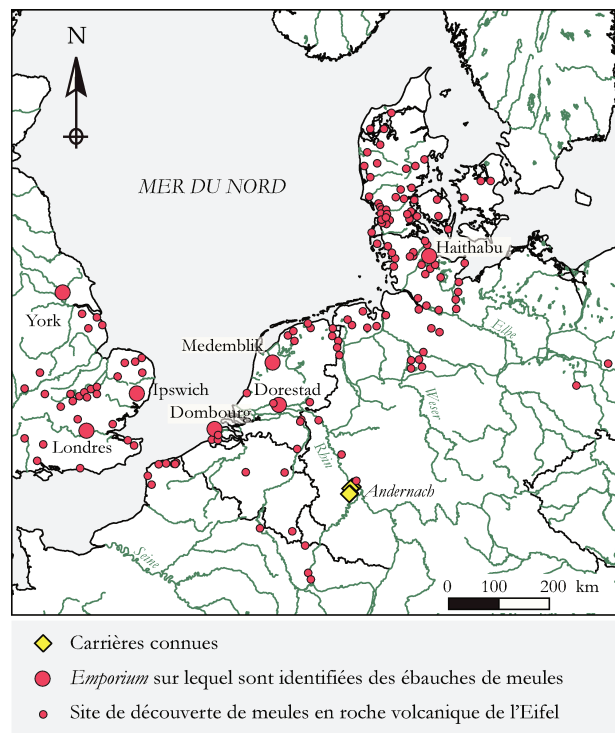


Figure 342 Carte de répartition des meules en roche volcanique de l'Eifel autour de la Mer du Nord au haut Moyen Âge, d'après PARKHOUSE 1997, fig. 1, complétée en 2018.

1439 *Ibid.*, p. 424

1440 *Ibid.*, p. 432

1441 ELLMERS 1990 ; LEBECQ 1990, p. 87-89 ; MELLENO 2014, p. 66-67

1442 PARKHOUSE 1997

sociaux »¹⁴⁴³. Ce système aurait contraint une population auparavant attachée à son moulin manuel domestique, marque de sa liberté, à utiliser le moulin banal pour la mouture de son grain. Il aurait donc fallu mettre au jour de nombreuses meules manuelles jusqu'à cette époque pour entrer dans ce cadre. La réalité des données disponibles nous renvoie maintenant à un développement plus précoce du moulin à eau et à une raréfaction des moulins manuels. Cette image récemment actualisée par les historiens montre un territoire dominé par le moulin hydraulique au moins dès l'époque carolingienne¹⁴⁴⁴. Le commentaire des polyptyques carolingiens entre Loire et Rhin par E. Champion nous en donne un début d'explication. Il montre en effet, après l'intégration de plusieurs biais, qu'au IX^e siècle la quasi-totalité de la population à l'intérieur de l'Empire a déjà accès à un moulin à eau pour moudre son grain¹⁴⁴⁵. En milieu civil, les meules manuelles ne sont pas absentes, mais le marché meulier serait en grande majorité occupé par des meules de grand format. Celles-ci constituent peut-être des commandes individuelles directement passées par le tenancier-meunier ou son instance dirigeante (seigneur ou abbaye) à un commerçant représentant les producteurs de meules sur les marchés. Malgré le nombre croissant de sites d'habitat fouillés, seuls des contextes particuliers (militaires) et les régions défavorables à l'exploitation de l'énergie hydraulique disposent encore de meules manuelles pour assurer la subsistance de la population. Ainsi la forteresse du « Château des Fées » à Montcy-Notre-Dame (Ardennes), bien que située directement en surplomb de la Meuse, livre-t-elle des meules à main pour nourrir les soldats en garnison.

Les meules sont donc généralement rares pour le haut Moyen Âge car les emplacements de moulins ne sont encore que très rarement fouillés. Et même lorsqu'un bief est identifié comme à Saleux (Somme), le moulin ne l'est pas et aucune meule n'est ramassée¹⁴⁴⁶. En revanche, le polyptyque de l'abbaye Saint-Bertin à Saint-Omer (Pas-de-Calais) ne fait aucune mention de moulin hydraulique dans la partie occidentale de la plaine flamande qui en dépend à l'est de l'Aa¹⁴⁴⁷. Cette absence se comprend techniquement par le manque de relief et donc de possibilité de ménager des chutes d'eau suffisantes à leur entraînement. Or c'est dans ce secteur que sont retrouvées de grandes séries de meules manuelles en roche volcanique à partir du VIII^e siècle (sites de Bierne¹⁴⁴⁸, Steene¹⁴⁴⁹, Marck¹⁴⁵⁰, Saint-Folquin¹⁴⁵¹). Textes et découvertes archéologiques concordent sur ce point et la rareté des meules sur le reste du territoire n'est donc pas due au hasard.

Un sens différent peut être donné à la présence exclusive de meules manuelles dans l'*emporium* de Dorestad, près de l'embouchure du Rhin. Si celles-ci sont bien sûr expédiées à destination de la plaine flamande, elles doivent surtout être mises en relation avec la vaste distribution des meules de l'Eifel sur le pourtour de la Mer du Nord et en Germanie intérieure, là où le domaine carolingien et le système foncier des abbayes n'est pas développé et donc les grands moulins probablement encore absents¹⁴⁵². Le grand commerce de meules manuelles vise donc ce nouveau marché lorsque celles-ci deviennent obsolètes à l'intérieur du territoire.

Cette baisse de la demande intérieure pour des produits de consommation courante limite fortement le besoin d'organiser un commerce régulier comme c'était le cas à l'époque romaine où l'accès

1443 BLOCH 1935, p. 548

1444 LOHRMANN 1984 ; CHAMPION 1996 ; ARNOUX 2003, p. 505

1445 CHAMPION 1996, p. 41

1446 HARNAY 2014

1447 CHAMPION 1996, p. 46-47

1448 Bierne (Nord) « Fleur des Champs (fouille J.-C. Routier) : meules n° 689 à 705

1449 Steene (Nord) « le Château » (fouilles A. Delaunay et G. Faupin) : meules n° 1172 à 1179

1450 Marck (Pas-de-Calais) « la Turquerie » (fouilles R. Blondeau ; L. Pastor ; T. Moriceau) : meules n° 1538, 1546, 1547, 1551 à 1554

1451 Saint-Folquin (Pas-de-Calais) « rue du Gibet » (fouille P. Lhommel) : meules n° 1603 et 1604

1452 DEVROEY 1993, p. 366 ; DEVROEY 2006, p. 528

aux moulins hydrauliques était plus limité (dans les villes et certains établissements ruraux). À une échelle et dans un contexte différents, F. Mangartz relie ainsi la pérennisation des camps militaires du *limes* au II^e siècle, et donc la réduction drastique de la consommation de meules manuelles par *contubernium* au profit de moulins de grand format alimentant au moins une centurie, à la pénétration des productions de l'Eifel en Germanie indépendante¹⁴⁵³ : la compression d'un marché suscite l'ouverture d'un autre.

Les *emporia* des bouches de l'Escaut, de la Meuse et du Rhin ainsi que des bords de la Mer du Nord ont alors toute leur importance comme centres de redistribution à destination de ces communautés périphériques. Ce sont eux qui drainent les marchandises à l'intérieur même du territoire, les produits exogènes destinés à ce territoire, et ceux de l'intérieur destinés à l'extérieur. Ce n'est pas par hasard que les Pippinides installent à Dorestad un important atelier monétaire et une douane centrale au début du IX^e siècle¹⁴⁵⁴. À Dorestad comme à Quentovic, ce foisonnement économique et le besoin de disposer de monnaies d'échange impliquent rapidement un contrôle du développement des *emporia* par le pouvoir pour garder un œil, non sur les marchandises elles-mêmes qui entrent et sortent du territoire, mais sur les transactions financières entre marchands francs et étrangers¹⁴⁵⁵.

13.6.2.2 Des ateliers de finition et de redistribution

L'analyse statistique menée par H. Kars sur les milliers de fragments de meules ramassés dans les espaces portuaires de Dorestad a révélé qu'un tiers des individus étaient à l'état d'ébauche, ce qui traduit leur finition dans les ateliers de cette plaque tournante du commerce, 300 km en aval du port d'Andernach sur le Rhin¹⁴⁵⁶. À partir de là, les cargaisons embarquent sur des navires de mer et sont redistribuées autour de la Mer du Nord. À la lumière de ces découvertes, les sites d'Haithabu (Allemagne), de Domburg et Medemblik (Pays-Bas), de Londres, York et Ipswich (Angleterre) ont fourni leur lot d'ébauches de meules et constituent autant de relais du commerce meulier permettant la redistribution à l'intérieur des terres¹⁴⁵⁷. Il apparaît d'ailleurs que les monnaies anglo-frisonnes suivent les mêmes schémas de répartition, révélant des réseaux d'échanges à longue distance entre les différentes puissances commerciales émergentes qui se partagent le pourtour de la Mer du Nord¹⁴⁵⁸. Les *emporia* francs et frisons « échangeaient le vin du Rhin et les prestigieux produits de l'artisanat rhénan (armes, céramiques, verroterie, meules de basalte) contre l'ambre, l'ivoire, les peaux et les fourrures du grand Nord, peut-être même aussi contre les épices, soieries et autres produits d'un Orient plus lointain, que la route des fleuves de l'Europe centrale et orientale amenait de longue date sur les bords de la Baltique »¹⁴⁵⁹.

Plus au nord, la distribution des meules de l'Eifel ne s'interrompt qu'au contact de celle des schistes à grenat d'Hyllestad (Norvège)¹⁴⁶⁰. En Angleterre, elles entrent en concurrence avec le *Millstone Grit* qui fournit par exemple 40 % des meules anglo-scandinaves d'York¹⁴⁶¹. À l'ouest et au sud-ouest enfin, nous rencontrons la meulière omniprésente dans le Bassin parisien. À partir du X^e siècle cependant, les meules de l'Eifel n'atteignent plus ces très grandes distances, remplacées à l'est du Danemark par celles d'Hyllestad¹⁴⁶². La même limite traversant la péninsule du Jutland apparaît

1453 MANGARTZ 2012, p. 19

1454 LEBECQ 1997, p. 1001

1455 LOVELUCK, TYS 2006, p. 146

1456 KARS 1980, p. 412-419

1457 PARKHOUSE 1976, p. 185-186 ; PARKHOUSE 1997, p. 97

1458 PARKHOUSE 1976, p. 186 ; ELLMERS 1990, p. 91 ; CARVER 1990

1459 LEBECQ 1997, p. 999

1460 ZACHRISSON 2014, p. 182 ; BAUG, JANSEN 2014

1461 MAINMAN, ROGERS 2000, p. 2551-2552 et p. 2627-2629

1462 POHL 2010, p. 151

pour la distribution des matériaux de construction en tuf volcanique et de la céramique rhénane¹⁴⁶³, ce qui indiquerait que ces différentes marchandises voyagent ensemble. C'est aussi ce que suggère la faible quantité de meules retrouvées dans le chargement des épaves. Celle de Lüttingen (Rhénanie-du-Nord-Westphalie) fouillée en 1957 et datée du IX^e siècle, renfermait des « *meules en lave basaltique de Mayen* »¹⁴⁶⁴. Celle de Salmorth (Rhénanie-du-Nord-Westphalie) fouillée en 1964 entre Xanten et Nimègue, contenait une douzaine d'ébauches soit à peine un quart de tonne¹⁴⁶⁵. Enfin, l'épave saxonne de Graveney (Kent), datée du X^e siècle, a livré deux fragments d'ébauches¹⁴⁶⁶. Les cargaisons seraient donc plutôt mixtes, ce qui, encore une fois va dans le sens d'un commerce de redistribution par cabotage par de petits commerçants indépendants et non d'un approvisionnement régulier des marchés par de gros cargos. En outre nous l'avons vu, la forme des meules manuelles s'affine fortement par rapport à l'Antiquité et le nombre de moulins que l'on peut charger dans une seule cargaison augmente de 20 %. Un chariot d'une tonne pouvait transporter 20 moulins manuels en roche volcanique à l'époque romaine, il peut théoriquement en emporter 25 à l'époque carolingienne. En mer, la quantité de produits embarqués est accrue et la distance parcourue est rentabilisée par le nombre de pièces vendues en route ou à destination.

13.6.3 Acteurs et modalités du commerce et du transport

13.6.3.1 Le transport intérieur

Sur la base des seules découvertes archéologiques, nous ne pouvons percevoir que l'étape de consommation et de rejet des meules. L'étape de production est perçue grâce à la fouille des carrières, ce qui n'a été fait pour le début du Moyen Âge que dans le grand district meulier de l'Eifel. Il faut ensuite faire appel aux historiens pour faire connaissance avec les acteurs de la circulation des biens et en comprendre l'organisation. Cependant, les mentions de commerçants sont très rares dans la littérature alto-médiévale.

À notre échelle et conscient de la faiblesse quantitative du corpus, le premier constat est que les meules actuellement mises au jour ne sont jamais très éloignées d'un cours d'eau navigable (jusqu'à 20 km, soit une journée de transport terrestre). D'un côté, cette répartition suggère que la pénétration des marchandises en dehors du réseau navigable est assez faible, ce qui interroge sur l'efficacité réelle du transport routier carolingien mise en exergue par J.-P. Devroey¹⁴⁶⁷. D'un autre côté, cela s'accorde avec le constat d'un déplacement général des principales occupations vers les cours d'eau à la fin de l'Antiquité : le chef-lieu des Nerviens est transféré sur l'Escaut à Cambrai, alors mis en communication directe avec Tournai, le nouveau chef-lieu des Ménapiens puis capitale éphémère des rois mérovingiens. Les grands marchés sont alors situés sur les rivières et les paysans peuvent les atteindre en une journée de transport routier pour écouler leurs surplus de marchandises et acquérir les meules manuelles et les autres biens qu'ils ne produisent pas.

La livraison des meules hydrauliques ne pose pas les mêmes problèmes. Elle doit atteindre des sites qui sont souvent établis au-delà des points de rupture de charge sur les rivières ; d'ailleurs E. Champion démontre que les moulins ne sont jamais installés sur le cours majeur des fleuves mais sur des affluents et déviations au débit moins capricieux¹⁴⁶⁸, ce que nous montre encore la carte de Cassini au XVIII^e siècle. Il est donc nécessaire pour le tenancier-meunier de se faire livrer ou d'aller

1463 *Ibid.*

1464 ELLMERS 1974, p. 140-141

1465 ELLMERS 1974, p. 142

1466 PARKHOUSE 1997, p. 103

1467 DEVROEY 1979, p. 546

1468 CHAMPION 1996, p. 45

chercher par la route les meules dont il a besoin. Au XV^e siècle, le meunier monte une véritable expédition tous les 10 ans (jusqu'à 35 voire 40 ans à la fin du XVIII^e siècle¹⁴⁶⁹) pour aller chercher sa ou ses meules dans un port fluvial ou maritime qui n'est pas toujours le plus proche : « en 1438-39, "une noire moelle" [meule noire de l'Eifel] est acquise pour le moulin de Templemars [Nord]. Elle avait nécessité toute une expédition. Le receveur du marquisat de Roubaix avait accompagné le meunier à Valenciennes pour y acheter la meule. Comme elle était trop chère, ils sont allés à Audenarde et à Gand, mais n'y trouvant pas la pierre adéquate, c'est finalement à Bruges qu'ils l'ont trouvée. [...] La meule n'était pas toujours livrée prête à l'emploi. Parfois même elle n'était pas ronde, ni trouée en son centre. [...] Le transbordement des meules dans les ports se faisait au moyen d'une grue. Celle-ci est citée à Gand dès 1401, à Anvers dès 1363, à Malines dès 1453. En l'absence de grue, la manipulation des meules exige un grand nombre de bras : à Quesnoy-sur-Deule, en 1412, le déchargement requiert onze hommes de peine. Le transport proprement dit se faisait le plus possible par voie d'eau, plus facile, plus rapide et moins onéreux. Le transport par chariot nécessitait un nombre impressionnant de chevaux et d'accompagnateurs. Les cahots incessants sur les chemins de terre présentaient un réel danger pour les meules. Le chariot qui transporte en 1412 la meule d'Arras à Ostricourt se brise en cours de route. Selon la configuration de la route, il fallait des attelages de quatre à huit chevaux de trait. En 1438, lors du transport de la meule destinée au moulin de Templemars à partir de Lille, il fallut ajouter deux chevaux de location à l'attelage de six chevaux qui avait été prévu, et de plus il fallut remplacer l'essieu et la volée de chariot »¹⁴⁷⁰.

En comparaison de ces lourdes pièces de 170 à 180 cm de diamètre, la difficulté du trajet de retour vers le moulin est moindre au haut Moyen Âge où la paire de meules ne totalise guère plus de 200 kg.

On peut d'ailleurs supposer que ce trajet fait partie de la corvée dont est redevable le tenancier vis-à-vis du domaine dont il dépend. En 1979 J.-P. Devroey tire du polyptyque de l'abbaye de Prüm une somme d'informations concernant le transport fluvial et routier de produits agricoles entre Rhin, Eifel, Main et Moselle au IX^e siècle¹⁴⁷¹. Les services de charroi rendus par les paysans au seigneur ou à l'abbaye se distinguent entre ceux qui peuvent être assurés sur la journée (*angaria*) et ceux qui ne permettent pas au tenancier de regagner le domaine chaque soir (*noctes*)¹⁴⁷². Les mêmes déplacements réguliers sont attestés entre les dépendances de l'abbaye de Saint-Germain-des-Près et le port de Quentovic¹⁴⁷³. Arrivés à destination, ces tenanciers exerçant un service ponctuel dans le cadre de la corvée écoulent directement la marchandise issue des terres domaniales ou passent le relais à des *negotiatores* qui se chargent de leur expédition à plus ou moins longue distance. Le transport terrestre est ainsi assuré par de lourds charrois tirés par quatre bœufs et chargés d'une quinzaine de muids de céréales¹⁴⁷⁴. Les navires chargés pour l'abbaye de remonter le Rhin, la Moselle ou le Main sont en revanche de petite taille, et consistaient peut-être en de simples radeaux dont la charge utile ne dépasse pas une douzaine de muids, soit moins qu'un chariot¹⁴⁷⁵. C'est le moyen de transport que l'on peut envisager depuis le marché si l'acheminement d'un couple de meules vers le moulin im-

1469 PANCKOUCKE 1788, p. 54

1470 BRUGGEMAN 2003, p. 231, 233 et 234

1471 DEVROEY 1979

1472 *Ibid.*, p. 544

1473 LEBECQ 1989, p. 433

1474 DEVROEY 1979, p. 549. Note 32 bis : l'auteur précise que la conversion en unité de masse est délicate, le muid étant une unité de volume (0,533 hL). La masse de la cargaison varie donc selon la marchandise transportée : un chariot pourrait transporter entre 1 et 1,3 tonne de blé et entre 800 kg et 1,1 tonne d'avoine. La pierre étant beaucoup moins volumineuse que le grain, mais étant données les limites techniques du chariot médiéval, on peut estimer à 1 tonne la charge utile moyenne d'un chariot, ce qui correspond aussi au véhicule antique. Toutefois, la note 35 fait référence à la mention, dans le polyptyque de Prüm, de charrois de 30 muids de vin, soit 1,6 tonne de charge utile tirée par quatre bœufs.

1475 *Ibid.*, p. 552

plique de passer par la rivière. Pour les transporter depuis les carrières jusqu'aux principaux marchés, on peut en revanche supposer l'usage de véritables navires de commerce, peut-être spécialement affrétés, et qui chargeraient plusieurs pièces à la fois. D'ailleurs, les historiens nous renseignent sur l'activité de commerçants professionnels dépendant parfois d'abbayes ou de domaines, du colporteur « *cheminant avec un âne pour toute fortune* »¹⁴⁷⁶ au propriétaire de flotte commerciale¹⁴⁷⁷.

Le schéma le plus cohérent concernant la circulation des meules à l'intérieur de l'Empire comprend donc d'abord un transport depuis les carrières jusqu'aux marchés par des commerçants spécialisés ou non. On ne peut dire à ce stade si les cargaisons sont mixtes ou non, ni même si ces transporteurs et les commerçants qui redistribuent les produits en ville dépendent des carrières qui disposeraient de succursales disséminées dans les principaux ports. Toujours est-il qu'une embarcation doit pouvoir charger plusieurs meules hydrauliques et éventuellement quelques meules manuelles pour compléter la cargaison tout en sachant, du moins à partir du VIII^e siècle, que la demande sera faible. L'État intervient à ce stade par le prélèvement de taxes sur les points de passage. Comme à l'époque romaine, la redistribution s'effectue probablement ensuite au sein des villes, notamment portuaires, où sont établis les négociants. C'est aussi là que l'État frappe monnaie et perçoit les impôts sur les échanges dès lors que le commerce prend de l'ampleur et se regroupe dans des centres bien identifiés¹⁴⁷⁸.

Concernant les meules manuelles, le colportage est encore possible. Le commerçant règle les taxes sur le marché en achetant une cargaison, puis les répercute avec ses divers frais sur la marchandise qu'il redistribue.

13.6.3.2 Le commerce extérieur

Autour de la Mer du Nord, les distances atteintes par le commerce meulier extérieur n'ont plus rien de commun avec celles constatées à l'époque romaine et ne sont possibles qu'à la faveur d'un transport fluvial et maritime dynamique. De ce dynamisme témoigne la présence de marchands frisons à Mayen, tout le long du Rhin ainsi que dans le Bassin parisien au IX^e siècle¹⁴⁷⁹. Ceux-ci dominent le grand commerce et seraient individuellement propriétaires à la fois du navire et de la cargaison. Ils manœuvreraient eux-mêmes leur bâtiment à l'aide de leurs esclaves¹⁴⁸⁰. Les épaves découvertes chargées d'ébauches de meules dans les bras du Rhin et dans l'embouchure de la Tamise illustrent encore cette circulation¹⁴⁸¹. En plus de parcourir de longues distances en mer, ces navires peuvent aisément atteindre l'intérieur des terres en remontant les rivières à la voile ou à la rame sans recourir aux multiples transbordements qui caractérisaient le grand commerce romain.

En mer à une vitesse moyenne de 6 nœuds par temps stable (environ 11 km/h)¹⁴⁸², la traversée directe de l'embouchure du Rhin à celle de la Tamise dans des conditions favorables demande presque 24 h et donc une journée et au moins une nuit en mer. L'embouchure de l'Ouse qui irrigue York sur la côte orientale de l'Angleterre est atteinte en près de 30 h de traversée directe, ce qui peut encore être effectué sans escale.

En revanche, le contournement de la péninsule du Jutland demande près de 130 h en temps absolu, ce qui suppose de faire escale en cours de route et éventuellement d'y écouler une partie des marchandises. D'autant que la pratique de l'échouage à la faveur de la marée descendante est possible

1476 DEVROEY 1993, p. 357

1477 LEBECQ 1989, p. 435

1478 DEVROEY 1993, p.363

1479 PARKHOUSE 1976, note 3 p. 181 ; DEVROEY 1993, p. 374 ; LEBECQ 1997, p. 1000

1480 LEBECQ 1997, p. 1003

1481 EVANS, FENWICK 1971; ELLMERS 1972, 1974 ; FENWICK 1978

1482 GIFFORD, GIFFORD 1998, p. 177, 182

et probablement systématique pour ce genre d'embarcation, et ne nécessite pas d'accoster dans un port aménagé de quais et de pontons¹⁴⁸³. Le port de Tiel (Gueldre), qui remplace Dorestad après son ensablement à la fin du IX^e, n'est par exemple équipé de quais en bois qu'à la fin du X^e siècle¹⁴⁸⁴. La pratique d'un commerce de cabotage et de redistribution qui s'apparente finalement au colportage dans les modalités de sa mise en œuvre est donc encore une fois assez évidente sur le pourtour de la Manche et de la Mer du Nord à l'époque carolingienne.

14 PLACE ET DÉVELOPPEMENTS DU MOULIN ROTATIF

14.1 Caractérisation et mise en contexte des assemblages

14.1.1 Présentation

Les contextes abordés *via* les découvertes de meules sont très différents les uns des autres, de l'alimentation du cercle familial restreint dans le cadre d'une économie de subsistance, à la fourniture en farine d'une population urbaine ou militaire nombreuse et qui ne travaille pas à la préparation de son alimentation. La villa représente la situation intermédiaire où un grand propriétaire fait le choix de nourrir ses dépendants pour les libérer du fastidieux travail de mouture. Car la farine ne se conserve pas au delà de quelques jours une fois moulue, et si la mouture n'est pas un tâche absolument quotidienne, elle doit être effectuée très régulièrement.

Les meules constituent les rares témoins de ces activités et sont malheureusement découvertes, la plupart du temps, en contexte détritique après un usage intensif jusqu'à usure complète. Leur interprétation est d'autant plus complexe qu'intervient souvent, après cet usage, un réemploi des fragments comme outils, éléments de foyer, de calage, de remblais, de maçonnerie, etc.

Il est donc très délicat d'extrapoler leur contexte primaire d'utilisation à partir de leur lieu de rejet. La place des moulins ne peut donc être restituée qu'à partir de l'analyse morphologique et technique des meules d'une part, et des observations de terrain d'autre part. Celles-ci peuvent révéler des concentrations de mobilier de mouture et/ou des associations avec certaines structures qui pourront devenir caractéristiques de ces activités.

Il faut pour cela prendre en compte des assemblages propres à des phases d'occupation bien définies. À chacune de ces phases est attribué un matériel de mouture et de broyage qui répondra à des besoins mais correspondra aussi aux moyens financiers des occupants et/ou des propriétaires de l'établissement.

14.1.2 Coût de l'investissement et rendements espérés

Avant la généralisation moderne du crédit à la consommation dans les milieux modestes, se doter de moyens de production et de transformation demandait de disposer d'un capital pour l'investissement, et donc de pouvoir commercialiser les surplus d'une activité agricole. De l'existence de ces surplus témoigne, dès le second Âge du Fer, l'apparition de la monnaie dans le système d'échanges gaulois. La base de l'économie est agro-pastorale, mais certaines activités demandent une spécialisation technique qui se transmet probablement de génération en génération. Certaines personnes ne travaillent plus à leur propre subsistance mais à l'acquisition des moyens de s'en procurer les ingrédients. La chaîne de diversification technique qui en découle crée autant de jalons du progrès technique que d'occasions pour les archéologues de le constater. Au-delà du troc, la monnaie constitue donc un instrument bien commode pour passer d'une activité non alimentaire à sa propre sustenta-

1483 *Ibid.* ; ELLMERS 1990, p. 92 ; SUTTON 2004, p. 151 ; LOVELUCK, TYS 2006, p. 144

1484 LEBECQ 1997, p. 1002

tion. L'adoption du moulin rotatif est à ce stade un élément modeste mais structurant de ce progrès technique, tout bonnement par le gain de temps qu'il procure vis-à-vis du moulin va-et-vient. Selon les estimations basées sur différentes expérimentations et observations ethnographiques, celui-ci serait compris dans un rapport de 2 à 12 selon la taille des meules, le système employé, la vitesse de rotation, les variétés de céréales, l'humidité du grain, etc.¹⁴⁸⁵. Cela signifie qu'au sein du foyer, plus de grain peut être moulu en moins de temps, et surtout, ce temps peut être consacré à d'autres activités qui donneront naissance à une amélioration des conditions de production et donc potentiellement à de nouveaux surplus commercialisables. Associé à d'autres évolutions techniques de la fin de l'Âge du Fer dont la généralisation du fer et le tournage de la céramique, le moulin rotatif a donc pleinement sa place parmi les facteurs de la croissance économique que connaît la Gaule du Nord au milieu du III^e siècle av. J.-C.¹⁴⁸⁶. Le développement des moulins de grand format dès la première moitié du I^{er} siècle participe d'un nouveau bond socio-économique en procurant au domaine gallo-romain de nouveaux moyens d'accroître la production.

À partir du moment où la mouture sort du cadre strictement domestique, caractériser la morphologie des meules aide à comprendre leur fonctionnement technique. Sont alors distinguées les meules manuelles des meules de grand format mises en rotation grâce à la traction animale ou à l'énergie de l'eau captée par des aménagements de terrain. Cette seule distinction permet déjà d'estimer l'échelle de la transformation alimentaire, les moyens mis en œuvre pour l'opérer et, partant de là, les moyens disponibles et le cadre dans lequel est pratiquée la mouture. La dichotomie, en effet, est importante puisque l'écart de coût à l'achat, à l'installation, au fonctionnement et à l'entretien est très différent dans chaque situation. Sans compter, comme le rappelle M. Bloch, le régime juridique des droits d'eau et de la possession des terres¹⁴⁸⁷. La mouture manuelle ne demande aucun équipement autre que la paire de meules : 250 deniers d'après l'Édit de Dioclétien, soit 5 jours de travail d'un artisan ou d'un boulanger, 10 jours pour un mulétier ou un journalier agricole¹⁴⁸⁸. Le dispositif d'emmanchement et de centrage, souvent en bois, peut accessoirement comporter quelques pièces métalliques ubiquistes et probablement peu onéreuses. Pour un foyer l'acquisition de ce type de moulin tous les 10, 15 ou 20 ans demande autant d'investissement qu'aujourd'hui un appareil électroménager. Le coût en est important mais le gain de confort et de temps l'est aussi : dans un camp militaire romain du Haut-Empire, 2h de mouture fourniraient de la farine pour un *contubernium* entier (8 soldats)¹⁴⁸⁹.

Le moulin à eau nécessite en revanche, outre l'acquisition et l'acheminement des meules elles-mêmes, une imposante structure bâtie, des aménagements de cours d'eau, de nombreuses pièces de bois et surtout de métal pour le système d'entraînement et l'engrenage, ainsi que le maintien d'une main-d'œuvre à demeure pour son fonctionnement. À la fin du XVIII^e siècle avec des meules dont le volume et le poids n'ont plus rien de commun avec ceux des meules romaines ou alto-médiévales¹⁴⁹⁰, l'ensemble des éléments matériels du dispositif est estimé à 3068 livres, soit trois fois celui de la paire de meules (800 à 1000 livres) ou l'équivalent d'une centaine de mois de travail d'un

1485 AMOURETTI 1995 ; VIGNET-ZUNZ 2002, p. 250-252 ; WEFERS 2011a, p. 67 ; PEACOCK 2013, p. 127-128

1486 POMMEPUY 1999, p. 125 ; MALRAIN, PINARD 2006, p. 46 ; BLANCQUAERT *et al.* 2012, p. 235

1487 BLOCH 1935, p. 552

1488 CHASTAGNOL 1980, p. 218 ; CHASTAGNOL 1994, p. 355

1489 JUNKELMAN 2006, p. 117 ; JODRY, SCHNITZLER 2010, p. 105 ; JODRY 2010, p. 107

1490 D'après BRUGGEMAN 2003, p. 233, une meule-type en meulière du XVIII^e siècle pourra mesurer 2 m de diamètre pour 40 cm d'épaisseur, soit un volume de 1256 dm³ ; avec une masse volumique de 2,2 kg/dm³, son poids peut s'élever à 2763,2 kg. Une meule hydraulique romaine en Grès de Macquenoise, avec un diamètre de 60 cm et une épaisseur de 15 cm, représentera un volume 42 dm³, soit 105 kg avec une masse volumique de 2,5 kg/dm³. Le poids d'une meule moderne est donc dans ce cas 27 fois supérieur à celui d'une meule romaine.

charretier (30 livres mensuelles). S'ajoutent les aménagements du terrain et la main-d'œuvre¹⁴⁹¹. En comparaison, l'Édit du Maximum évalue le couple de meules hydrauliques à 2000 deniers de compte¹⁴⁹², soit 40 jours de travail d'un boulanger, auxquels il faut encore ajouter le reste des équipements du moulin ainsi que le site lui-même, ses aménagements et le personnel. Ces estimations faites en quelques lignes sont très approximatives et éloignées l'une de l'autre ; elles demanderaient une réelle étude d'équivalence des monnaies, du prix des biens et de la valeur du travail qui constitue une « monnaie » universelle. La conclusion d'une telle comparaison met néanmoins en exergue l'importante différence de budget à mobiliser, et donc de cadre structurel, qui existe entre ces différents types de moulins.

Si l'on en croit J.T. Bakker qui compare les rendements des différents systèmes antiques, un moulin à eau pourrait nourrir une fourchette de 320 à 690 personnes, ce qui est à la fois imprécis et probablement surestimé au regard du petit format des moulins romains¹⁴⁹³. P. Leveau, tout en réduisant beaucoup les évaluations faramineuses qu'avancait F. Benoit pour les moulins de Barbegal, estime que les deux rangées de 8 moulins, soit 16 roues, pouvaient fournir 350 g de farine par jour aux 12500 habitants de la ville d'Arles¹⁴⁹⁴. Si l'on choisit une ration militaire standard d'environ 1 kg de blé par jour en temps de paix¹⁴⁹⁵, la population réellement approvisionnée s'élèverait à 4375 personnes. Le chiffre obtenu de 273 personnes par moulin est inférieur aux estimations basses de Bakker mais semble encore un peu excessif et ne prend peut-être pas suffisamment en compte l'utilisation des meules manuelles ni la présence éventuelle d'autres meuneries à Arles. Les sources médiévales nous offrent des données chiffrées qui paraissent plus justes puisqu'elles étaient destinées à collecter l'impôt au mieux. Bien que ces recensements ne soient probablement que partiellement conservés, on peut les considérer assez proches de la réalité démographique. À la fin du VIII^e siècle, l'inventaire de l'abbaye de Fontenelle répertorie 67 moulins pour 3000 manses, ce qui donne une moyenne d'un moulin pour 45 foyers environ¹⁴⁹⁶, soit 225 personnes à raison de 5 personnes par foyer¹⁴⁹⁷. G. Duby invoque le *Domesday Book*, grand inventaire dressé à l'instigation de Guillaume le Conquérant, pour estimer à environ 6000 le nombre de moulins en Angleterre en 1086, soit encore 1 pour 45 foyers¹⁴⁹⁸. Pour le XVI^e siècle où les meules sont beaucoup plus grandes et rapides que dans l'Antiquité ou au haut Moyen Âge, l'historien A. Derville fournit des comptes précis dressés d'après les documents des anciens Pays-Bas : selon leur taille et probablement le nombre de roues, les moulins nourrissent de 76 à 161 foyers, soit 380 à 805 habitants¹⁴⁹⁹. Pour l'Antiquité avec des meules de 50 à 80 cm de diamètre, une population probablement limitée à 200 personnes doit pouvoir être nourrie en faisant tourner les moulins à longueur de journée ; cette population n'est certainement pas supérieure à 250 ou 300 personnes. Dans les forts militaires romains, l'on considère qu'un moulin sert à une centurie (80 soldats)¹⁵⁰⁰ et remplace donc 10 moulins à main, ce qui est au contraire assez faible si les moulins tournent régulièrement. Dans une villa romaine, l'installation d'un moulin à eau doit, pour être rentable, nourrir au moins autant de personnes si

1491 PANCKOUCKE 1788, p. 49-51

1492 Éd. *Diocl.*, XV, 52-55 : ERIM, REYNOLDS 1973, p. 102

1493 BAKKER 1999, p. 111

1494 LEVEAU 2007, p. 187

1495 JUNKELMANN 2006, p. 92

1496 ARNOUX 2008, p. 699-700

1497 La notion de « feu » est délicate à aborder en démographie historique puisque d'importantes variations existent entre les occupants des foyers riches ou pauvres, juifs ou chrétiens au Moyen Âge, avant ou après une épidémie, etc. La moyenne souvent retenue, bien que ne correspondant pas à la réalité de tous les terroirs, compte 5 personnes par foyer : GLÉNISSON, CARPENTIER 1962, p. 128-129

1498 DUBY 1973, p. 212

1499 DERVILLE 1990, p. 577 et 582

1500 JUNKELMAN 2006, p. 122

ce n'est plus, ce qui induit la présence de nombreuses bouches sur les établissements ruraux qui livrent des meules à entraînement central. Aux Pays-Bas sur un domaine de 200 ha, L.I. Kooistra évalue à 50 le nombre d'occupants en temps normal : le propriétaire, un contremaître, 8 laboureurs et leur famille respective, auxquels s'ajoutent d'éventuels esclaves à demeure et des journaliers pour répondre aux accroissements temporaires d'activité¹⁵⁰¹.

Le moulin à traction animale représente une solution intermédiaire fournissant des rendements accrus pour un investissement limité aux meules (1250 à 1500 deniers d'après l'Édit de Dioclétien qui évoque probablement des meules pompéiennes), à une bête de somme (un bon bœuf pour 5000 deniers soit 3 mois de salaire d'un artisan alors qu'une vache en coutera 2000, soit 40 jours de salaire)¹⁵⁰² et aux quelques pièces métalliques intervenant dans le centrage et la liaison du catillus à l'animal. Caton l'Ancien nous livre une estimation de l'installation d'un pressoir à meules verticales en Italie : « *Un broyeur à olives a été acheté, sur le territoire de Suessa, 400 sesterces et 50 livres d'huile ; pour le montage, 60 sesterces, transport par des bœufs, six journées, six hommes avec les bouviers, 172 sesterces, axe avec ses garnitures, 72 sesterces, pour l'huile, 25 sesterces, total des débours, 729 sesterces. Acheté à Pompéi avec ses accessoires, 384 sesterces ; transport, 280 sesterces ; mieux vaut que l'ajustage et le montage soient faits à domicile ; pour cela il faut compter 60 sesterces ; total, 724 sesterces* »¹⁵⁰³. J.-C. Béal évalue ainsi l'installation totale d'un moulin à traction animale, transport compris, à plus de six mois de salaire d'un artisan au début du IV^e siècle¹⁵⁰⁴. Par conséquent l'installation d'un moulin à visée de rendements et/ou d'une boulangerie nécessite de disposer de capitaux et donc de faire partie d'une élite économique constituée d'investisseurs qui attendent des retours sur investissement, en temps ou en argent. L'Édit de Dioclétien nous apprend ainsi que la valeur du millet est doublée une fois moulu, et donc que les bénéfices sont rapides et élevés pour l'activité de meunerie¹⁵⁰⁵.

14.1.3 Capacité d'investissement

Pour financer la mise en place de ces équipements, la pratique du prêt d'argent est bien connue à Rome sous l'Empire, mais celui-ci concerne surtout les acteurs du commerce et de l'artisanat¹⁵⁰⁶. Le crédit qu'exercent les membres des élites est destiné à reproduire un schéma socio-économique en étant d'abord destiné aux autres membres de cette élite qui veulent s'assurer les moyens de leur activité économique. En dehors de leur milieu social, il concerne des sommes beaucoup plus modestes et entretient les liens de clientélisme en portant secours à des dépendants dans le besoin¹⁵⁰⁷. À l'époque romaine et notamment au Bas-Empire, le prêt a surtout servi à la concentration foncière dans les mains des plus riches, et non à l'élévation sociale des populations modestes. L'installation d'un moulin à eau est donc l'affaire des élites foncières qui veulent commercialiser leur production en ville ou nourrir la population de leur domaine à la campagne. Imaginons qu'un paysan moyen ait l'ambition de se lancer dans la meunerie commerciale : celui-ci ne pourrait tout bonnement pas emprunter l'argent nécessaire à l'établissement d'un moulin sur ses propres terres s'il en possédait. D'autant que, dans une économie vouée à l'autosubsistance, les surplus qu'il peut dégager de son activité agricole sont trop incertains pour de tels remboursements. Jusqu'à l'époque moderne en effet, les rendements en grain sont très faibles et si des surplus existent, ils sont dédiés en priori-

1501 KOOISTRA 1996, p. 109

1502 Éd. *Diocl.*, XXXII, 14-16 : CRAWFORD, REYNOLDS 1979

1503 CATON L'ANCIEN, *De l'Agriculture*, 22, 3

1504 BÉAL 1996, p. 87-88

1505 Éd. *Diocl.*, I, 4-5 : BÉAL 1996, p. 88

1506 ANDREAU 2010, p. 273-275

1507 ANDREAU 2010, p. 61

té à l'alimentation du bétail, à l'emploi de journaliers, à l'achat des biens matériels nécessaires et notamment aux objets et outils en métal¹⁵⁰⁸. B. Cunliffe présente, à la suite de M. Finley et de K. Hopkins, une « *estimation concernant l'économie rurale typique* » : sur ses récoltes, un paysan consacra 20 % aux semis de l'année suivante, 60 % à la subsistance de sa famille, 18 % aux impôts et loyers, et disposera de 2 % de surplus commercialisables qui lui fourniront les liquidités nécessaires à l'entretien de ses installations et à l'investissement dans des moyens de production¹⁵⁰⁹. Sans compter que les récoltes peuvent varier en moyenne de +/- 20 % d'une année à l'autre, ce qui accroît l'incertitude quant à la possibilité de dégager des surplus pour un petit paysan libre¹⁵¹⁰. Il faut cependant ajouter à ces faibles revenus excédentaires ceux du petit artisanat rural et des sous-produits de l'agriculture et de l'élevage qui peuvent utilement compléter une production agricole vivrière¹⁵¹¹. Les capacités à générer une production excédentaire à l'époque romaine et probablement dès l'époque gauloise ont ainsi été récemment réévaluées. Il faut compter sur la demande des populations urbaines et militaires (besoins alimentaires, besoins en cuir et en chevaux de selle) qui constituent un réel débouché, notamment aux abords du *limes* à l'époque romaine. Ce nouveau marché fournit une source de revenus non négligeable permettant l'investissement dans des moyens de production plus performants¹⁵¹². Néanmoins, si le paysan parvient à dégager un excédent, tout au plus pourra-t-il s'acheter un moulin manuel tous les 10 à 20 ans, voire un fruste moulin à traction animale (type « Brillon ») si celui-ci procure une évolution substantielle des rendements et occupe par exemple un bœuf de réforme pour sa mise en rotation.

À l'époque carolingienne, les meuniers ne sont pas non plus propriétaires de leur moulin. Ce sont des tenanciers spécialisés qui reçoivent une tenure sur laquelle est établi un moulin et qui y exploitent les bâtiments appartenant au domaine seigneurial, impérial ou abbatial, en remplacement de la corvée¹⁵¹³. Les problèmes de propriété, de droit d'eau et les capacités d'investissement des élites et des abbayes font ainsi rapidement du moulin un moyen efficace d'encadrement des hommes¹⁵¹⁴. « *Ainsi celui qui est suffisamment riche pour capitaliser de l'outillage peut en jouer. Inversement pour le petit et moyen propriétaire, tout changement d'outillage doit être mûrement réfléchi car il impose un changement dans un facteur fondamental de la vie paysanne : le temps d'utilisation* »¹⁵¹⁵.

Afin de percevoir quelle est la place du moulin dans le nord de la Gaule à la fin de l'Âge du Fer, à l'époque romaine puis au haut Moyen Âge, en ville et à la campagne, nous aborderons la question à la fois de manière globale et à l'échelle d'habitats qui ont fourni des assemblages caractéristiques.

14.2 Indices d'organisation de la transformation des céréales à la fin de l'Âge du Fer

14.2.1 La place du moulin à la fin du Second Âge du Fer

À La Tène moyenne à partir du IV^e et du III^e siècle av. J.-C., le plan des fermes dites « indigènes » se structure à l'intérieur d'enclos fossoyés qui délimitent des espaces spécialisés (habitat, champs, aires de pacages, de traitement des cultures, espaces funéraires) et émergent des fonds de vallées¹⁵¹⁶. Les

1508 ERDKAMP 2005, p. 38-54

1509 CUNLIFFE 1993, p. 71

1510 DEVROEY 2013, p. 60 ; DANIELISOVÁ 2015, p. 107-108 ; ERDKAMP 2005, p. 51-53

1511 OUZOULIAS 2014, p. 323

1512 KOOISTRA 1996 ; GROOT 2008 ; GROOT *et al.* 2009 ; VOSSEN, GROOT 2009 ; GROOT *et al.* 2013

1513 CHAMPION 1996, p. 73 et 84

1514 FOSSIER 1982

1515 AMOURETTI 1993, p. 9

1516 Dans la vallée de l'Oise : DERREUMAUX *et al.* 2003, p. 220 ; MALRAIN, PINARD 2006, p. 46-49 ; MALRAIN 2010, p. 60-61 ; BLANCQUAERT *et al.* 2012 ; MATTERNE, BRUN 2016, p. 627 ; chez les Nerviens : MATTHIOT 2012, p. 15 et 2013, p. 60

espèces cultivées tendent aussi à diminuer en variété pour aboutir à des cultures monospécifiques à La Tène finale, destinées à répondre à une nouvelle demande de l'habitat aggloméré. Au dernier siècle précédent le changement d'ère, les *oppida*, qui conservent pourtant des zones dédiées à l'agriculture ou au moins au maraîchage, ne peuvent pourvoir à la consommation de tous les occupants qui ne travaillent pas à leur alimentation, artisans, clergé, etc. Cette période voit donc intervenir une mutation des systèmes de production agricole qui prennent le chemin d'une économie

de surplus qui connaîtra son apogée à l'époque romaine. Quelques sites fouillés ont livré l'évidence de cette spécialisation des espaces ainsi que des meules rotatives qui dévoilent ou permettent d'extrapoler la place de l'indispensable étape de mouture dans le traitement des récoltes et la consommation vivrière à l'époque gauloise. Cette extrapolation tient à la faible dispersion du mobilier par rapport à son milieu d'utilisation supposé. L'analyse de la répartition des rejets de consommation sur les sites ruraux de La Tène moyenne et finale de la moyenne vallée de l'Oise révèle des concentrations importantes de rejets domestiques aux abords de certaines structures remarquables, bâtiments, silos et fosses de travail. D'autre part dans ces contextes détritiques, les fragments d'un même vase ne sont jamais dispersés de plus de trois mètres¹⁵¹⁷. Ces rejets peuvent donc être considérés comme représentatifs des activités pratiquées à l'intérieur et aux abords de ces structures. Il convient tout de même de rester prudent puisque les fragments de meules font l'objet d'un réemploi quasi-systématique comme outils secondaires, éléments de calage, de remblai, pierres foyères, etc.

La ferme ambiante de La Tène B2-C1 des « Quatorze » à Glisy (Somme), associe les fragments de meules rotatives les plus précoces de Gaule Belgique¹⁵¹⁸ aux premières manifestations d'un nouveau modèle d'occupation et d'exploitation des sols. Le site montre le chemin supposé « normal » d'un mobilier consommé, usé puis rejeté en dehors de l'habitat au III^e siècle av. J.-C. Les fragments de meules proviennent du comblement du fossé d'enclos, là où sont également relégués les restes de céramique, les résidus de métallurgie et de boucherie, etc. Ce fossé longe littéralement les structures de stockage (silo et greniers) et d'habitation¹⁵¹⁹.

Sur les sites de Capelle-Fermont¹⁵²⁰ et de Duisans¹⁵²¹ chez les Atrébates, et de Salperwick¹⁵²² chez les Morins (Pas-de-Calais) à La Tène C, les meules proviennent toutes de fosses piriformes et tronconiques traditionnellement interprétées comme des silos dévolus au stockage des grains. Hormis le cas de la sépulture 7206/7217 de Capelle-Fermont, ces fosses témoignent d'une relation claire entre le matériel de mouture et les céréales conservées. Pourtant le silo est considéré comme une solution de stockage à long terme à proximité des zones de production et doit rester clos pour assurer le maintien d'une atmosphère confinée qui empêche à la fois la germination et la prolifération

Type de site	Nb de meules	Nb de sites
Habitat rural ouvert	156	57
Oppidum	8	3
Site indéterminé	7	5
Habitat rural fortifié	7	2
Atelier de saunier	3	2
Atelier taille de meules	2	2
Atelier de potiers	1	1
Nécropole	1	1
Sanctuaire	1	1

Tableau 2 Nombre de meules par type de site et nombre de sites de chaque type à la fin du Second Âge du Fer.

1517 Analyse de S. Gaudefroy dans MALRAIN, PINARD 2006, p. 144

1518 Meules n° 1965 à 1968

1519 GAUDEFROY 2015

1520 Capelle-Fermont (Pas-de-Calais) « le Château Fort » (diagnosic V. Merkenbreack, fouille A. Masse) : meules n° 1362 à 1365.

1521 Duisans (Pas-de-Calais) « Le Bois d'Hattecourt » (fouille A. Jacques) : meule n° 1468

1522 Salperwick (Pas-de-Calais) « les Nouvelles Marnières » (fouille S. Gaudefroy) : meules n° : 1607 à 1612

des parasites et des nuisibles¹⁵²³. Il paraît étonnant que la mouture, tâche quasi-quotidienne, soit pratiquée directement aux abords de ces structures. Il faut supposer l'existence de solutions temporaires de stockage en surface, dans des greniers aériens ou des récipients qui ne nous sont pas ou mal parvenus. Aucun habitat ni aucune zone de travail ne sont identifiés dans l'emprise de fouille de Capelle-Fermont, alors qu'à Salperwick le silo contenait des fragments de parois de four qui peuvent trahir certaines activités de préparation alimentaire¹⁵²⁴. À Duisans, l'ensemble s'intègre dans un enclos fossoyé comprenant habitat, stockage et zones de traitement des céréales¹⁵²⁵.

À La Tène D, l'établissement rural du « Nouveau Monde » à Cambrai (Nord) livre encore un fragment de meule rejeté dans un silo¹⁵²⁶. À la même époque, la ferme de la « Plaine d'Herneuse » à Verberie (Oise) montre un ensemble complet de zones d'habitat et d'espaces dédiés au traitement des récoltes rassemblés dans l'enceinte d'un enclos fossoyé (fig. 343)¹⁵²⁷. Comme à Glisy, les bâtiments sont répartis le long du fossé d'enclos, ce qui facilite le rejet des détritiques. Un espace est ainsi identifié comme une aire de découpe bouchère au nord-est de l'enclos, et les bâtiments d'habitation sont identifiés par le mobilier céramique, faunique et lithique concentré dans certains secteurs de l'habitat. En revanche les meules étudiées par C. Pommepuy¹⁵²⁸ proviennent de l'angle sud-ouest qui comprend un bâtiment à quatre poteaux interprété comme un grenier et un autre qui peut correspondre à une annexe agricole/artisanales dédiée à la préparation alimentaire. Un catillus manuel entier reposait dans une fosse au centre de ce bâtiment, désignant peut-être une aire de mouture abritée des intempéries, non intégrée à l'habitat et proche d'une structure de stockage à court/moyen terme¹⁵²⁹. À noter qu'un espace dégagé à l'est de cet ensemble peut correspondre à une aire de battage, ce qui rassemble toutes les étapes du traitement des céréales après récolte, alors que les zones de culture ne sont pas identifiées sur le site.

En périphérie d'Amiens, le site 2 de la ZAC de Renancourt montre une évolution du rejet des fragments de meules entre La Tène D1 et le début de l'époque augustéenne. L'établissement présente

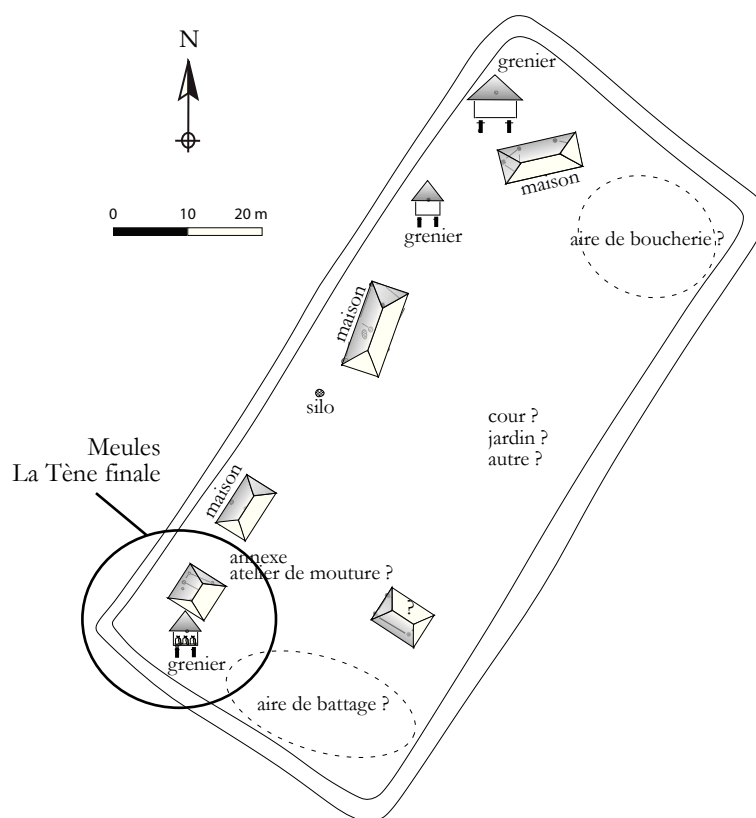


Figure 343 Plan schématique de l'occupation de La Tène D de Verberie (Oise) « la Plaine d'Herneuse ». Les meules sont rassemblées dans l'angle sud-ouest de l'enclos. DAO : P. Picavet, d'après MALRAIN, PINARD 2006, p. 90, fig. 48.

1523 SIGAUT 1978, p. 35 ; GARCIA 1997, p. 88 ; MALRAIN 2010, p. 67
 1524 GAUDEFROY, MICHEL 1997, p. 13
 1525 JACQUES, GAILLARD 1998 et 2000
 1526 Cambrai (Nord) « le Nouveau Monde » (fouille H. Assémat) : meule n° 755
 1527 DERREUMAUX *et al.* 2003, p. 224-227 ; MALRAIN, PINARD 2006, p. 85-90
 1528 Étude C. Pommepuy dans MALRAIN, PINARD 2006, p. 159
 1529 MALRAIN, PINARD 2006, p. 89

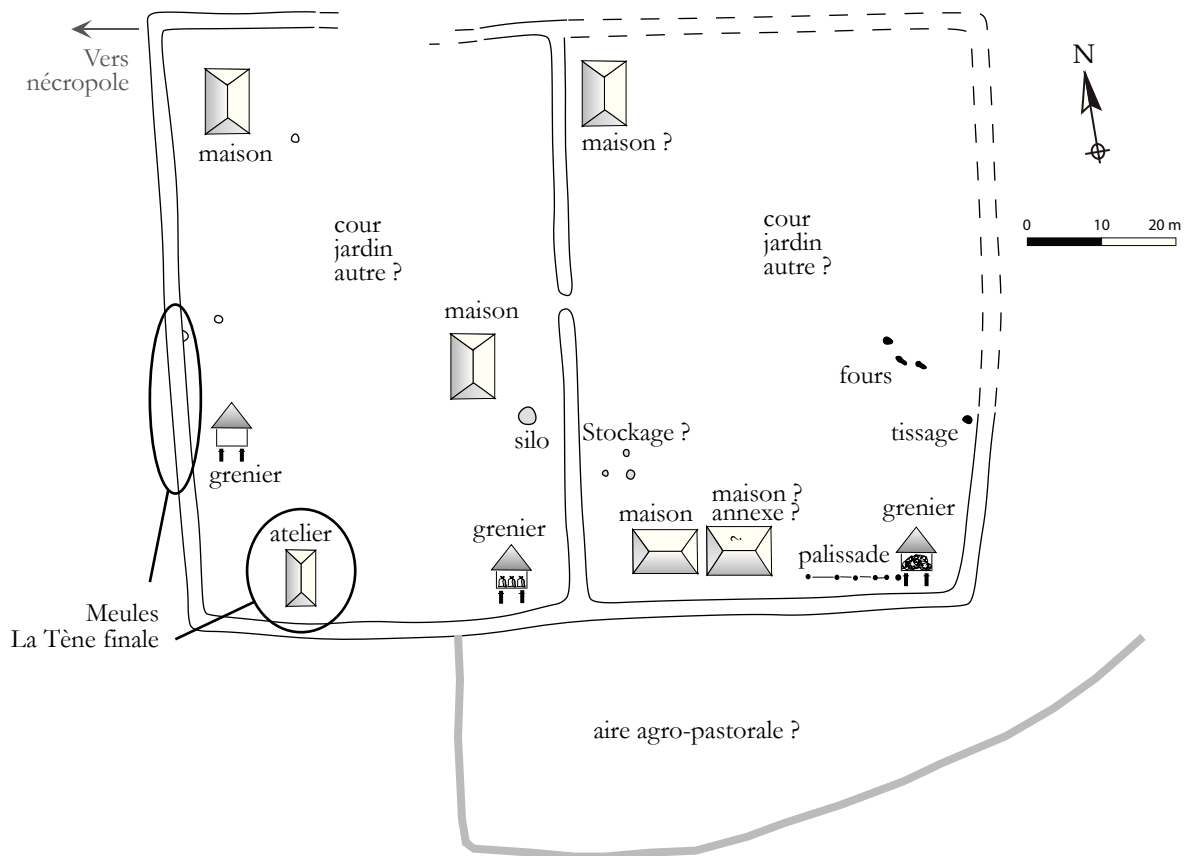


Figure 344 Plan schématique de l'occupation de La Tène D de Jaux (Oise) « le Camp du Roi ». Les meules sont rassemblées dans et autour d'une fosse-atelier et d'un grenier situés dans l'angle sud-ouest de l'enclos. DAO : P. Picavet, d'après Malrain, Pinard 2006, p. 96, fig. 55.

un plan complexe à trois enclos définissant une aire d'habitat, une de stockage et de probables zones de pacage, le tout intégré dans un ensemble fossoyé périphérique¹⁵³⁰. À La Tène D1, un couple de meules en poudingue est rejeté dans un silo qui jouxte l'entrée orientale de l'enclos, à l'opposé des bâtiments d'habitation¹⁵³¹. Un bâtiment à quatre poteaux localisé à cet endroit peut correspondre à un grenier et un à six poteaux peut en représenter un autre, ou une annexe destinée à accueillir les activités de préparation alimentaire. À l'exception d'une structure, les silos disparaissent au cours de La Tène D2, et les fragments de meules sont cette fois dispersés et moins révélateurs¹⁵³². Ils sont essentiellement rejetés dans les fossés d'enclos : un à proximité du grenier sur l'aile orientale de l'enclos, soit encore une fois à l'opposé de la zone d'habitation, un autre sur le côté nord, et un près des maisons au sud. Un fragment provient d'une fosse dépotoir également située à l'est de l'enclos, et un autre d'un fossé plus éloigné vers le sud. Bien que les éléments les plus tardifs soient très fragmentés et dispersés, les activités de mouture sur la ferme de Renancourt semblent toujours graviter autour d'un espace localisé vers l'entrée orientale de l'enclos et les espaces de stockage de céréales. S'il fallait un exemple supplémentaire, le site du « Camp du Roi » à Jaux (Oise), dont les meules ont été étudiées par C. Pommepuy¹⁵³³, nous expose un instantané d'une occupation rurale à enclos fossoyé de La Tène D1a volontairement détruite par le feu après une occupation d'une trentaine d'années (fig. 344)¹⁵³⁴. L'enclos est bipartite et rassemble quatre à cinq unités d'habitation corres-

1530 DUVETTE 2017

1531 Amiens (Somme) « ZAC de Renancourt » (fouille N. Cayol) : meules n° 1871 et 1874

1532 Meules n° 1870, 1872, 1873, 1875 à 1877

1533 MALRAIN *et al.* 1996, p. 280-281 ; POMMEPIY 1999

1534 MALRAIN *et al.* 1996 ; MALRAIN, PINARD 2006, p. 94-96

pendant probablement à un cercle familial élargi (10 à 15 personnes estimées dont une éventuelle population servile). Une première zone est dédiée à l'habitat à l'est et les ensembles de trous de poteaux interprétés comme des bâtiments d'habitation sont répartis le long du fossé d'enclos sud-est qui reçoit leurs rejets domestiques. À l'ouest, la deuxième aire circonscrite par les fossés est réservée, d'après les éléments identifiés, aux activités agro-alimentaires (greniers, silo, fosse atelier) et au traitement de la laine (forces, fusaïoles, pesons). Les fragments de meules proviennent de cette seconde zone : quatre fragments sont issus du fossé d'enclos ouest à proximité d'un grenier, et deux d'une grande fosse, peut-être une fosse atelier creusée entre deux greniers et dont les restes de la charpente ont été retrouvés. Divers autres témoins d'activités de préparation alimentaire sont ramassés dans cette fosse et dans le fossé adjacent : ossements animaux découpés (surtout de porc) et fragments de *dolia*¹⁵³⁵. Le stockage des grains à long terme est permis par le seul silo du site (2,8 tonnes de céréales estimées, soit la consommation de 11 personnes pendant 1 an¹⁵³⁶), celui à long/moyen terme par les greniers, et à court terme avant consommation par les *dolia*. Un important stock de céréales révèle la prédominance du blé amidonnier accompagné d'un peu d'orge vêtue, deux espèces qui doivent être décortiquées avant consommation. La découverte de grains d'orge encore vêtus de leurs glumelles dans un four suggère ici la pratique d'un décorticage par grillage ; leur faible quantité indiquerait que, dans ce cadre vivrier, celui-ci intervient juste avant consommation et non en amont sur des stocks importants¹⁵³⁷. La situation de ce four, à l'extrémité de l'aile orientale de l'établissement montre que les denrées sont déplacées à chaque étape de leur traitement. Chaque structure est probablement positionnée, non seulement pour en faciliter l'accès, mais aussi en fonction des nuisances qu'elles peuvent générer : les fours sont éloignés des greniers pour éviter les risques d'incendie. Encore une fois, la préparation du repas est effectuée à l'écart de l'habitat où il est ensuite consommé.

14.2.2 Statut, fonction des occupations et pratique de la mouture

La répartition des meules à proximité des lieux de stockage s'avère récurrente dans le nord, mais aussi dans tout le centre et le centre-est de la Gaule¹⁵³⁸. En Gaule centrale, les meules de Sennece-les-Macon (Saône-et-Loire) montrent encore une distribution essentiellement répartie aux abords des greniers, et sporadiquement dans les zones d'habitat supposées¹⁵³⁹. Dans ces régions, une spécialisation des espaces est parfois avancée ainsi qu'une mise à disposition des équipements de mouture auprès de groupes pouvant excéder le strict cadre familial. Cette idée est séduisante et peut être envisageable dans certains cas comme sur le site de Verberie où trois bâtiments sont interprétés comme des habitations indépendantes. Cependant, à Verberie comme à Sennece, rien n'indique que les espaces de stockage et leurs abords, bien que parfois situés en dehors des enclos d'habitat proprement dits, ne soient des espaces collectifs. D'autant qu'au nord de la Somme, les enclos ruraux ne comprennent jamais plus d'une unité d'habitation¹⁵⁴⁰. Au contraire, les fragments de meules sont plutôt regroupés près des structures de stockage, mais jamais très éloignés de l'habitat qui garde le contrôle.

Ainsi dans la partie du territoire atrébate qui correspond aujourd'hui au Douaisis (limite Nord et Pas-de-Calais), plusieurs établissements ruraux individuels ont été fouillés et ont chacun livré un petit ensemble de meules de La Tène finale¹⁵⁴¹.

1535 MALRAIN *et al.* 1996, p. 252 et 258

1536 *Ibid.*, p. 301

1537 *Ibid.*, p. 286

1538 JACCOTTEY *et al.* 2011a, p. 924-925

1539 JACCOTTEY 2006, p. 99-103 ; JACCOTTEY *et al.* 2011a, p. 923

1540 MATHIOT 2012, p. 18

1541 Dans le Nord et le Pas-de-Calais : 5 individus à Lauwin-Planque « la Tourniolle », 3 à Sin-le-Noble « le Raquet », 3 à Courcelles-lès-Lens « la Marlière », 4 à Dourges « le Marais de Dourges », 3 à Lambres-lez-Douai « l'Er-

À une échelle démographique plus importante, le village gaulois d'Acy-Romance (Ardennes) a accueilli sur 15 hectares environ, entre La Tène C2 et l'époque augustéenne, 353 bâtiments sur poteaux, environ 120 silos, et un NMI exceptionnel de 175 meules rotatives¹⁵⁴². L'existence d'une hiérarchie sociale est avérée, notamment par le mobilier déposé en contexte funéraire¹⁵⁴³, et la population du village a été estimée à une centaine de personnes lors de sa phase d'apogée à La Tène D1 grâce à une fouille exhaustive des nécropoles¹⁵⁴⁴. L'analyse par le *Groupe Meule* de la répartition des fragments de meules au moyen d'un SIG a montré qu'ils étaient issus des trous de poteaux de maisons et de greniers à hauteur de 20,7 %, et de silos à 77,7 %¹⁵⁴⁵, manifestant une fois encore le lien entre activités de mouture et stockage des grains. Les premiers contextes témoignent du calage des poteaux avec les fragments des phases précédentes, les seconds d'une réutilisation des silos comme fosses de rejet. Alors qu'à Acy-Romance les activités semblent compartimentées (« quartier » dédié à l'élevage, « quartier » de stockage agricole, « quartier » des métallurgistes), les fragments de meules sont répartis sur toute la superficie du village, indiquant que tous les occupants, quelle que soit leur activité ou leur statut, procèdent ou font procéder à la transformation des céréales nécessaires à leur alimentation. En comparant les données démographiques avec le nombre de bâtiments et de silos, B. Lambot répartit la population des deux horizons principaux (La Tène C2-D1) en 17 puis 24 foyers, chaque horizon chronologique rassemblant deux à trois générations¹⁵⁴⁶. Les 175 meules répertoriées se rapportent donc à 88 moulins, soit un peu plus de deux par foyer et par horizon, ou très schématiquement un par génération (une vingtaine d'années). Malgré tous les biais sur lesquels est basée cette estimation¹⁵⁴⁷, la fouille d'Acy-Romance révèle un phénomène que l'on pressentait : même au sein d'un habitat groupé, chaque foyer est équipé d'un moulin manuel qui dure une génération.

Le problème peut être abordé à une échelle géographique plus large par le biais du statut et de l'attribution fonctionnelle des sites, afin de déterminer si la mouture est pratiquée de la même manière sur les sites de production (sans habitat), de production/consommation (fermes) et de consommation seule (habitat aristocratique). Sur les terrasses de la boucle du Vaudreuil dans la basse vallée de la Seine, un vaste terroir a été décapé à l'occasion de l'aménagement de la ZAC des Portes à Val-de-Reuil (Eure)¹⁵⁴⁸. L'état de La Tène D1 (deuxième moitié du II^e siècle av. J.-C.) de la ferme du « Clos Saint-Cyr » apporte un nouvel éclairage quant à la localisation des activités de mouture sur les établissements ruraux laténiens. Le quart nord-ouest de l'enclos étendu sur un demi-hectare est occupé par trois bâtiments sur poteaux dont une maison d'habitation qui a livré de la céramique fine. Une fosse située à proximité (St. 1309) renfermait les fragments d'un couple de meules manuelles en poudingue ainsi que des éléments de four et des pierres chauffées¹⁵⁴⁹. L'hypothèse proposée par les fouilleurs est orientée dans le sens d'une « *structure de stockage dont la physionomie diffère des modèles de silo habituellement observés* »¹⁵⁵⁰. Cette fosse pourrait servir au stockage à court terme qui nous manque souvent et qui autorise un prélèvement quotidien de grains pour la préparation alimentaire, ou encore à une fosse de travail du type de celle de Jaux. Des silos et des ensembles

mitage », 2 à Brunémont « rue Neuve Blanche Terre », 1 à Cuincy « la Brayelle », 4 à Onnaing « le Mont de Rétau »
1542 BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2017b, p.117-119
1543 LAMBOT 1998, p. 80
1544 *Ibid.*, p. 83-84
1545 BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2017b, p. 127, fig. 10
1546 LAMBOT 1998, p. 82
1547 Seuls les deux horizons principaux sont pris en compte ; le NMI est formé par des fragments parfois très petits et brûlés et exclut les quelques meules va-et-vient identifiées ; les enfants sont très peu représentés dans les tombes et les ossements des catégories sociales inférieures sont dispersés sur le site.
1548 BEURION 2012, p. 356-360
1549 Val-de-Reuil (Eure) « le Clos Saint-Cyr » (fouille C. Beurion) : meules n° 139 et 140
1550 BEURION 2012, p. 159

de trous de poteaux assimilés à des restes de greniers sont également présents sur la ferme et peuvent, eux, se rapporter au stockage des céréales à moyen et long terme pour les semis de l'année suivante. À noter que l'établissement voisin, au lieu-dit « la Comminière », est perçu comme l'habitat aristocratique dont dépendraient les fermes périphériques parmi lesquelles celle du « Clos Saint-Cyr » montre les traces d'une production agricole. Son assiette n'est qu'à moitié comprise dans l'emprise de la fouille et la partie explorée n'a pas livré de meules rotatives. Nous ne pouvons donc trancher entre une délégation des activités de mouture dans les enclos périphériques, et une présence des meules dans l'autre moitié de cet enclos privilégié. Cependant, d'autres sites apportent des éléments de réponse et nous orientent vers la présence d'au moins un moulin manuel dans ou autour de chaque unité d'habitation, quel que soit son statut.

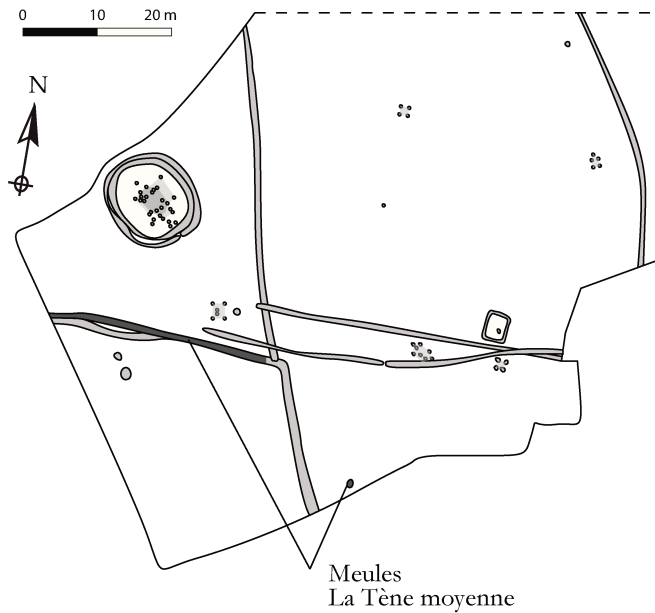


Figure 345 Plan de l'occupation de La Tène C de Longueuil-Sainte-Marie (Oise) « le Vivier des Grès ». Les meules sont retrouvées près des structures de stockage, devant l'entrée de l'enclos d'habitat privilégié. DAO : P. Picavet, d'après MALRAIN et al. 1997, p. 14.

Ainsi dans la vallée de l'Oise à Longueuil-Sainte-Marie « le Vivier des Grès » (Oise), un site d'habitat privilégié de La Tène C montre un bâtiment sur poteaux entouré d'un large fossé monumental (fig. 345)¹⁵⁵¹. Deux fragments de meta en calcaire à cérithes sont issus d'un fossé passant devant l'ouverture de cet enclos d'habitation. Un demi-catillus en calcaire à glauconie et nummulites provient d'un silo situé une soixantaine de mètres au nord-est de l'ouverture de l'enclos¹⁵⁵². La pratique d'une mouture vivrière est attestée et semble, ici encore, être opérée à l'extérieur de l'habitat à proximité des structures de stockage. Dans le fossé monumental, la céramique de préparation et de consommation est largement prédominante, associée à une petite quantité de vases de stockage, révélant une activité de subsistance limitée à la préparation alimentaire du foyer¹⁵⁵³.

De même, le site de la « route de Darnétal » au Mesnil-Esnard (Seine-Maritime) révèle un établissement rural fortifié de La Tène D entouré d'un fossé large de 6 m et profond de 3 m, sur lequel aucune activité de production agricole n'est avérée¹⁵⁵⁴. Les structures de stockage sont peu nombreuses et correspondent aux réserves alimentaires de l'établissement. Deux catillus et une meta manuels en poudingue, dont au moins un couple fonctionnel, attestent ici aussi la pratique d'une mouture vivrière¹⁵⁵⁵. Un tel site aristocratique voit sa consommation pourvue par les établissements producteurs voisins, mais la mouture est pratiquée sur place, directement avant consommation.

S'offrant comme son pendant virtuel, l'établissement fouillé sur la zone B du « Chemin aux Er-rants » à Val-de-Reuil dévoile une quarantaine de greniers bâtis le long d'un paléochenal de l'Eure. Leur développement à cet emplacement suggère l'existence d'un port d'embarquement de denrées

1551 MALRAIN et al. 1997

1552 Longueuil-Sainte-Marie (Oise) « le Vivier des Grès » (fouille F. Malrain) : meules n° 1288 à 1290

1553 MALRAIN et al. 1997, p. 203, fig. 55

1554 VARIN 2006, 2008 et 2010

1555 Le Mesnil-Esnard (Seine-Maritime) « route de Darnétal » (fouille W. Varin) : meules n° 1740 à 1743

alimentaires entre Eure et Seine à La Tène C2-D1¹⁵⁵⁶. Ces denrées, orge et amidonnier notamment, ne sont pas vouées à être consommées sur place et aucune meule n'a été mise au jour dans ce secteur. Les céréales sont donc, s'il fallait le rappeler, transportées en grains et non moulues avant transport. En revanche dans plusieurs greniers, elles apparaissent nettoyées, débarrassées de leur balle, ce qui semble étonnant pour un stockage préalable au transport. Cette préparation livre un produit « prêt à l'emploi » mais qui devra être consommé rapidement. La situation diffère des fermes de production/consommation dont les réserves doivent se conserver longtemps, et sont prélevées quotidiennement en petites quantités, décortiquées puis moulues pour la préparation alimentaire.

Au sud de cet ensemble, dans un enclos fossoyé dépourvu de structure de stockage, un seul bâtiment d'habitation/artisanat à cinq poteaux a livré un demi-catillus en poudingue normand¹⁵⁵⁷. Celui-ci révèle ici encore une pratique vivrière de la mouture par les occupants de la ferme. Les *dolia* sont absents et la vaisselle ouverte de préparation, de consommation et de présentation est prédominante. En parallèle, le bœuf et le poisson sont consommés et des caprinés semblent élevés pour leur lait. Différents aspects d'une petite unité domestique sont ainsi révélés à la charnière de La Tène moyenne et finale, à la périphérie d'un grand site dont les activités sont spécialisées et orientées vers la production et l'exportation de produits agricoles.

Pour finir, la présence d'un couple de meules en dehors du contexte agro-pastoral est attestée sur l'atelier de saunier du « Rossignol » à Gouy-Saint-André (Pas-de-Calais) à La Tène D¹⁵⁵⁸. Ce petit moulin manuel en poudingue normand provient d'une fosse contenant divers éléments détritiques, notamment des rebuts de métallurgie. Ces deux types de rejets témoignent des activités annexes à un atelier de production artisanale : entretien de l'outillage métallique et alimentation du personnel. Quant aux *oppida* qui symbolisent l'urbanisation du monde celtique, leur occupation n'intervient dans le nord de la Gaule que dans les phases tardives du Second Âge du Fer. Quelques meules y sont issues de contextes de La Tène D, mais on ne peut que constater leur présence et non analyser leur contexte avec précision. À Pommiers (Aisne)¹⁵⁵⁹ comme au « Trinchi » à Cugnon (Bertrix, Prov. Luxembourg)¹⁵⁶⁰ ou à Olloy-sur-Viroin (Prov. Namur)¹⁵⁶¹, les meules reposent à l'écart de leur lieu d'utilisation supposé. À Ambleny « le Pressoir » (Aisne)¹⁵⁶², la présence de céréales est bien signalée à proximité des meules, mais la découverte est ancienne, probablement fortuite et dépourvue de contexte archéologique. Les autres *oppida* étudiés ici ne connaissent une occupation qu'à l'époque augustéenne.

14.2.3 Conclusion sur la mouture à la fin du Second Âge du Fer

Malgré l'exemple de la ferme sud du « Chemin aux Errants » à Val-de-Reuil (meule découverte dans une possible unité d'habitation), la mouture semble exclusivement réalisée en dehors des bâtiments principaux, aux abords des structures de stockage. Peut-être n'assiste-t-on par là qu'à la mise au rebut des fragments de meules à l'extérieur de l'habitat après rupture. Toujours est-il que les fragments ne sont que rarement ramassés dans les zones de rejet domestique habituelles pour cette période, les fossés d'enclos¹⁵⁶³. Si leur rejet intervient près de leur lieu d'utilisation, la proximité systématique des lieux de stockage n'est pas fortuite et est au contraire un bon indice de leur place sur le site. La

1556 MOREAU *et al.* 2011 et 2015

1557 MOREAU *et al.* 2011, p. 38, 40 et 43 ; MOREAU *et al.* 2015, p. 552-553

1558 Gouy-Saint-André (Pas-de-Calais) « Rossignol » (fouille A. Masse) : meules n° 1479 et 1480 ; MASSE 2011

1559 POMMEPUY 1999 ; ROBERT, LANDRÉAT 2005

1560 MATTHYS, HOSSEY 1979

1561 Olloy-sur-Viroin (Prov. Namur) « Plateau des Cinques » (fouille J.-L. Pleuger, E. Warmenbol et F. Martin) : meules n° 234 et 235

1562 Ambleny (Aisne) « le Pressoir » : meules n° 2 et 3 ; JOFFROY 1884, p. 29-30

1563 MALRAIN, PINARD 2006, p. 85 ; MATHIOT 2012, p. 18

présence récurrente des fragments de meules dans les silos ne témoigne pas d'un lien absolu meule/silo en contexte d'utilisation, mais bien d'une situation terminale qui voit le rejet de meules rendues inutilisables dans des structures creusées servant de dépotoirs après usage (l'aspect symbolique de ces rejets sera abordé § 15.2.1). Les silos proches des aires de mouture servent de dépotoirs comme le font les fossés proches de l'habitat. Quel que soit le statut du site, il semble ainsi que la mouture soit opérée dans des espaces dédiés, proches des aires de stockage où sont creusés les silos et bâtis les greniers, et en dehors de l'habitat. Cela permet, d'une part d'en éloigner cette activité salissante et les nuisibles qu'elle peut attirer, d'autre part de la faire pratiquer par une personne de condition éventuellement servile, extérieure au cercle familial.

La mouture à la fin de l'Âge du Fer est donc vivrière, pratiquée partout de la même façon et au jour-le-jour pour la consommation de céréales. L'existence rarement perçue de moyens de stockage à court terme, récipients en terre cuite ou en matériaux périssables (sacs, caisses), doit alors être supposée pour procéder au prélèvement quotidien des grains à moudre, comme ce peut être le cas dans la ferme du « Clos Saint-Cyr » à Val-de-Reuil, ou encore sur l'oppidum de Villeneuve-Saint-Germain où aux silos sont associés de nombreux restes de *dolia*¹⁵⁶⁴. Si la céramique de préparation culinaire, de présentation et de consommation est bien attestée dans l'habitat, il faut à l'avenir être vigilant quant à la présence de vases de stockage dans les zones supposées être dévolues au traitement des récoltes¹⁵⁶⁵. La place du moulin est donc à la charnière du domaine agricole et de la sphère domestique ; et s'il faut choisir un « camp », le moulin doit bien être placé parmi le mobilier domestique. Le constat est le même pour les structures de stockage et les restes d'ossements animaux, qui témoignent d'abord des moyens de subsistance des habitants, et seulement indirectement d'activités agricoles et d'élevage proprement dits¹⁵⁶⁶. L'exemple des habitats non agricoles montre que la présence du moulin et de silos ne trahit pas systématiquement la pratique d'activités agricoles ; inversement, le cas du « Chemin aux Errants » à Val-de-Reuil indique que la pratique intense d'activités agricoles n'implique pas la réalisation de toutes les étapes du traitement des récoltes sur place. Finalement, l'idée d'une pratique collective de la transformation alimentaire doit être abordée avec beaucoup de précautions. En effet, contrairement au nord-est de la péninsule ibérique où les établissements fortifiés de hauteur de l'Âge du Fer se dotent d'espaces collectifs de mouture avec des moulins « poussés » de grand format, les campagnes du nord de la Gaule ne fournissent que des moulins manuels jusqu'à la première moitié du I^{er} siècle de notre ère. La mouture est donc réalisée dans un cadre vivrier au sein de groupes probablement réduits au cercle familial. D'ailleurs, hormis dans les cas de Verberie ou de Jaux où une mise en commun du matériel de mouture peut effectivement être supposée entre plusieurs branches d'une unité familiale (trois à quatre bâtiments interprétés comme étant voués à l'habitation dans un même enclos), aucun indice réel de regroupement n'est attesté. Au contraire, l'exemple d'Acy-Romance est éloquent : le matériel de mouture est présent à proximité de chaque unité d'habitat et très dispersé. Et ce n'est pas parce que la mouture est pratiquée à l'extérieur des bâtiments d'habitation qu'elle est collective. Rappelons que nous ne pouvons que conjecturer sur la notion de propriété qui peut exister à l'Âge du Fer, mais que la structuration du territoire sous forme d'enclos plus ou moins individuels, autant en milieu ouvert qu'à l'intérieur même des *oppida*, semble bien aller dans le sens d'une matérialisation de la volonté de garder près de soi une partie de son cheptel et de ses récoltes¹⁵⁶⁷. « *Simplees barrières ou ouvrages démesurés dont l'efficacité, voire l'utilité peuvent parfois être mises en doute, l'objet de ces aménagements relève, en quelque sorte, d'une compétitivité sociale qui n'a d'autre but que d'afficher le pouvoir de ceux qui ont les moyens*

1564 DEBORD 1990, p. 163

1565 GRANSAR *et al.* 2000, p. 244

1566 MALRAIN, BLANQUAERT 2009, p. 34

1567 Sur les fossés d'enclos et la propriété foncière : BRUNAUX 2000

de les réaliser ». ¹⁵⁶⁸ Ainsi sur l'oppidum de Moulay, « *les quartiers exclusivement résidentiels sont organisés sur le modèle du lotissement, comme en témoigne la quarantaine de bâtiments de la zone méridionale (habitations, greniers et annexes organisés en unités) qui ont laissé des traces* » ¹⁵⁶⁹.

Si mise en commun des moyens matériels il y a, celle-ci ne dépasse pas le cercle familial élargi. En revanche, outre les pratiques culturelles et religieuses, la réalisation de certaines tâches dans un cadre collectif au cours des saisons de travail intensif (labour, fauchage, moisson, etc.) est à peu près certaine, comme c'est encore le cas dans les campagnes aux époques moderne et contemporaine. Un indice du contrôle que peut exercer le pouvoir sur ces tâches et sur ces « lotissements » réside notamment dans la largeur des fossés de certains habitats dits « aristocratiques ». L'ampleur des travaux nécessite de pouvoir mobiliser une main d'œuvre nombreuse et l'on peut de même imaginer une telle mobilisation pour les travaux agricoles ¹⁵⁷⁰. L'étude des nécropoles d'Acy-Romance montre par exemple qu'autour d'une famille puissante gravitent 6 à 7 familles modestes « *ayant toutes des liens de parenté par le sang ou par alliance* » ¹⁵⁷¹. Si celles-ci participent à des activités communes, il paraîtrait peu probable qu'elles partagent le mobilier domestique dont l'archéologie démontre la variabilité d'un habitat à l'autre en fonction de son statut supposé ¹⁵⁷².

14.3 De la conquête de la Gaule à celle de la Bretagne

14.3.1 Contexte urbain et militaire

Après la Guerre des Gaules, les villes et les établissements ruraux tardo-latétiens et augustéens livrent des meules rotatives qui témoignent de manière fugace de l'alimentation de la population gauloise (tableau 3). Quelques exemples militaires romains montrent en miroir les indices de celle des armées romaines.

L'oppidum du « Câtelier » à Orival (Seine-Maritime), qui domine la Seine et verrouille la boucle de Rouen, livre les vestiges d'une occupation domestique, et notamment d'un habitat vraisemblablement privilégié au regard du mobilier rejeté (importations italiques et de Gaule de l'Est), mais dépourvu de caractère militaire ¹⁵⁷³. Parmi ces vestiges, un lot de fragments de meules trahit encore la pratique d'une mouture manuelle destinée à la subsistance des groupes qui l'occupent à La Tène D2 et au début de l'époque augustéenne ¹⁵⁷⁴. Les restes de céréales collectés correspondent majoritairement à des caryopses déjà nettoyés et triés d'épeautre et d'orge vêtue ¹⁵⁷⁵. Le décorticage a été effectué en amont et les grains sont prêts à être moulus et consommés. Si la production céréalière

Tableau 3 Nombre de meules par type de site et nombre de sites de chaque type à l'époque augusto-claudienne.

Type de site	Nb de meules	Nb de sites
Habitat rural ouvert	27	15
Oppidum	10	2
Hors contexte	7	1
Atelier de saunier	6	1
Chef-lieu	3	2
Sanctuaire	1	1
Agglomération secondaire	1	1
Camp d'auxiliaires	1	1

1568 *Ibid.*

1569 LE GOFF, MOREAU 2012, p. 157

1570 MALRAIN 2010, p. 62-64

1571 LAMBOT 1998, p. 80

1572 MALRAIN 2010, p. 63-64

1573 BASSET 2013 et 2017

1574 Orival (Seine-Maritime) « le Câtelier » (fouille C. Basset) : meules n° 1752 à 1760

1575 Étude L. Berrio dans BASSET 2017, p. 187-196

n'est pas attestée sur place, le stockage est bien avéré et il faut de nouveau mettre virtuellement en relation ce site de consommation avec les batteries de greniers du « Chemin aux Errants » à Val-de-Reuil qui conservaient pour expédition des grains d'orge et d'amidonner débarrassés de leur balle (voir § 14.2.2). Dans l'optique d'une consommation quotidienne par des populations ne produisant plus leur propre alimentation, le décorticage des grains vêtus pourrait donc être pratiqué sur des lots importants et peut-être avant le transport. Dès lors avec le regroupement de l'habitat à partir de La Tène D1, puis avec la nécessité probablement inédite d'approvisionner des troupes militaires nombreuses lors de la Guerre des Gaules, l'économie agricole ne vise plus à la simple subsistance de cercles familiaux et connaît une organisation qui d'une part découle du dégagement de surplus, d'autres part vise à en produire d'avantage¹⁵⁷⁶. L'*oppidum* de Moulay, de nouveau, dispose par exemple de terres agricoles insuffisantes à l'intérieur de son enceinte pour subvenir à ses propres besoins. Des espaces probablement dédiés à l'élevage et au maraichage y sont identifiés, mais sa population dépend du territoire alentour pour son approvisionnement en grain¹⁵⁷⁷. De même, le territoire dépendant du village d'Acy-Romance est estimé à 1000 hectares pour une surface habitée de 15 hectares¹⁵⁷⁸.

Au cœur de la ville de Reims (Marne), lors de la fouille de la « rue des Fuseliers », a été mis au jour un moulin manuel complet en calcaire à cérithes, dans les niveaux de destruction d'un habitat léger (sol de craie pilée, élévation en bois et torchis) de la première partie du règne d'Auguste. Celui-ci présente en tous points une forme gauloise : le catillus est le stéréotype du type 1 de C. Pomme-puy, que l'on retrouve en grande quantité sur l'*oppidum* de Villeneuve-Saint-Germain à La Tène D2¹⁵⁷⁹. Ce petit moulin témoigne d'une mouture manuelle dans l'habitat rémois alors que s'établissent déjà les bases de la jeune capitale de Gaule Belgique. Pourtant, une partie du sol était couverte de graines de blé tendre (froment) carbonisées, totalement nettoyées et prêtes à l'emploi. Ce cas particulier montre le paradoxe d'une mouture de céréales « romanisées » (céréales à grains nus panifiables) réalisée avec des outils typiquement gaulois. À la fin du I^{er} siècle av. J.-C. la production agricole autour de Reims répond déjà à la demande urbaine en céréales fournissant un pain blanc à pâte levée, à laquelle réagit aussi rapidement l'importation parfois lointaine de céramique de table¹⁵⁸⁰. En revanche, la forme du matériel de mouture fabriqué régionalement évolue très lentement, tout comme la céramique de service et de cuisine. La romanisation passe par la présentation, non encore tout à fait par la préparation. L'hypothèse d'une meunerie artisanale urbaine est avancée avec réserve par les fouilleurs¹⁵⁸¹ mais ne peut être retenue en raison de la faible échelle de transformation possible avec un moulin manuel. Si atelier il y a, les vestiges du travail d'un cornetier à partir de corne de bœuf sont bien plus probants et les meules doivent pourvoir au moins à l'alimentation de sa famille, voire de son personnel.

Un constat similaire peut être établi quelques décennies plus tard à Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais) bien que l'assemblage mobilier et l'état de conservation des vestiges ne soient pas aussi favorables. Fouillé 400 m au sud de la ville haute où s'installe la *classis Britannica* sous Claude, un habitat doublé d'un aménagement des berges du Val Saint-Martin a livré un catillus manuel en calcaire à lumachelles probablement local¹⁵⁸². Le niveau qui le contenait correspond au nivellement/abandon de l'état augusto-tibérien du site à la fin du règne de Tibère ou au début de celui de Claude. La pièce est donc immédiatement antérieure ou contemporaine de la militarisation du

1576 MALRAIN, BLANCQUAERT 2009, p. 22 ; MALRAIN 2010, p. 72

1577 LE GOFF, MOREAU 2012, p. 157

1578 LAMBOT 1998, p. 83

1579 POMMEPUY 1999, p. 129 et 137

1580 BALMELLE, SINDONINO 2004, p. 36

1581 *Ibid.*, p. 41 et 383

1582 Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais) « rue E. Branly » (fouille O. Blamngin) : meule n° 1334

secteur de Boulogne et de la conquête de la Bretagne qui lui fait face. Bien que sa position déritique sur une parcelle exigüe n'indique rien de valable sur la place du moulin dans l'habitat urbain (extérieur du bâtiment), cette meule témoigne en elle-même d'une pratique vivrière de la mouture au moyen d'un outil de production locale ou micro-régionale (Boulonnais) à une époque où l'approvisionnement des troupes romaines sur le littoral commence à peine à s'organiser et à créer un appel d'air pour la consommation civile. D'ailleurs à Boulogne, « *le mobilier céramique mis au jour, avec des importations rares en provenance de toutes les régions de l'empire, donne une "image" très proche de ce que l'on retrouve sur des sites militaires régionaux* »¹⁵⁸³. Soulignons que dans ce cadre civil, la mouture reste manuelle malgré la proximité de la rivière. Hormis les meules hors contexte conservées au musée de Boulogne, nous ne disposons malheureusement d'aucune donnée sur la ville haute qui accueille l'armée.

Contrastant avec ces cas de mouture « à la gauloise », l'*oppidum* du Titelberg (Pétange, Grand-Duché de Luxembourg)¹⁵⁸⁴ et le camp d'Haltern (Rhénanie-du-Nord-Westphalie)¹⁵⁸⁵, dont les installations romaines apparaissent dès l'époque augustéenne, livrent chacun les vestiges de moulins à traction animale de type « Pompéi » qui témoignent typiquement d'une transformation des céréales « à la romaine ». Ce sont aussi les premiers moulins qui permettent d'excéder les faibles rendements des moulins manuels et de nourrir des populations en dehors du strict cadre familial ou du *contubernium* (8 soldats) en ce qui concerne les légions romaines. Sur le Titelberg, le fragment est rejeté dans le comblement d'une cave située derrière l'entrée sud de l'espace public, à proximité du secteur d'habitat. On ne peut dire s'il intervenait en milieu civil ou militaire : en effet, l'*oppidum* livre des indices de la présence militaire romaine dès le troisième tiers du I^{er} siècle av. J.-C., mais devient aussi un *vicus* à vocation commerciale à la même époque¹⁵⁸⁶. À Haltern en revanche, il provient de l'intérieur du camp et nourrissait vraisemblablement les troupes au moment de la conquête de la Germanie.

L'autre exemple actuellement le plus significatif est celui du camp augustéen d'Hermeskeil (Rhénanie-Palatinat)¹⁵⁸⁷. Sur un échantillon de quatre meules manuelles sont identifiées une pièce en vauugnérinite du Morvan, une en roche volcanique du Massif Central et deux en roche volcanique de l'Eifel, analysées par T. Gluhak. Les deux premières témoignent assez clairement du passage des légions dans le centre de la Gaule puisque ces roches sont très rarement identifiées plus au nord. Les deux autres trahissent en revanche un approvisionnement auprès des réseaux locaux, fournis depuis les ateliers du Bellerberg dans un espace rhénan en cours de stabilisation. À cette époque dans ce genre de camp saisonnier, la mouture est donc encore exercée manuellement avec des moulins que transportent les légionnaires d'un camp à l'autre. Lorsque ceux-ci deviennent hors d'usage, ils en acquièrent de nouveaux dans la région d'accueil.

14.3.2 *En milieu rural*

Les établissements ruraux à vocation agro-pastorale de La Tène moyenne et finale connaissent un destin assez variable avant et après la conquête romaine. Certains tendent à disparaître au cours du I^{er} siècle av. J.-C. (un tiers des établissements dans la Somme)¹⁵⁸⁸. D'autres se déplacent ou maintiennent une occupation sur place, et leur organisation peut rester modeste (type ferme, un autre tiers) ou évoluer vers un plan de villa vers le milieu du I^{er} siècle de notre ère (un troisième tiers des

1583 BLAMANGIN 2016

1584 Pétange (G-D Luxembourg) « Titelberg » (fouille C. Gaeng) : meule n° 451

1585 WILLIAMS, PEACOCK 2011b

1586 METZLER 1995 ; GAENG *et al.* 2014, p. 26-29

1587 HORNUNG *et al.* 2015

1588 BAYARD 1996, p. 166

occupations). Les situations sont aussi variables que le nombre d'opérations archéologiques sur ce type d'établissement, et évoluent différemment d'une région à l'autre. Très schématiquement, la région picarde et normande est caractérisée par une continuité de l'habitat alors que l'espace rhénan est marqué par une certaine discontinuité résultant des profonds remaniements exercés par l'armée puis l'administration romaine entre le milieu du I^{er} siècle avant et le milieu du I^{er} siècle après J.-C. À la toute fin de La Tène finale, l'enclos de « la Chouette » à Saint-Gilles-de-la-Neuville (Seine-Maritime) ne diffère pas des établissements des périodes précédentes dans son organisation et perdure au I^e siècle de notre ère. Dans la deuxième moitié du I^{er} siècle av. J.-C., le fossé d'enclos encinte les traces de deux bâtiments, d'un grenier, ainsi que deux mares et plusieurs fosses¹⁵⁸⁹. Les fragments de meules attribués à cette phase proviennent du fossé d'enclos, de part et d'autre de son entrée, à proximité d'un bâtiment de 11 m sur 4 dont la fonction n'est pas identifiée¹⁵⁹⁰. Il est possible que les meules soient ici plutôt associées à l'habitat qu'aux structures de stockage.

À Heudebouville (Eure) à l'extérieur d'un méandre de la Seine, les fouilles de la « Butte Colas » ont dévoilé les vestiges d'un autre établissement rural occupé à partir du II^e siècle av. J.-C., remodelé dans la seconde moitié du I^{er} av. J.-C. et abandonné sous le règne d'Auguste pour laisser la place à un nouvel établissement dans la première moitié du I^{er} siècle de notre ère¹⁵⁹¹. L'état assigné à La Tène D1 n'a livré qu'un fragment de catillus en poudingue¹⁵⁹². Celui-ci était issu d'un tronçon du fossé d'enclos situé à l'arrière d'un bâtiment à six poteaux dont la fonction d'habitation peut être suspectée mais non assurée en raison du manque de vestiges matériels (atelier ? grenier ?). L'état tardo-laténien a livré un catillus et une meta manuels en poudingue entiers formant un couple fonctionnel, ainsi que deux morceaux de catillus en grès¹⁵⁹³. Trois de ces pièces (un catillus en grès est hors contexte) sont issues du fossé d'extension de l'enclos principal, dans la partie méridionale du site, très à l'écart des bâtiments d'habitation. La zone paraît presque vide de structures mais au moins un grenier est bâti dans ce secteur, révélant une fois encore une proximité des activités de mouture et du stockage des céréales.

À Lesquin (Nord), l'aménagement de la « ZAC du Mélançois » a suscité la fouille d'un terroir entier occupé du Néolithique au haut Moyen Âge¹⁵⁹⁴. Le site gaulois et gallo-romain est singularisé par un ensemble d'habitats enclos de type « ferme indigène » intégrés dans un vaste réseau parcellaire dont l'organisation et l'orientation semblent continues avant et après la conquête. Avant l'arrivée massive des meules gallo-romaines en Grès de Macquenoise et en arkose grossière à la fin du I^{er} ou au début du II^e siècle, un ensemble de meules trapues en grès quartzitique dit « landénien » se rattache à l'occupation tardo-laténienne (deuxième moitié du I^{er} siècle av. J.-C.) qui perdure au I^{er} siècle de notre ère¹⁵⁹⁵. Sur ce site comme souvent dans ce secteur du territoire ménapien, les formes laténiennes restent ainsi en usage jusqu'au milieu du I^{er} siècle et leur rejet après réemploi intervient jusqu'à la fin de ce siècle. Plusieurs de ces meules (5 individus sur 11 de cette catégorie) sont en effet réemployées en contexte de métallurgie, ce qui les éloigne de leur contexte primaire d'utilisation ; les autres proviennent de diverses fosses de rejet situées dans le secteur d'habitat.

La ferme « indigène » de la « Gare d'Eau » à Carvin (Pas-de-Calais) montre le même intérêt de livrer une occupation étendue depuis La Tène D2 jusqu'au milieu du I^{er} siècle de notre ère, dévoilant certaines modalités de la pénétration de la culture romaine dans les campagnes à la limite des

1589 BLANQUAERT 1993

1590 Saint-Gilles-de-la-Neuville (Seine-Maritime) « la Chouette » (fouille G. Blancquaert) : meules n° 1808 à 1810

1591 LUKAS 2013

1592 Heudebouville (Eure) « la Butte Colas » (fouille D. Lukas) : meule n° 111

1593 Meules n° 110, 112, 114 et 115

1594 DEFLORENNE (rapport en cours)

1595 Lesquin (Nord) « ZAC du Mélançois » (fouille C. Deflorennes) : meules n° 894 à 903

territoires atrébate et ménapien¹⁵⁹⁶. L'enclos principal abrite cinq bâtiments sur poteaux et une zone de stockage comprenant greniers et silos, l'ensemble étant structuré sur le modèle des occupations gauloises antérieures à la conquête. Le site a été nettoyé avant son abandon et l'essentiel du mobilier reposait dans l'un des fossés d'enclos. Il est donc difficile d'extrapoler la position des différentes activités et d'attribuer une fonction aux bâtiments. Les deux fragments de meules découverts en position détritique correspondent à de petits moulins manuels gaulois taillés en grès quartzitique dit « landénien »¹⁵⁹⁷. Comme souvent sur les sites ruraux ménapiens, la céramique est encore largement modelée tout au long du Haut-Empire voire jusqu'à la fin de l'Antiquité, trahissant un maintien de traditions techniques et de consommation fortes¹⁵⁹⁸. De même que les meules, la céramique de préparation est encore très « indigène » alors que « *la vaisselle de table, plus ostentatoire, forme l'avant-garde des modifications culturelles* » qui interviennent à cette période¹⁵⁹⁹.

Toujours chez les Ménapiens mais en milieu littoral, le site du « Château » à Steene (Nord) livre les restes d'un habitat rural doublé de sa nécropole et lié à un atelier de saunier. L'occupation principale est continue depuis la fin du Second Âge du Fer jusqu'au III^e siècle, puis reprend à l'époque carolingienne. Les meules y sont nombreuses pour chaque phase d'occupation, mais souvent dispersées par les remaniements que connaît le site au cours de ses occupations successives. Leur rassemblement au sein d'ensembles pétro-typologiques intègre cependant chaque ensemble au sein d'une phase précise. Le scénario est similaire à celui de Lesquin, avec des meules en grès quartzitique assignées à La Tène finale et au I^{er} siècle de notre ère¹⁶⁰⁰, des meules en Grès de Macquenoise qui arrivent dès l'époque augustéenne¹⁶⁰¹ pour se multiplier à la fin du I^{er} siècle, et des meules en roche volcanique qui apparaissent au milieu de ce siècle. La découverte de ces dernières sur le littoral ménapien témoigne directement du réseau de distribution en provenance de Germanie qui s'est mis en place suite à la conquête de la Bretagne et qui provoque la disparition des productions antérieures.

Chez les Rèmes, les établissements ruraux de la ZAC du « Griffon » à Barenton-Bugny (Aisne) et de Bezannes (Marne), accueillent de la même façon des occupations qui perdurent entre La Tène finale et l'époque romaine. À Barenton-Bugny, les différents secteurs de fouille (100 ha diagnostiqués, 15 ha fouillés) ont livré un NMI de 102 meules rotatives manuelles étudiées par A. Audebert et V. Le Quellec¹⁶⁰². Celles-ci sont présentes sur toutes les parcelles appréhendées et réparties sur toute la durée de l'occupation. Pour la période de transition entre La Tène D2b et la première moitié du I^{er} siècle, le secteur H révèle un enclos fossoyé de type gaulois à l'extérieur duquel deux fosses ont livré une importante concentration de fragments de meules. Ces fosses sont localisées à la fois près de l'entrée nord de l'enclos et de deux grands greniers¹⁶⁰³. Une autre concentration est relevée dans l'enclos du secteur M, encore à proximité d'un grenier non daté. L'hypothèse d'établissements spécialisés dans le stockage et le traitement des céréales, produisant des surplus et approvisionnant les habitats alentours est avancée par les auteurs de l'étude¹⁶⁰⁴.

À Bezannes, 5 km au sud-ouest du centre de Reims, malgré la vaste étendue sondée (300 ha de diagnostic, une vingtaine de sites fouillés), les meules rotatives étudiées par M. Etchart-Salas à l'occasion du colloque de Reims sont relativement peu nombreuses : 17 catillus, 12 metas et 27

1596 LEFEVRE 2012

1597 Carvin (Pas-de-Calais) « ZAE de la Gare d'Eau » (fouille P. Lefèvre) : meules n° 1366 et 1367

1598 DE CERCQ *et al.* 2007, p. 502-505 ; VENANT 2016 ; à Carvin : étude S. Willems dans LEFEVRE 2012, p. 376-377

1599 DE CERCQ *et al.* 2007, p. 505

1600 Steene (Nord) « rue du Château » (fouille A. Delaunay) : meules n° 1102 à 1107

1601 Meules 1109 à 1113

1602 AUDEBERT, LE QUELLEC 2014

1603 *Ibid.*, p. 78

1604 *Ibid.*, p. 82

fragments de catégorie indéterminée¹⁶⁰⁵. À noter qu'à la différence des périodes précédentes, les fragments de meules sont ici majoritairement rejetés dans les puits et non plus dans les fossés ni dans les structures de stockage, ce qui peut d'emblée révéler un déplacement des activités de mouture. Un premier site (« Champ Drillon E ») ressemble fort aux fermes indigènes précédentes puisque, dans un enclos fossoyé du I^{er} siècle, un bâtiment sur poteaux est associé à un puits et à quelques fosses ; les fragments d'un catillus et d'une meta y ont été mis au jour, traduisant, comme à La Tène moyenne et finale, une pratique vivrière de la mouture dans une unité domestique unique. En revanche, deux autres sites correspondent à des habitats groupés : plusieurs dizaines de bâtiments sur poteaux au « Champ Drillon 3b3C1 et 2 » entre La Tène D2 et la fin du I^{er} siècle ; dix-neuf bâtiments aux « Charolles » pour la seule période augustéenne. Ils ont livré assez peu de meules : 10 catillus et 7 metas sur la première parcelle, 4 catillus et 1 meta sur la seconde¹⁶⁰⁶. La faiblesse de ce corpus au regard du nombre de bâtiments pourrait, soit trahir une destination non domestique pour ces bâtiments, soit confirmer l'idée évoquée à Barenton-Bugny d'un début de regroupement du matériel de mouture manuel témoignant d'une spécialisation des établissements au début de l'époque romaine. Cette idée trouverait son répondant dans les siècles suivants sur d'autres sites qui ont pu faire l'objet d'une fouille extensive dévoilant un terroir entier (Lauwin-Planque et Onnaing dans le Nord, Val-de-Reuil dans l'Eure). Cependant, appuyer cette hypothèse signifierait de travailler, non seulement sur les meules mais aussi sur leur absence, ce qui demande de nouvelles investigations documentaires. D'autre part, conclure à l'absence de meules sur un site est très délicat tant sont multiples les paramètres qui peuvent empêcher leur détection et leur ramassage : réemplois successifs avant rejet, fouille partielle des occupations, nombre de générations qui ont occupé le site, cristallisation de certaines phases et remaniement des autres, etc. L'idée peut être avancée mais doit encore être étayée.

14.3.3 Conclusion sur l'évolution des pratiques de mouture après la conquête romaine

L'objectif n'est pas ici de s'étendre sur la notion de « romanisation », concept largement débattu par ailleurs¹⁶⁰⁷, mais de comprendre l'évolution d'une pratique vivrière quasi-quotidienne dans un contexte de profonds changements matériels et culturels.

En milieu civil à Carvin ou Steene comme à Reims, la romanisation de l'alimentation passe par l'ostentation, et pas encore par des pratiques techniques qui ne se mettent en place que très progressivement et ne seront vraiment perceptibles qu'au milieu du I^{er} siècle. La consommation « à la romaine » est d'abord adaptée aux pratiques et aux outils gaulois : des grains nus sont moulus à Reims avec un moulin gaulois pour fabriquer du pain à pâte levée ; à la campagne, la vaisselle de présentation est souvent tournée et importée alors que celle de préparation est encore modelée, tout au moins dans la frange la plus septentrionale de la région, etc. À l'échelle de l'ensemble de la ville de Reims, l'étude interdisciplinaire dirigée par P. Mathelard montre que « *la vaisselle de table, dont les assiettes exagérément représentées, et la présence d'épices rares au I^{er} siècle, à un moment où la batterie de cuisine n'a pas encore évolué, semblent aller de pair dans une volonté de paraître. Elles dénotent, tout comme la présence faible des coupes, de l'acquisition de produits, mais pas de savoir-faire qui n'apparaîtront que dans la seconde moitié du I^{er} siècle ap. J. C. et surtout au cours du II^e siècle ap. J.-C., pour se développer tout au long du III^e siècle ap. J. C.* »¹⁶⁰⁸.

Dès la seconde moitié du I^{er} siècle, consommation et pratiques techniques évoluent rapidement

1605 ETCHART-SALAS 2017

1606 ETCHART-SALAS 2017, p. 109

1607 Par exemple mettant l'accent sur l'importance de l'identité provinciale tout en insistant sur l'adoption du Latin comme facteur d'intégration : ROYMANS 1996 ; DERKS, ROYMANS 2009 ; DE CLERCQ 2010 ; appelant à une complémentarité des sources pour conserver et comprendre le concept de « romanisation » : LE ROUX 2004

1608 MATHELARD *et al.* 2014, p. 300

pour converger vers la fabrication d'outils et la mise en place d'habitudes proprement gallo-romaines. En contexte militaire, l'arrivée de pratiques romaines dans le nord de la Gaule et en Germanie intervient « de fait » avec les déplacements des troupes et leur installation au contact des populations locales. Des objets romains ou provenant de Gaule méridionale et centrale, dont des moulins pompéiens, sont apportés tels quels et tranchent radicalement avec le mobilier gaulois utilisé sur place. La percolation de la culture matérielle dans la société se fait alors progressivement en un siècle, et peut-être inconsciemment puisqu'il apparaît de plus en plus clairement qu'en Gaule, Romains et Gaulois, militaires et civils, étaient mêlés jusqu'au I^{er} siècle de notre ère. Les soldats édifient et occupent les villes nouvelles où se rassemble une partie de la population civile¹⁶⁰⁹, et les vétérans peuplent les campagnes où ils se mêlent à la population rurale.

Il faut alors garder à l'esprit que la forme des meules ne dépend pas (ou peu) de la volonté des consommateurs mais bien de savoir-faire techniques assimilés et transmis au sein des ateliers. Leur façonnage en série répond à un compromis constant entre ce que connaît antérieurement l'artisan et le résultat auquel il veut parvenir, ce qui laisse peut de place à l'innovation individuelle et soudaine. Ainsi, l'évolution morphologique des objets connaît des temporalités multiples qui diffèrent d'un atelier à l'autre. Si les meules ménapiennes en grès quartzitique conservent une forme gauloise jusqu'à la fin du I^{er} siècle et les meules calètes jusqu'au IV^e, c'est bien parce que les ateliers ont continué à les produire de la même façon. De leur côté, les consommateurs ne les ont pas délaissées, à l'instar de la céramique non tournée qui reste largement utilisée. Inversement, les carrières de Macquenoise et, dans une plus forte mesure celles de l'Eifel où l'on peut supposer l'arrivée d'artisans romains, semblent s'adapter très rapidement aux besoins de nouveaux consommateurs en produisant dès la première moitié du I^{er} siècle des meules cylindriques dont la surface active est plus étendue, peut-être plus proches des standards morphologiques « romains » ou du moins méditerranéens. Néanmoins, la transmission peut aussi intervenir assez subitement au sein de la population si l'innovation présente un grand intérêt et simplifie la vie des usagers : c'est le cas du rayonnage, qui est repéré sur certaines faces actives dès les premières décennies de l'occupation romaine et est réellement généralisé sur certains lithocorpus dès l'époque augustéenne (Grès de Macquenoise et roche volcanique). C'est pourquoi une utilité de ce type d'habillage dans le cadre du décortilage des céréales vêtues est avancée pour expliquer l'engouement que provoque cette pratique en Gaule Belgique et en Germanie (voir § 11.2.4). Sans un gain sensible de rendement et de confort, le consommateur ne prendrait pas la peine de rhabiller régulièrement ses meules avec une technique aussi complexe. Malgré la persistance de la culture des céréales vêtues au nord de la Seine, les grains d'épeautre ou d'amidonner peuvent alors être traités de la même façon que ceux du blé tendre cultivé plus au sud à condition de disposer de tamis.

Pour finir, une réelle mutation s'amorce conjointement avec l'installation pérenne des troupes romaines à l'époque augustéenne : avec les premiers moulins de grand format à traction périphérique, l'échelle de la transformation alimentaire devient collective et son exécution se spécialise. L'origine du moulin de grand format n'est ni gauloise ni même romaine, mais c'est bien la nécessité nouvelle dans la région de nourrir des populations en dehors du cadre familial qui justifie son expansion, comme elle justifie d'ailleurs la mise en place de nouveaux systèmes agraires. À la campagne, une certaine concentration du matériel de mouture commence à être observée à la même époque sur des sites d'habitat aggloméré. Ici encore, le changement d'échelle intervient d'abord avec les outils et les matériaux disponibles : des meules manuelles issues des réseaux d'approvisionnement habituels.

1609 Poux 2008, p. 428-432

14.4 Les moulins sous l'Empire romain

14.4.1 Ce que préconisent les agronomes latins

Pline dans son *Histoire Naturelle* nous apprend d'abord qu'« il n'y eut pas de boulangers (pistores) à Rome jusqu'à la guerre de Persée, plus de cinq cent quatre-vingts ans après la fondation de la ville. Les vieux Romains faisaient eux-mêmes leur pain ; c'était la besogne des femmes, comme ce l'est encore chez plusieurs nations »¹⁶¹⁰. Cette date du début du II^e siècle avant J.-C. corrobore la datation des premières meules de type « Pompéi » connues dans le monde romain, mais d'autres moulins « poussés » sont connus un peu plus tôt dans le Bassin méditerranéen : à Morgantina en Sicile à la fin du III^e avant et surtout sur les établissements de hauteur fortifiés de l'Âge du Fer ibérique à la fin du IV^e siècle avant notre ère¹⁶¹¹.

À la campagne, Caton recommande à la même époque au nouveau propriétaire de domaine de se doter, en plus d'un pilon à décortiquer le blé, d'« un moulin à ânes, un à bras, un d'Espagne »¹⁶¹². Le moulin « hispanique » (*molas Hispaniensis*) doit correspondre au moulin rotatif manuel si l'on considère que les Anciens étaient conscients de sa région d'origine, et sert de petit moulin d'appoint. Les deux autres n'interviennent peut-être pas en même temps, ou pas pour les mêmes besoins. Doivent impérativement y être adjoints « un âne pour la meule » et « un collier de meule »¹⁶¹³. La farine est produite pour l'alimentation humaine, mais entre aussi dans l'alimentation des animaux : Caton évoque l'engraissement des poules et des oies¹⁶¹⁴, Pline au début du I^{er} siècle nous parle de boules de farine d'orge données comme tonifiant aux bêtes de somme¹⁶¹⁵, et Columelle raconte qu'en Béotie et en Espagne, l'on distribue aux bœufs « des cicéroles écrasées [...que l'on] broie avec une meule suspendue »¹⁶¹⁶. Il indique aussi qu'« au mois de janvier, il faut leur donner à chacun quatre sextarii d'ers moulu »¹⁶¹⁷.

Les agronomes abordent aussi la mouture collective dans le cadre du domaine agricole : Columelle nous dit que « les dépendances d'une ferme se composent d'un four, d'un moulin d'une grandeur proportionnée au nombre de colons qui doivent l'habiter »¹⁶¹⁸ et Caton avance que « si l'on moule en commun, le politor [métayer ?] donne à moudre à proportion de ce qui lui revient dans le partage ; pour l'orge, que l'on donne le cinquième, au modius ; pour les fèves, le cinquième, au modius »¹⁶¹⁹. Ce qui indique bien que les infrastructures de mouture peuvent être partagées. Il précise que les travailleurs libres attachés au domaine reçoivent du grain qu'ils moudront eux-mêmes : « pour ceux qui travaillent aux champs, pendant l'hiver, quatre modii de blé triticum, pendant l'été quatre modii et demi ; pour le fermier, la fermière, le surveillant, le berger, trois modii ». Au contraire les esclaves reçoivent du pain : « pour les esclaves enchaînés, pendant l'hiver, quatre livres de pain ; quand ils commenceront à piocher la vigne, cinq livres de pain jusqu'à ce qu'il commence à y avoir des figues ; ensuite revenez à quatre livres »¹⁶²⁰. Il paraît donc fréquent en Italie que le maître installe un moulin de grand format sur son domaine et le mette à disposition des paysans des alentours qui travaillent pour lui et dépendent de lui par des relations de clientélisme. C'est ce que peut d'ailleurs indiquer la disparition progressive

1610 PLINE L'ANCIEN, *Histoire Naturelle*, XVIII, 28

1611 ALONSO, PÉREZ-JORDÀ 2014

1612 CATON L'ANCIEN, *De l'Agriculture*, 10, 4

1613 *Ibid.*, 13, 1

1614 *Ibid.*, 98

1615 PLINE L'ANCIEN, *Histoire Naturelle*, XVIII, 18, 1

1616 COLUMELLE, *De l'Agriculture*, II, 10

1617 *Ibid.*, VI, 3

1618 *Ibid.*, I, 6

1619 CATON L'ANCIEN, *De l'Agriculture*, 145

1620 CATON L'ANCIEN, *De l'Agriculture*, 65

des meules manuelles au profit des meules de grand format dans les campagnes de Narbonnaise¹⁶²¹. Enfin, si l'on en croit Vitruve, « *les granges et les greniers pour serrer le foin et la paille, de même que les moulins, doivent être bâtis assez loin de la maison, à cause du danger du feu* »¹⁶²². Pour faciliter leur alimentation en eau, Palladius recommande d'ailleurs, à la fin de l'Antiquité de les placer sur les canalisations d'évacuation des eaux usées à la sortie des bains : « *Si l'on fait une grande consommation d'eau dans les bains, il faut en diriger l'écoulement vers les boulangeries, où l'on établira des moulins à eau ; ce qui sera une grande économie de travail pour les hommes et les bêtes* »¹⁶²³.

Cela ne peut évidemment pas être généralisé, à la lumière des découvertes récentes de canaux et de biefs, mais témoigne de la multiplication des petits moulins domaniaux dans les campagnes, ainsi que de la possibilité de les alimenter périodiquement avec des cours d'eau réduits ou de simples canalisations.

14.4.2 Classement des types de moulins et de leur contexte d'utilisation

14.4.2.1 Les contextes

L'analyse typologique des meules romaines révélait l'existence de plusieurs types de moulins qui se côtoient parfois sur les mêmes sites (voir § 10.4). Sont attestés des moulins manuels simples, des moulins manuels améliorés par un système de réglage de l'écartement, de grands moulins à traction périphérique d'origine humaine ou animale, et de grands moulins à entraînement central d'origine hydraulique ou animale, bien que l'emploi de la seconde énergie ne soit pas réellement attesté archéologiquement pour ces meules. Ces pièces ont été mises au jour sur des sites très différents et seule l'analyse de leur contexte de découverte peut révéler la place du moulin dans la société gallo- et germano-romaine. À ce titre, tous les sites étudiés ne pourront pas être pris en compte dans cette analyse puisque certains enregistrements, qui concernent parfois des découvertes anciennes, n'apportent que des informations sur le matériau constitutif des meules. Néanmoins, les sites étudiés pour l'époque romaine sont très nombreux et nécessitent d'aborder la question par des décomptes statistiques qui laissent peu de place aux cas particuliers. Ces décomptes seront illustrés par des exemples caractéristiques des phénomènes rencontrés.

Rappelons-le, 821 catillus, 653 metas et 232 individus de catégorie indéterminée provenant de 303 sites ont été étudiés et attribués à l'époque romaine. Parmi cet ensemble dont sont exclus les fragments indéterminés, 500 catillus et 419 metas sont des meules manuelles simples provenant de 243 sites ; 29 catillus manuels provenant de 25 sites sont dotés d'un dispositif de réglage. 372 meules sont interprétées comme des meules à traction périphérique issues de 123 sites, auxquelles s'ajoutent 25 meules de type « Pompéi » provenant de 12 sites. Enfin, 56 catillus et 42 metas font partie de moulins à entraînement central sur 66 sites. Les autres sont des meules dont le mode d'entraînement n'a pas pu être restitué.

En parallèle, 377 meules romaines ont été identifiées dans la littérature dont 177 catillus, 101 metas et 99 fragments de catégorie indéterminée. Les pièces qui ont pu être reconnues proviennent de 76 sites (dont 4 font aussi partie de la liste précédente) répartis entre Seine et Rhin et peuvent intervenir pour conforter la cartographie et fournir des exemples supplémentaires. Sur la base des classements morphométriques établis dans le deuxième chapitre, les meules dont la catégorie peut être définie sont réparties entre 19 meules à entraînement central (grands catillus à logement d'anille, metas à œil large), 27 à traction périphérique (grandes catillus à encoche(s) latérale(s) ou supérieure(s), me-

1621 BRUN, BORRÉANI 1998, p. 317 ; LONGEPIERRE 2007, p. 20-21

1622 VITRUVÉ, *Les dix livres d'architecture*, VI, 6

1623 PALLADIUS, *De l'Agriculture*, I, 42

Type de site	Mobiliier étudié		Inventaire bibliographique	
	Nb de meules	Nb de sites	Nb de meules	Nb de sites
Habitat rural/ferme	445	101	96	26
Agglomération routière/artisana- nale	76	12		
Villa	279	68	37	15
Agglomération secondaire	271	21 (30 parcelles)	48	10
Chef-lieu	159	8 (45 parcelles)	83	4 (13 parcelles)
Atelier de saunier	49	2		
Indéterminé	43	22	11	10
Atelier de potiers	43	8		
Périphérie agglomération	42	3		
Nécropole	29	6		
Sanctuaire	9	2	1	1
Camp militaire			9	5
Hors contexte	7	5		
Atelier <i>Glutinarius</i>	7	1		
Atelier taille de meules			8	5
Atelier de tuilier	1	1		

Tableau 4 Nombre de meules par type de site et nombre de sites de chaque type à l'époque romaine impériale. Intégration des sites dont les meules ont été étudiées pour cette thèse, et de ceux identifiés dans la littérature.

tas à œil étroit) et 191 meules manuelles (diamètre réduit, encoche(s) latérale(s), œil étroit). Dans 41 de ces cas on ne peut établir leur mode d'entraînement à partir des informations publiées ; c'est notamment le cas de plusieurs corpus néerlandais où les meules en roche volcanique sont souvent très altérées et fragmentées.

Les habitats ruraux sont les plus représentés avec 127 sites (dont 101 étudiés physiquement) et 1/3 de toutes les meules étudiées (fig. 346A). Ce sont majoritairement des établissements modestes à vocation agro-pastorale, souvent définis comme des « fermes indigènes », dont le mobiliier et l'organisation ne peuvent pas être assimilés à ce qui est habituellement reconnu pour les villas¹⁶²⁴. On ne peut toutefois exclure le rattachement de certains à la *pars rustica* de villas non identifiées, d'autant que leur statut réel nous échappe : petites propriété, tenure, bail à ferme¹⁶²⁵ ?

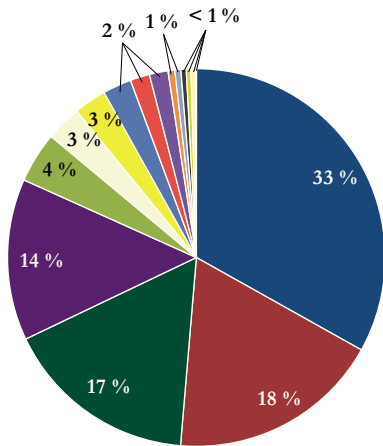
Les villas sont au nombre de 83 (68 étudiées), bien que 7 d'entre elles (5 étudiées) laissent planer le doute sur leur interprétation ; elles regroupent 17 % du matériel de mouture (fig. 346A). Les entités réunies sous l'appellation d'« agglomérations secondaires » regroupent des sites d'habitat groupé de types très différents : *vici* dont le statut est avéré par l'épigraphie comme Arlon ou Liberchies, hameaux d'artisans, de pêcheurs, agglomérations routières plus ou moins développées, agglomérations portuaires, etc. Nous verrons si la pratique de certaines activités implique la présence de meules particulières, mais l'aspect qui importe le plus est le regroupement de population dans un même lieu et l'organisation qui peut en découler. Enfin, plusieurs ensembles artisanaux pourront être abordés pour tenter de déceler des usages non alimentaires et « hors normes » des meules rotatives.

Il faut enfin préciser que très peu de sites ont fait l'objet d'une fouille suffisamment exhaustive pour pouvoir considérer que leur équipement en matériel de mouture est intégralement appréhendé. La

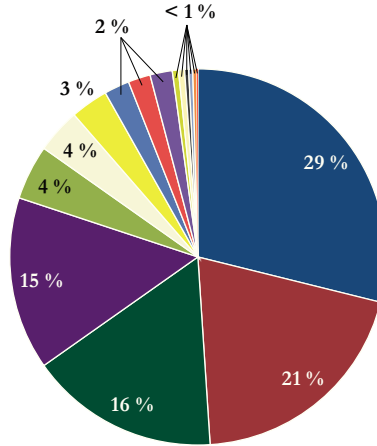
1624 AGACHE 1978 ; BAYARD, COLLART 1996 ; VAN OSSEL, OUZOULIAS 2000

1625 OUZOULIAS 2006, p. 199 ; OUZOULIAS, VAN OSSEL 2009, p. 117

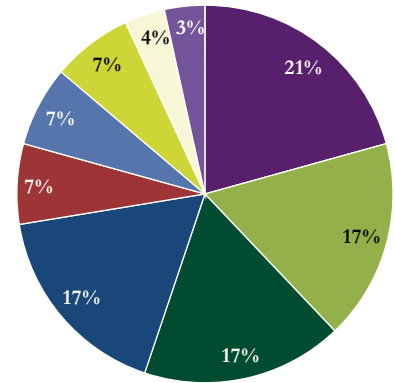
A. Toutes les meules



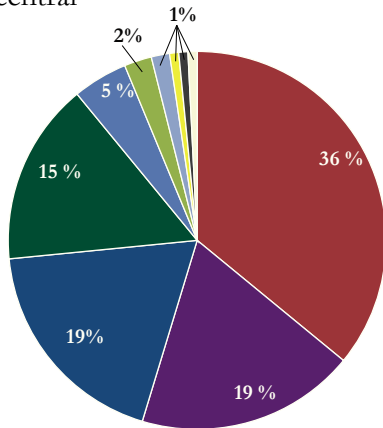
B. Meules manuelles



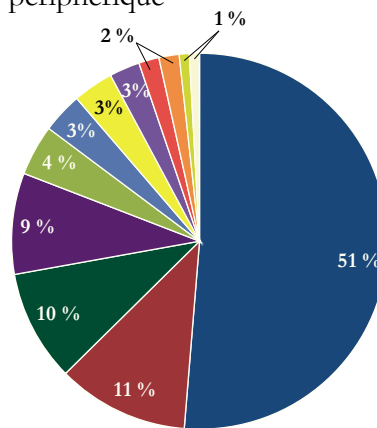
C. Meules manuelles réglables



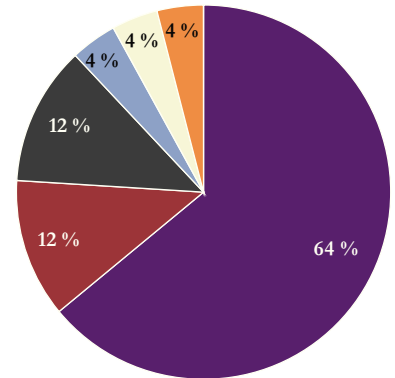
D. Meules à entraînement central



E. Meules à traction périphérique



F. Meules pompéiennes



G. Meules de type « Brillon » en arkose grossière

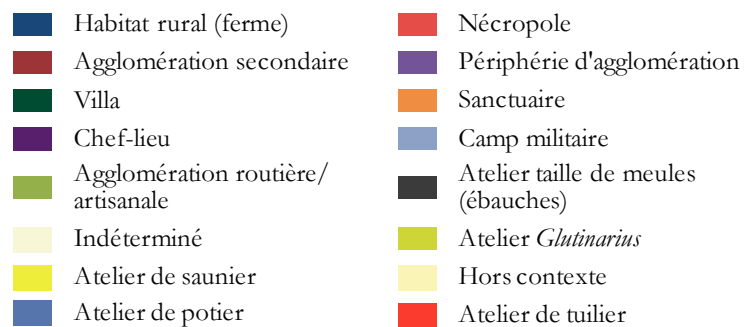
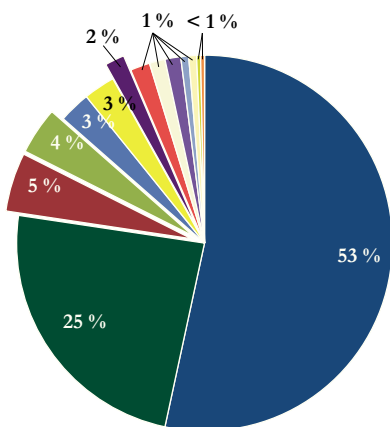


Figure 346 Proportion des catégories de sites qui fournissent chaque type de meule.

plupart du temps, il faut se contenter d'un mobilier qui tient plus de l'échantillon que du témoin fiable d'une pratique de la mouture. Autre biais, quelques villes ont changé de statut au fil du temps, acquérant le statut de *caput civitatis* puis le perdant au Bas-Empire ou inversement. Ainsi comme les meules de Boulogne sont positionnées en contexte archéologique précoce, la ville apparaît comme agglomération secondaire (portuaire) et non comme le chef-lieu qu'elle devient au Bas-Empire. À

l'inverse, Théroouanne est définie comme un chef-lieu même si elle en perd le statut au profit de Boulogne. Dans le cas de Vermand, la plupart des meules est en contexte II^e – III^e siècles ; la ville est donc enregistrée comme agglomération secondaire alors qu'elle devient chef-lieu éphémère au Bas-Empire au détriment de Saint-Quentin.

Néanmoins, la masse des données et la répartition des biais sur un grand nombre de sites permettent de contourner ces problèmes et d'obtenir des statistiques qui nous feront approcher le plus près possible d'une situation vraisemblable.

14.4.2.2 Équivalence et spécificité des lithocorpus : mise en évidence d'une anomalie statistique et cartographique au nord de la Somme

Déceler les anomalies statistiques de répartition des meules implique d'en cartographier les différents types pétro-morphologiques, et donne lieu à la circonscription de particularismes régionaux en matière de pratique de la mouture et du broyage. C'est ce qui a été proposé dans la deuxième partie de ce volume. Peuvent ainsi être définis des lithocorpus équivalents, dont la répartition est homogène sur l'ensemble du territoire ; c'est le cas des meules dédiées à l'alimentation humaine, dont le besoin est universel et uniformément réparti en fonction de la démographie. En parallèle, les meules de type « Brillon » en arkose grossière ardennaise montrent une répartition spécifique (fig. 346G) qu'il s'agira d'expliquer en faisant intervenir différents éléments liés au contexte de découverte des meules et aux caractéristiques des terroirs sur lesquels elles sont mises au jour.

Bien que les sites étudiés soient plus nombreux dans le département du Nord et induisent un biais cartographique, les meules manuelles montrent une répartition homogène sur tous les types de sites et sur l'ensemble du territoire (fig. 234). Elles représentent partout près des 2/3 du matériel de mouture enregistré (3/4 une fois éliminées les meules de type « Brillon ») et les différents lithocorpus se partagent l'espace commercial suivant les critères géographiques et économiques détaillés plus haut (voir § 13.5). Chacune des principales roches meulières produit ainsi dans sa région commerciale un type de meules manuelles qui répond aux besoins domestiques de mouture vivrière ou d'appoint. Les meules manuelles réglables font partie de la même catégorie en facilitant l'obtention de rendements peut-être légèrement supérieurs et un produit de meilleure qualité en favorisant le bon déroulement du son. À ce titre, elles sont surtout représentées dans les chefs-lieux, les habitats agglomérés autour d'une route ou d'activités artisanales, et dans les villas (fig. 346C). Elles répondent donc à un besoin de nourrir des populations qui peuvent dépasser le cadre familial (atelier urbain ou rural, relais routier, villa) tout en limitant l'investissement à l'achat et au fonctionnement.

Les grandes meules à entraînement central montrent la même homogénéité de répartition sur l'ensemble du territoire (fig. 261). Leur particularité tient à leur contexte archéologique, puisqu'elles proviennent majoritairement de sites urbains (55 %) ou de grands établissements ruraux de type *villa* (15 %) (fig. 346D). Les exemplaires relevés sur les autres « habitats ruraux » (19 %) le sont généralement dans des contextes peu clairs, probablement assimilables à des villas ou des ateliers artisanaux dont les traces sont mal appréhendées dans l'emprise des fouilles. Leur fragmentation provoque aussi parfois des incertitudes sur leur attribution technique (entraînement central ou latéral ?). Cependant, certaines fermes dites « indigènes » ou « *non villa nederzettingen* » aux Pays-Bas en ont livré des fragments comme sur le « *bedrijventerrein* Trilandis Europe » en périphérie d'Heerlen (Limbourg néerlandais). Ces moulins correspondent à un investissement substantiel, tant pour l'achat des meules que pour l'infrastructure de leur mise en œuvre, et répondent à un besoin de mouture à grande échelle pour l'alimentation de populations importantes.

Les meules à traction périphérique à face supérieure en cuvette (types Oisy-le-Verger et Haltern) dévoilent encore une répartition géographique homogène. Elles sont présentes pour moitié sur les

habitats ruraux modestes, et sur les autres catégories de sites dans des proportions toujours inférieures à 10 % (fig. 346E). À une échelle supérieure aux meules manuelles réglables, elles répondent à un besoin intermédiaire entre mouture manuelle et mouture artisanale de fort rendement, tout en ne demandant pas le même investissement technique et financier que les moulins à eau. Étant donnée leur représentation sur les sites d'artisanat, on pourrait leur supposer une fonction spéciale, mais leur faible représentation interdit de lancer des analyses de grande ampleur comme c'est le cas des meules de type « Brillon ». Pour illustrer cette idée, les analyses de résidus végétaux (phytolithes) pratiquées sur un catillus en arkose rose découvert dans l'une des villas de Marquion (Pas-de-Calais) ont fourni des résultats négatifs ; on ne sait donc pas ce qu'elles ont moulu¹⁶²⁶.

Les arkoses grossières ardennaises fournissent en revanche un lithocorpus très spécifique, exclusivement constitué de meules de grand format assez plates et à traction périphérique (type « Brillon »). Leur répartition est très nettement localisée au nord d'une ligne joignant l'embouchure de la Bresle sur le versant nord de l'anticlinal de Bray, le cours moyen et supérieur de l'Oise, et le versant sud du massif ardennais (fig. 347 et 348). Une bonne partie du massif des Ardennes semble également exclue de leur zone d'utilisation : si l'Entre-Sambre et Meuse en livre plusieurs exemplaires, elles sont totalement absentes des villas du Condroz namurois, à l'est et au sud du cours moyen de la Meuse. En revanche, on les retrouve de l'autre côté du massif, dans la villa de Mageroy (Habay-la-Vieille, Prov. Luxembourg) pourtant proche d'Arlon et des sites luxembourgeois où ces meules sont absentes. Elles constituent à ce titre une anomalie statistique et cartographique puisqu'elles se raréfient puis disparaissent au sud du bassin de la Somme et n'ont pas de réel équivalent ailleurs. Seules les

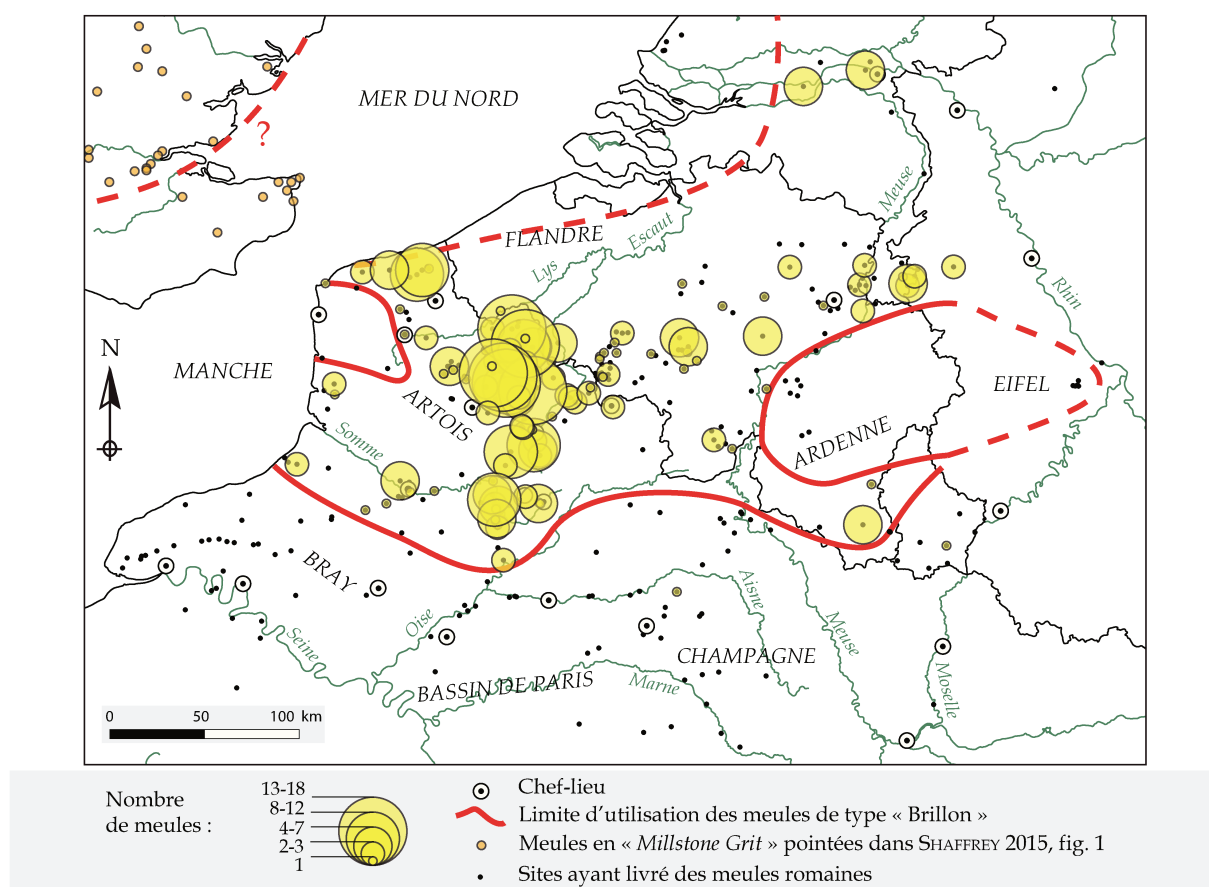


Figure 347 Répartition des meules de type « Brillon » en arkose grossière. Elles sont essentiellement concentrées sur les plaines limoneuses entre le bassin de la Somme et le nord du massif ardennais jusqu'au Rhin. Une partie des meules en Millstone Grit recensées dans le sud-est de l'Angleterre (SHAFFREY 2015) pourrait y correspondre.

1626 Voir rapport de P. Verdin (Inrap) en annexe.

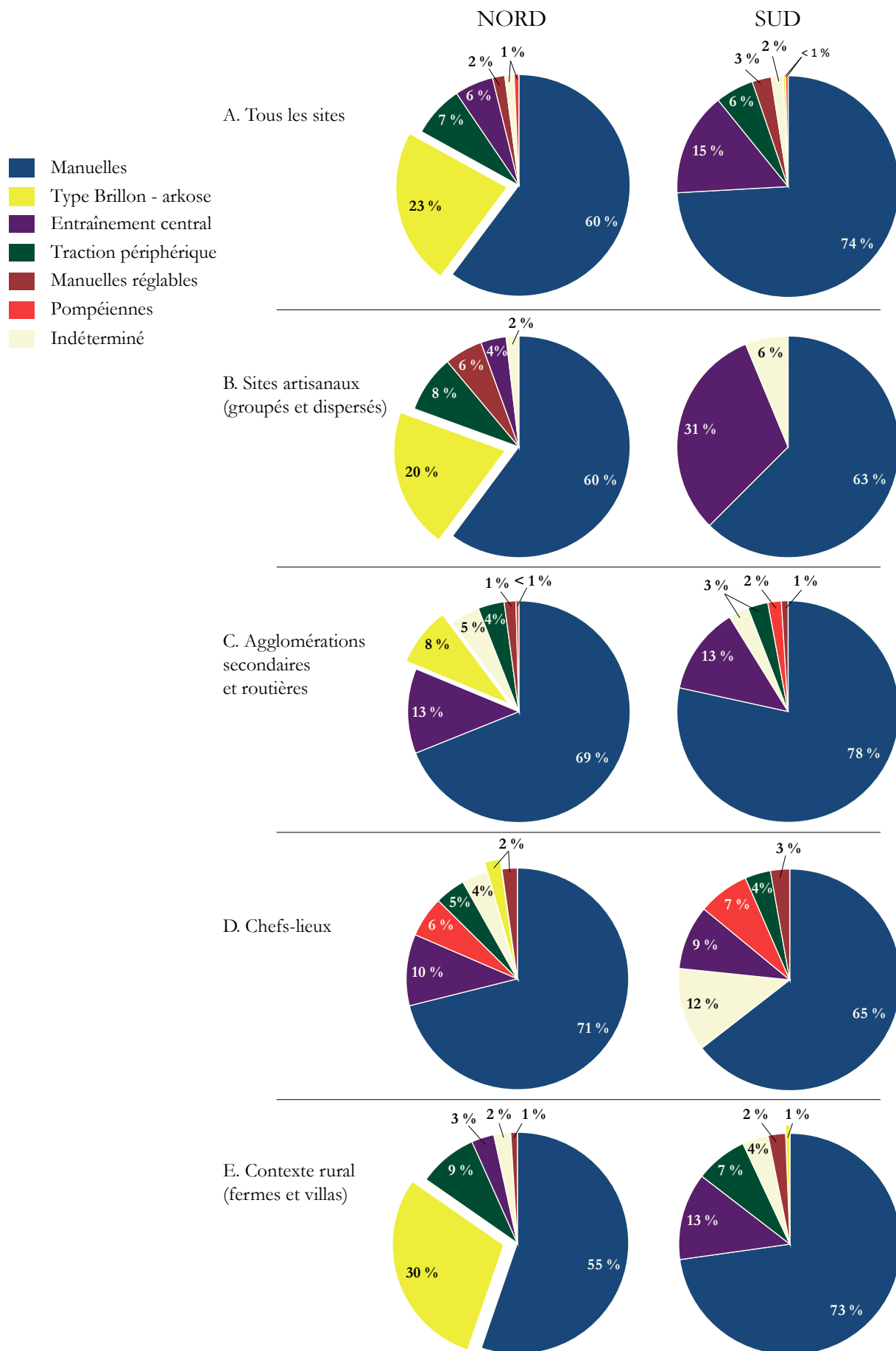
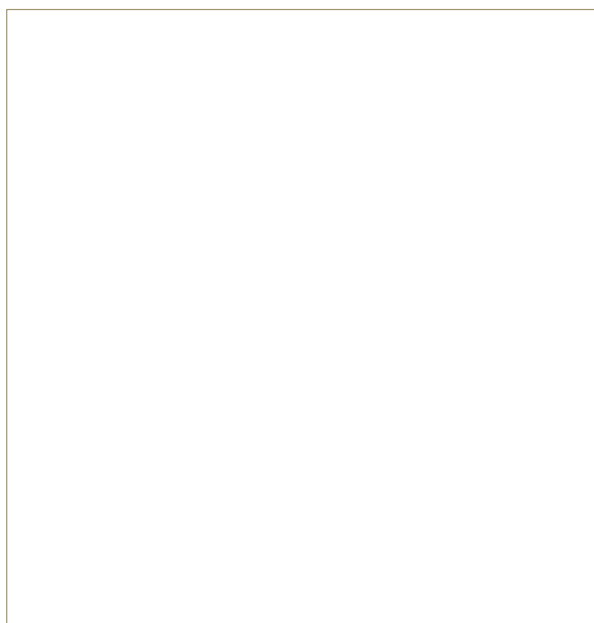


Figure 348 Proportion des types de meules par catégorie de site au nord et au sud d'une ligne joignant l'embouchure de la Bresle sur le versant nord de l'anticlinal de Bray, le cours moyen et supérieur de l'Oise, et le versant sud du massif ardennais. Les meules de type « Brillon » sont très représentées au nord en milieu rural mais absentes en ville.

trois meules de la « ZAC des Touches » à Pacé (Ille-et-Vilaine) présentent une morphologie comparable et sont taillées dans un « grès roussard » grossier aux propriétés mécaniques proches de celles des arkoses ardennaises. Comme les meules de type « Brillon », celles-ci ont la face active fortement usée et entamée de profondes stries concentriques. Elles proviennent d'un bâtiment rectangulaire sur poteaux de bois établi dans la *pars rustica* d'une grande villa située quelques kilomètres au nord de Rennes¹⁶²⁷. En Normandie, c'est la roche qui présente des similitudes avec les arkoses ardennaises mais les meules, atteignant parfois des dimensions assez élevées, sont de type « Oisy-le-Verger » avec une face supérieure en cuvette.

Autre particularité des meules de type « Brillon », sur 284 individus identifiés (et 110 de catégorie indéterminée) elles sont absentes en milieu urbain à de rares exceptions près : seulement 3 fragments sont compris dans les chefs-lieux *intra-muros* (fig. 346G et 348D). Elles sont un peu plus nombreuses dans les agglomérations secondaires et les habitats groupés de bord de route (8 % au nord, 0 au sud) et en périphérie des agglomérations (14 % au nord : 1 au « Mont Houy » à Famars¹⁶²⁸, 2 « rue Charles de Gaulle » à Vermand¹⁶²⁹ et 1 au « Bois Robichet » à Théroouanne¹⁶³⁰). Au nord du bassin de la Somme, elles constituent en revanche dans les établissements ruraux (villas et fermes) un équipement important avec 1/3 des meules répertoriées (fig. 348E), mais redondant avec les grandes meules à entraînement central ou périphérique. En dehors de la zone, un seul fragment est relevé au Luxembourg dans la villa de Contern¹⁶³¹ et un autre correspond peut-être à ce type à Bussy-Lettrée (Marne)¹⁶³². Sur les sites artisanaux enfin, leur répartition et leurs proportions sont à peine inférieures à ce que l'on observe sur les établissements à vocation agro-pastorale (fig. 348B) ; il est donc probable qu'elles interviennent pour des activités agro-pastorales qui gravitent autour des ateliers et non pour le broyage de produits minéraux (broyage de minerai, de dégraissant, etc.). À l'échelle de la France, la cartographie des sites ruraux livrant des meules de grand format, toutes comprises, à l'occasion du 11^e congrès AGER (Clermont-Ferrand), montrait déjà en 2014 un fort déséquilibre entre le nord de la France et les autres régions dans lesquelles les meules font l'objet d'une attention particulière (fig. 349). Les données y sont très denses alors qu'ailleurs les points sont espacés suivant le maillage établi ici pour les autres meules à entraînement central et périphérique (fig. 253 et 261). Pour faire une comparaison plus précise avec les travaux de L. Jaccotey en Franche-Comté et en

Figure 349 Carte de répartition des meules romaines de grand format sur les sites ruraux (fermes et villas) en France, toutes roches confondues : une forte concentration est mise en évidence dans le nord de la Gaule alors que ces meules sont éparses dans les régions bien étudiées (Franche-Comté, Bourgogne, Alsace, Champagne-Ardenne, Centre, Île-de-France et sud de la France). Carte extraite de BRUN et al. 2017, p. 121, fig. 15.



1627 LABAUNE-JEAN et al. 2011

1628 Famars (Nord) « Technopôle du Mont Houy » (fouille R. Clotuche) : meule 764 et 4 fragments indéterminés

1629 Vermand (Aisne) « rue Charles de Gaulle » (fouille C. Hosdez) : meules n° 49, 50 et 1 fragment indéterminé

1630 Théroouanne (Pas-de-Calais) « le Bois Robichet » (fouille O. Blamangin) : meule n° 1637

1631 Contern (GD Luxembourg) « Deschtelratt » (fouille F. Dövenner) : meule n° 440

1632 ACHART-COROMPT 2006

Bourgogne¹⁶³³, les pourcentages de meules de grand format y atteignent à peine 20 % alors qu'ils sont ici, tous sites confondus et mises à part les meules pompéiennes, de 36 % entre le bassin de la Somme et celui du Rhin. Le contraste s'accroît selon le statut des sites : dans le centre-est de la Gaule, les meules de grand diamètre sont essentiellement retrouvées dans les villes et les villas. Une seule meule à traction animale est originaire d'un établissement rural qui n'est pas une villa¹⁶³⁴ alors que dans le nord de la Gaule et en Germanie, les meules de type « Brillon » sont à plus de 3/4 issues de contextes ruraux (25 % dans les villas, 53 % dans les fermes : fig. 346G). Sur le site éponyme de Brillon (Nord), les fragments d'un catillus et d'une meta de ce type sont même les seuls éléments de mouture/broyage mis au jour¹⁶³⁵.

Pour comprendre quelle est la place du moulin dans la société gallo- et germano-romaine, il nous faut donc comprendre ce à quoi correspondent ces meules de type « Brillon », toutes constituées d'une même roche, et dont l'intégration constitue probablement le biais le plus important de cette étude. Une fois établie leur place sur les occupations rurales, la pratique des activités de broyage et de mouture alimentaire pourra être comprise.

14.4.3 Les grands moulins ruraux de type « Brillon »

14.4.3.1 Un moulin spécialisé

Avant la fin du XVIII^e siècle qui voit la théorisation des techniques en provoquer un formidable essor, les moulins sont considérés comme « primitifs », tous techniquement identiques et polyvalents. Si les archives nous renseignent sur les moulins à blés, à tan ou à malt, il semble que ceux-ci soient plus ou moins les mêmes, mettant en œuvre les mêmes meules, et pouvant aisément changer de destination selon les besoins. D'après sa lecture des polyptyques carolingiens, E. Champion nous parle ainsi de moulins à blé ou à malt dont la spécialisation ne tient qu'à leur emplacement, à proximité ou non des brasseries. À partir de la Révolution industrielle en revanche, les témoignages sont nombreux à propos de moulins dont les meules sont spécialisées et peuvent être changées selon les besoins : farine, alimentation animale, malt, tan, chaux, etc.

Jusqu'ici pour les époques anciennes, seules les différences de lithologie et d'usure des faces actives à l'intérieur d'un même site laissaient supposer des usages différents des moulins pour certaines activités, tant étaient éparses les études et variables les roches constitutives de meules. Pourtant, comme à Mazières-en-Mauges (Maine-et-Loire), aucune corrélation ne parvenait à être identifiée entre roche et usage¹⁶³⁶. À la lumière des nouvelles données apportées, les meules de type « Brillon » sont les seules qui montrent des signes vraiment tangibles de spécialisation. Ces meules montrent une grande unité pétro-morphologique : une seule roche pour un seul type. L'arkose grossière dont elles sont constituées est mal cimentée, impliquant un détachement des grains au fur et à mesure de l'usure des faces actives. L'usure différentielle des grains qui constituent l'essentiel de la matière, et des éléments de quartz grossiers parfois pluri-centimétriques, crée des stigmates caractéristiques : de profondes stries concentriques qui font parfois évoquer la possibilité d'un broyage minéral (minéraux et/ou pigments)¹⁶³⁷. Il nous faut tout de suite écarter cette idée car la répartition de ces meules est trop fréquente en milieu agro-pastoral pour être liée à un broyage de produits minéraux, d'autant plus dans une région limoneuse où les ressources lithiques et métalliques consolidées sont rares. Par ailleurs, la roche s'auto-avive et la face active de ces meules n'est jamais rhabillée, bien qu'elle

1633 JACCOTTEY 2016, p. 730

1634 JACCOTTEY 2016, p. 737

1635 Étude P. Picavet dans MEURISSE *et al.* 2014, p. 141-143

1636 BOYER, BUCHSENSCHUTZ 2000, p. 179-180

1637 HARTOCH *et al.* 2015, p. 39-41

puisse montrer très ponctuellement des traces de piquage à coups perdus. Les frais d'entretien sont donc très réduits comparés à ceux des meules de moulins à eau qui doivent être rayonnées régulièrement. Les frais à l'acquisition sont aussi probablement réduits étant donné le peu d'investissement technique que montre leur finition (ou leur absence de finition). Les faces non actives sont très grossièrement régularisées à coups de broche, ce qui les distingue des surfaces finement piquées des meules en Grès de Macquenoise, ou des surfaces incisées des productions de l'Eifel. Leur achat par les tenants de petits établissements ruraux paraît donc envisageable si cela leur laisse entrevoir la possibilité d'accroître les rendements.

D'autre part, l'installation et le fonctionnement d'un tel moulin à traction périphérique dépourvu de système de levage du catillus sont peu onéreux au regard de ce que coûte un moulin à eau. La base du socle découverte à Oisy-le-Verger (Pas-de-Calais) était en craie locale, de même que celle de Dourges. Les radiers mis au jour ailleurs en Gaule sont faits de blocs de grès locaux également, dont des fragments de meules réemployés¹⁶³⁸. Il est difficile de savoir sur quoi reposait le moulin, entre la fondation que nous percevons sous le niveau de labours actuel et les fragments de meules mis au jour à ses abords, souvent en contexte de réemploi. Les représentations iconographiques nous montrent des socles maçonnés que l'on retrouve sur les sites de Pompéi et d'Ostie¹⁶³⁹, et déjà aux IV^e et III^e siècles av. J.-C. sous les moulins « poussés » de l'Âge du Fer ibérique¹⁶⁴⁰. On peut imaginer, dans le nord de la Gaule, des massifs de pierres brutes maçonnées à la chaux, ou encore des « tables » en bois qui ne nous sont pas parvenues.

La bête de somme mise à la traction de ces moulins ne doit pas être aussi vaillante que celle employée aux labours ou au transport et l'on peut estimer que l'on y réserve un animal de réforme. À cet égard de nouveau, l'investissement est faible, le coût de son énergie étant largement rentabilisé par les services rendus avant sa retraite au moulin. Cette solution paraît même moins coûteuse que la mobilisation d'un ou plusieurs hommes comme le représente le relief du Sarcophage de *L. Annius Octavius Valerianus*.

L'acquisition et la mise en œuvre des moulins de type « Brillon » est donc une solution relativement bon marché de transformation d'une matière. L'idée évoquée en 2012, lors du X^e congrès de l'association AGER¹⁶⁴¹, était d'ailleurs celle d'un matériel de mouture peu onéreux mais suffisant pour excéder le cadre de production strictement familial et insérer les établissements ruraux dans une économie romaine dynamique. L'année précédente, à l'observation des particularités de distribution de ces moulins entre villes et campagnes, différentes hypothèses étaient proposées quant à leur usage en milieu rural¹⁶⁴². L'idée de moulins réservés au décortiquage des céréales vêtues ou au broyage de l'alimentation animale était avancée. Depuis, plusieurs autres idées se sont présentées, et il est nécessaire d'avancer par élimination pour comprendre la fonction de ces moulins.

14.4.3.2 Un moulin à décortiquer ?

La première idée avancée en 2011 était celle d'un moulin dédié au décortiquage des céréales vêtues. Son développement était basé sur le fait que, jusqu'au xx^e siècle dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, « *les moulins possédaient en général trois meules dont une servait uniquement à monder la céréale [l'épeautre]. Les parties travaillantes étaient des meules grossières, fortement trouées et plus écartées que celles destinées à moudre la farine* »¹⁶⁴³. La persistance de la culture et de la consommation de céréales vêtues de La

1638 BRUN *et al.* 2017, p.114-121

1639 BAKKER 1999 ; WILSON, SCHÖRLE 2009 ; MONTEIX 2013

1640 ALONSO *et al.* 2016, p. 600-612

1641 PICAVET 2014b

1642 PICAVET 2016

1643 VAN MOL 2002, p. 159

Tène finale à l'époque romaine dans le nord de la Gaule pouvait expliquer l'usage d'un grès grossier hétérogranulaire, dont le mordant aurait facilité le détachement de l'enveloppe et du caryopse. D'ailleurs, les stries concentriques fortement marquées sur la face active des meules en arkose pouvaient indiquer le passage d'un produit, sinon minéral, au moins dur comme peuvent l'être des grains entiers, non humidifiés, et enveloppés des glumes et glumelles chargés en silice.

Le problème majeur de cette explication, qui nous pousse aujourd'hui à écarter l'idée du décorticage, résidait dans la possibilité de surélever ou non le catillus afin de contrôler l'introduction et le passage du grain dans le moulin sans que celui-ci ne soit concassé. Hors seules quelques pièces présentent des perforations verticales qui auraient pu être assimilées à des logements d'anille-crampon et l'élévation du catillus ne peut pas être systématisée. L'exemple d'Oisy-le-Verger montre au contraire que ces perforations peuvent être associées à un socle et donc servir à la fixation d'un levier diamétral plutôt que d'une anille centrale. L'entraînement de ces moulins est donc périphérique, comme le prouvent les encoches et traces d'usures de plus en plus observées sur le flanc des catillus (voir § 9.2.1).

L'idée ne résiste pas non plus au fait que les recherches menées jusqu'à présent en carpologie penchent vers un décorticage réalisé à proximité immédiate des lieux de stockage et de consommation. C'est en tout cas ce que suggère la découverte d'un stock de grains vêtus dans le quartier nord de la ville antique d'Amiens¹⁶⁴⁴, là où les indices d'une mouture à grande échelle ont aussi été repérés¹⁶⁴⁵. Si des grains vêtus sont présents en ville, pourquoi les meules à décortiquer en seraient absentes ?

14.4.3.3 Broyer l'amendement minéral des terres ?

L'amendement des terres acides du nord de la France se fait par apport de matière basique, la marne calcaire ou la chaux, dont l'épandage est destiné à équilibrer l'acidité du sol.

« *Le chaulage agit sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol. L'augmentation de rendement et de la quantité d'azote absorbé sont la résultante de plusieurs effets :*

- *Baisse de la toxicité aluminique qui a pour conséquence une meilleure croissance racinaire donc une meilleure alimentation hydrique et minérale.*

- *Une meilleure activité biologique qui se traduit par une minéralisation nette supérieure.*

- *L'accroissement de la biomasse microbienne entraîne une minéralisation primaire de la matière organique fraîche plus importante (le développement de l'activité biologique résulte des effets chimiques - augmentation du pH eau - et physiques - aération et rétention en eau du sol) »¹⁶⁴⁶.*

La pratique du marnage/chaulage est très mal documentée pour les régions européennes du Moyen Âge à l'époque contemporaine puisque les marnières ou marlières étaient exploitées par les paysans eux-mêmes qui n'ont pas laissé d'archives sur ces pratiques culturelles souvent restées en dehors du contrôle de l'État¹⁶⁴⁷. Au Brésil en milieu tropical, « *les premiers essais au Rio Grande do Sul (1970) ont montré que les rendements avaient augmenté de 360 %, 470 % et 33 % respectivement pour le soja, le maïs et le blé* »¹⁶⁴⁸.

En milieu tempéré, Pline signale déjà cette pratique en Gaule et en Bretagne¹⁶⁴⁹ : « *Autre est la méthode que la Gaule et la Bretagne ont inventée, et qui consiste à engraisser la terre avec la terre ; celle-ci se nomme marne.*¹⁶⁵⁰ [...] *Il convient de traiter avec soin de cette marne, qui enrichit la Gaule et la Bre-*

1644 Site de la ZAC Cathédrale à Amiens : MATTERNE *et al.* 1998 ; DERREUMAUX *et al.* 2003 ; MATTERNE 2003, p. 258

1645 Étude P. Picavet dans GEMEHL (à paraître)

1646 PELTIER 2001, p. 2

1647 DERVILLE 1999, p. 55

1648 BORTOLUZZI, TESSIER 2002, p. 190

1649 PLINE, *Histoire Naturelle*, XVII, 4

1650 PLINE, *Histoire Naturelle*, XVII, 4, 1

Figure 350 Tas de marne en blocs au bord des champs à Sinceny (Aisne). Celui-ci est resté sur place deux ans avant d'être épandu. Photo J. Petit

tagne. On n'en connaissait que deux espèces ; mais récemment l'usage de plusieurs espèces a été introduit par les progrès de l'agriculture¹⁶⁵¹.

Or, il est nécessaire d'épandre un produit pulvérulent pour qu'il imprègne le sol¹⁶⁵², ce que rapporte encore Pline : « On pile la pierre sur le terrain même, et pendant les premières années on coupe difficilement le blé, à cause des pierres »¹⁶⁵³. Au XIX^e siècle dans les campagnes, la chaux préparée pour épandage (chaulage) est broyée soit par battage avec des battes ferrées, soit dans des moulins à meules verticales (traction animale), soit au moulin à eau entre des meules horizontales¹⁶⁵⁴. L'idée d'un broyage de la marne au moyen des moulins de type « Brillon » paraît donc vraisemblable mais se heurte encore à plusieurs écueils.

D'abord, de nos jours le marnage est encore pratiqué de la manière que décrivait Pline : « [...] on la tire par blocs comme la pierre ; le soleil et la gelée la dissolvent tellement, quelle se fend en lamelles très minces¹⁶⁵⁵. Le bord des champs picards se couvre encore aujourd'hui de monticules de marne à la fin de l'été (fig. 350) ; les pluies de l'automne imprègnent la pierre qui gèle en hiver, se déstructure, et peut être épandue pulvérulente au printemps suivant, voire deux ans plus tard. Aucun outil spécialisé n'est *a priori* nécessaire pour la réduire en poudre si le cycle des saisons est respecté. Témoin de l'absence de passage au moulin les vestiges exceptionnellement appréhendés par P. Leman à Villeneuve d'Ascq (Nord) dans les années 1970¹⁶⁵⁶. Observant un parcellaire et des traces de labours anciens à proximité d'un établissement antique, il décrit de multiples nodules de marne « de la taille d'une noisette » répandus dans ces niveaux de culture et qui traduisent une fragmentation grossière du matériau et non un broyage fin à la meule.

Autre problème, et bien que plusieurs centaines de kilos soient nécessaires à l'hectare (3,6 tonnes

1651 PLINE, *Histoire Naturelle*, XVII, 4, 2

1652 DEHÉRAIN 1894, p. 892

1653 PLINE, *Histoire Naturelle*, XVII, 4, 3

1654 BISTON 1836, p. 128-29 ; ajoutons que Pline mentionne aussi l'usage de chaux pour l'amendement des terres chez les Éduens et les Pictons : PLINE XVII, 4, 5

1655 PLINE, *Histoire Naturelle*, XVII, 4, 5

1656 LEMAN 1978, p. 332

par hectare pour redresser les sols très acides du Brésil¹⁶⁵⁷), la fréquence du marnage est très variable d'un endroit à l'autre selon la pédologie, et dans tous les cas n'intervient pas plus d'une fois par an, du moins de nos jours où les terres agricoles sont littéralement sous perfusion. En France à la fin du XIX^e siècle, alors que le chemin de fer peut transporter de grandes quantités de matériaux, le chaulage concernait en moyenne 400 à 700 kg de chaux par hectare et par an¹⁶⁵⁸. Il est probable que dans l'Antiquité l'amendement minéral soit plus parcimonieux et espacé dans le temps, les capacités de transport étant plus limitées. Pline remarque d'ailleurs que les marnes « *une fois mises sur un terrain le fertilisent pour cinquante ans, soit terres à blé, soit terres à fourrages*¹⁶⁵⁹ ». [...] *celle que la Bretagne emploie surtout ; l'effet s'en prolonge pendant quatre-vingt ans, et il n'y a pas d'exemple d'un agriculteur qui en ait mis deux fois dans le cours de sa vie sur le même champ*¹⁶⁶⁰ ». Même si le texte de Pline exagère la durée de l'effet du marnage, la faible fréquence de sa pratique justifie-t-elle la mobilisation d'un budget important pour l'acquisition d'un moulin spécifique, alors que la nature en remplit la fonction ?

14.4.3.4 Des moulins à broyer le malt ?

En Angleterre, R. Shaffrey annonce son projet d'aborder le broyage du malt destiné à la fabrication de la bière dans les villes de la Bretagne romaine¹⁶⁶¹. La thématique est intéressante puisque la bière serait encore à l'époque romaine la boisson gauloise par excellence¹⁶⁶². Elle n'a toutefois que très peu attiré l'attention des archéologues jusqu'à présent, et demande d'être appréhendée par le biais de l'outillage nécessaire à cette opération. Car « *avant d'être brassé, le malt est concassé. Plus la mouture est fine plus le rendement du brassage est efficace* »¹⁶⁶³. L'un des points essentiels repose sur la place de chaque étape de la production et sur la spécialisation ou non de certaines meules pour broyer le malt et ainsi libérer la dextrine qui lancera la fermentation.

Au IX^e siècle, les brasseries et leurs revenus sont mentionnés dans les polyptiques des abbayes, et les plus importantes disposent souvent de moulins dédiés¹⁶⁶⁴. En effet, pour des raisons de transport et de conservation, il semblerait que le traitement des grains dont notamment le maltage soit réalisé en amont, dans les campagnes, et que le reste de la chaîne opératoire soit accompli près des lieux de brassage et de consommation¹⁶⁶⁵. La mouture ferait ainsi partie des étapes réalisées en aval, directement avant le brassage et la fermentation. En revanche, rien ne dit que le fonctionnement des moulins à brai (malt) et leurs meules soient différents des moulins à farine. Seul leur emplacement à côté des brasseries justifie leur éventuelle spécialisation et ils ont pu périodiquement moudre du grain en fonction des besoins.

Au XV^e siècle, les brasseurs de Lille utilisent des moulins à bras et ce n'est qu'au XVI^e que sont construits des moulins à manège (traction animale) pour le broyage du malt¹⁶⁶⁶. Néanmoins sous l'Ancien Régime ou au moins pendant les deux siècles précédant la Révolution, les moulins à brai et leurs meules sont encore identiques à ceux qui réduisent le grain en farine, mais aussi qui broient l'alimentation animale ou encore l'écorce pour obtenir le tan destiné à la tannerie¹⁶⁶⁷ :

1657 BORTOLUZZI, TESSIER 2002, p. 191
 1658 DEHÉRAIN 1899, p. 202
 1659 PLINE, *Histoire Naturelle*, XVII, 4, 3
 1660 PLINE, *Histoire Naturelle*, XVII, 4, 4
 1661 SHAFREY 2015, p. 71-72
 1662 LAUBENHEIMER *et al.* 2003, p. 48
 1663 *Ibid.*, p. 51
 1664 CHAMPION 1996, p. 59 et 68
 1665 LAUBENHEIMER *et al.* 2003, p. 58
 1666 BRUGGEMAN 2007, p. 136 et 155
 1667 BRUGGEMAN 2003, p. 232

« *Le brai, c'est-à-dire l'escourgeon et l'orge broyé pour faire de la bière, gâte les moulins à bled. C'est pourquoi le Seigneur ne peut pas obliger d'aller moudre le brai à son moulin, à moins qu'il n'en ait destiné au brai ; ou bien qu'il ne soit en possession prescrite de faire moudre le brai à son moulin à bled* »¹⁶⁶⁸.

Ce n'est qu'à partir de la Révolution industrielle (fin XVIII^e siècle) que des moulins spécialisés apparaissent dans les sources et sont dotés de meules particulières ou habillées spécialement.

À l'époque romaine, seules les grandes meules de type « Brillon » en arkose grossière ardennaise montrent les signes d'une spécialisation et l'on peut s'interroger sur leur lien avec le broyage du malt. L'outil serait alors comparable en termes d'investissement et de fonction aux moulins à pommes que possédaient les fermes normandes pour la préparation du cidre aux époques moderne et contemporaine. Cependant, leur répartition particulière, au nord de la Somme mais aussi en dehors des villes, empêche de les associer aux activités de brasserie. Ou il faudrait considérer que le malt est moulu à la campagne puis transporté sous forme de « farine » sur les lieux de production. D'autre part, hormis la culture de l'orge bien avérée, les indices liés au maltage sont beaucoup plus rares que ne le sont les meules en arkose grossière à la campagne. Étant donnée la répartition de ces meules, il faudrait conclure à un broyage du malt et éventuellement à un brassage de la bière pour une consommation familiale dans strictement chaque établissement rural du nord de la Gaule, de la plus petite ferme à la grande villa. Et donc reconnaître que les archéologues n'en identifient jamais les traces.

Face à cette contradiction, il faut convenir que, si le malt a été broyé à la meule rotative de l'Âge du Fer au haut Moyen-Âge en Gaule du Nord, les meules utilisées à cette fin sont les mêmes qui ont moulu le grain destiné à l'alimentation. Et dans ces conditions, seule l'étude des résidus végétaux, des structures en creux et des contenants pourra apporter des résultats.

14.4.3.5 Des moulins réservés au bétail

Jusqu'ici, la répartition particulière des meules de type « Brillon » n'entraîne pas en corrélation avec des activités dans le cadre desquelles elles auraient techniquement pu intervenir. La limite sud du bassin de la Somme, correspondant à la limite nord des plateaux d'Île-de-France, constitue une limite pédologique importante (fig. 351). Elle sépare les loess sur substrat crayeux et argileux au nord, des limons de plateau et terrains alluvionnaires sur substrat calcaire et argileux au sud. La plaine de Champagne se caractérise par une couverture limoneuse pauvre car très peu épaisse et laissant affleurer le substrat crayeux. La séparation est importante sur le plan agraire puisque les sols profonds d'Île-de-France, assortis d'un climat doux, favorisent l'adoption de la culture des céréales à grains nus dès la fin de l'Âge du Fer. Plus au nord, les sols et le climat imposent de continuer de cultiver des céréales vêtues, plus rustiques et résistantes. Cette distinction des pratiques culturelles s'accompagne de formes d'élevage différentes. Pour schématiser en s'affranchissant des particularismes locaux, l'élevage du bœuf est majoritaire au nord alors qu'au sud domine le mouton¹⁶⁶⁹. C'est cette dernière limite qui montre une forte corrélation avec la répartition des meules de type « Brillon ». Le rapprochement existe de la même manière entre villes et campagnes. Si le porc, omnivore, peut être élevé en ville et nourri avec les détritiques de la consommation humaine, le bœuf est élevé à la campagne ou en zone périurbaine pour être seulement consommé en ville¹⁶⁷⁰ où interviennent de véritables boucheries professionnelles comme à Tongres¹⁶⁷¹ et à Xanten¹⁶⁷².

L'alimentation du bœuf est d'abord pourvue par le pâturage, notamment en zone bocagère vallonnée

1668 LIGIER 1749, p. 988

1669 LEPETZ 1996, p. 120-121 ; LEPETZ et MATTERNE 2003, p. 31 ; LEPETZ, MORAND 2017, p. 34-37

1670 LEPETZ 1996, p. 119 ; LEPETZ et MATTERNE 2003, p. 24 ; OUESLATI, CRONIER 2014, p. 153

1671 PIGIÈRE 2009, p. 227 ; PIGIÈRE 2015 et 2017

1672 NOLDE 2009

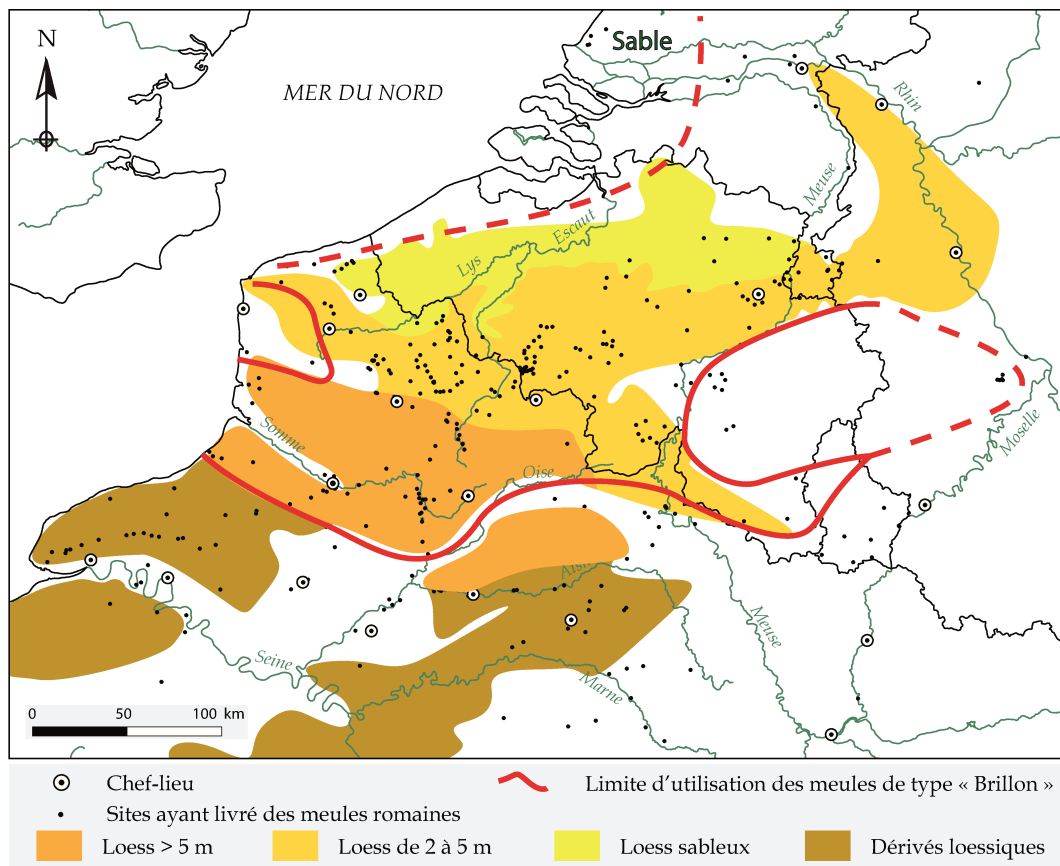


Figure 351 Carte pédologique schématique des loess de l'Europe du Nord-ouest. D'après HAASE et al. 2007.

Figure 352 Paysage de pré-salé actuel : les bœufs paissent dans les marais à l'arrière de la ligne de dunes régulièrement percée de chenaux qui font pénétrer les marées à l'intérieur des terres. Réserve naturelle du Platier d'Oye (Pas-de-Calais).

(Boulonnais, contreforts ardennais) et dans les zones de prés salés (plaine littorale flamande et embouchure des trois fleuves : Escaut-Meuse-Rhin, fig. 352). Dans le sud de la Gaule, c'est encore dans les zones humides de Camargue que l'on retrouve le bœuf en pâture extensive alors que sur les terrains plus secs dominant la chèvre et le mouton¹⁶⁷³.

Sur les grandes plaines limoneuses, S. Lepetz et V. Matteredne annoncent que « *les données pédologiques ont certainement eu des répercussions sur les choix de culture mais aussi sur les capacités de production fourragère, qui déterminent les orientations de l'élevage et l'importance des cheptels pouvant être entretenus. Une tête de bétail consomme annuellement 8 à 10 fois son poids en fourrage. Rien qu'en fourrage sec, il faut compter 7 à 8 kg de foin par jour pour un poids vif de 500 kg, soit le produit d'un hectare de bonne prairie. La paille et les légumineuses peuvent fournir un complément fourrager. Il est probable que dès la période romaine des fourrages céréaliers ont été mis à contribution, mais l'entretien d'un plus grand nombre d'attelages pour le labour entraînait l'obligation de disposer de plus grandes surfaces de culture ou de pratiquer une culture plus intensive. Le fourrage d'hiver représentait à lui seul le produit d'un tiers des surfaces labourables. Dès lors l'entretien d'un grand nombre de bovins n'était envisageable que dans des zones où l'on disposait de bonnes prairies en suffisance* »¹⁶⁷⁴. Toute la question repose donc sur la possibilité de réserver une partie des récoltes en grains aux animaux qui fournissent par ailleurs des services importants : trait pour le labour et le transport, fumier, lait et viande destinés à la consommation familiale ou à l'exportation, fourniture de sous-produits (os, cornes, tendons, peau, collagène). Or l'agriculture sur terrain loessique à la fin de l'Âge du Fer et au début de l'époque romaine tend vers une occupation extensive des sols allant de pair avec une augmentation des surfaces cultivées¹⁶⁷⁵. La plupart des espaces disponibles sont occupés, quitte à partager les terrains selon les saisons entre cultures et élevage pour amender des surfaces où le transport de fumier devient difficile. L'ethnographie offre une bonne analyse de l'implication du travail des céréales et de l'usage des bestiaux par rapport aux besoins de la ferme, par rapport au marché et au degré de surplus qui peut être atteint dans le cadre d'une économie de subsistance¹⁶⁷⁶. F. Sigaut remarque ainsi qu'au XIX^e siècle « *dans les Landes de Gascogne [...] on compte qu'il faut 40 ha de parcours pour nourrir les moutons nécessaires à la fertilisation d'un seul hectare de céréales ! La Campine d'ailleurs, dont les sols ne diffèrent guère de ceux de la Flandre sableuse, en est à peu près au même point* »¹⁶⁷⁷. L'étendue des surfaces cultivées et la composition du cheptel font donc l'objet d'un compromis permanent entre surface cultivable (en pleine propriété ou sous bail à ferme), capacité matérielle et humaine à exploiter les terres et à se déplacer/transporter sur de grandes surfaces, rendement des surfaces cultivées par rapport aux pâtures, et quantité de matière organique fournie par le bétail par rapport à sa consommation en fourrage. D'autre part, dans une économie fournissant des surplus, même faibles, le choix peut être fait d'assigner une partie du grain au bétail si celui-ci rapporte quelques revenus ou un nouveau confort par ailleurs. La vente des sous-produits, d'autant s'ils sont transformés, pourra produire plus de revenus que la vente des surplus de grain.

Dans les cortèges de grains archéologiques les carpologues savent différencier les récoltes destinées aux hommes des fourrages réservés aux animaux : les seconds sont moins bien nettoyés que les premières, et plusieurs lots issus de récoltes différentes peuvent être mélangés avec des herbacées ou du foin¹⁶⁷⁸. Sur l'établissement de Vitry-en-Artois (Pas-de-Calais)¹⁶⁷⁹, l'orge serait utilisée comme

1673 COLUMEAU 2005 p. 249

1674 LEPETZ, MATTERNE 2003, p. 26

1675 MATTERNE, BRUN 2016, p. 635

1676 Dans l'économie agraire des îles grecques : HALSTEAD, JONES 1989 ; en Europe de l'ouest : SIGAUT 1988

1677 SIGAUT 1988, p. 34-35

1678 MATTERNE 2003, p. 250 ; DERREUMAUX 2005

1679 LEFEBVRE *et al.* 2014, p. 145

fouillage, usage mentionné par Pline¹⁶⁸⁰. À Dourges (Pas-de-Calais), où un établissement de bord de voie équipé d'une étable est interprété comme un relais routier des III^e-IV^e siècles, plusieurs échantillons analysés par M. Derreumaux sont associés au fouillage des animaux : mélange de fragments de grains d'amidonnier, de blé nu, d'orge, d'engrain, d'épeautre et des résidus de leur traitement (balle)¹⁶⁸¹. Cette alimentation concentrée convient bien à ce que l'on peut donner à des chevaux ou à des bœufs lors d'une étape. À Dourges comme sur les établissements routiers de « la Becquerelle » à Marquette-lez-Lille et de « la Pointe » à Noyelles-lès-Seclin (Nord), plusieurs meules de type « Brillon » sont répertoriées et composent une bonne partie du matériel de mouture : 15 individus sur 27 dans la villa LA3 de Dourges et 3 sur 10 dans la ferme voisine (LA4)¹⁶⁸², 16 sur 35 à Marquette¹⁶⁸³, 2 sur 3 à Noyelles¹⁶⁸⁴. À Bouvines (Nord) plusieurs bâtiments sur poteaux se succèdent au bord de la route pénétrant dans l'agglomération (mais en périphérie) (fig. 353)¹⁶⁸⁵. Au sud de la voie où la présence d'une étable est supposée, des graines fragmentées d'orge, d'épeautre et d'engrain, et de nombreux restes de vannage de l'épeautre et de l'amidonnier ont été ramassés dans une fosse de rejet attenante à un bâtiment sur poteaux de la première phase (I^{er} siècle). Un autre lot plus important encore de résidus de vannage est attribué à la seconde phase au même endroit (fin du I^{er} – début du II^e siècle). Ces résidus sont comparés par les carpologues aux vestiges de fouillage et de litière de Dourges¹⁶⁸⁶. S'y joignent 5 meules de type « Brillon » dont les fragments d'un probable couple provenant des alentours du même bâtiment situé au sud de la voie¹⁶⁸⁷ ; les 9 meules réservées à l'alimentation humaine proviennent toutes du secteur d'un autre bâtiment situé au nord de la route. Le bœuf est très représenté sur le site, probablement pour approvisionner l'agglomération. Comme à l'échelle de toute la Gaule, une augmentation de sa stature est décelée entre la première et la deuxième moitié du I^{er} siècle¹⁶⁸⁸.

En milieu rural, l'exemple des Rues-des-Vignes (Nord), dans la protubérance méridionale de la cité des Nerviens, montre une évolution de sa consommation en matériel de mouture/broyage répondant à une transformation des besoins, mais probablement aussi à une évolution des moyens¹⁶⁸⁹. Au I^{er} siècle, alors que se met en place un enclos ceignant des structures et un mobilier modestes, la pratique de la mouture est manuelle et convient aux besoins de subsistance d'un foyer. À la fin du siècle, alors que le site est remodelé et de nouveaux bâtiments sont construits, apparaît une meule de type « Brillon ». Au II^e siècle, la mouture manuelle est toujours présente, mais les grandes meules en arkose grossière se multiplient (5 individus). Cette importante évolution, à la fois quantitative et qualitative, de la consommation de meules à partir de la fin du I^{er} siècle est à mettre en corrélation avec les restructurations de l'habitat et l'évolution des activités agro-pastorales pratiquées (construction d'un four culinaire, bâtiment renfermant des grains vêtus, intensification de l'élevage), donc avec une augmentation des besoins en un matériel qui peut favoriser l'insertion du site dans un système économique régional de production alimentaire. La présence d'un mobilier de qualité évoque à la même époque une certaine élévation du niveau de vie et donc le dégagement de surplus dans cet établissement rural de type « indigène » qui ne peut pas être qualifié de *villa*¹⁶⁹⁰.

La région néerlandaise constitue un exemple intéressant d'opposition entre deux milieux pédolo-

1680 PLINE, *Histoire Naturelle*, XVIII, 14, 2

1681 DERREUMAUX 2005, p. 381-384

1682 Dourges (Pas-de-Calais) « le Marais de Dourges » (fouille J.-F. Geoffroy) : meules n° 1437 à 1451, 1459 à 1451

1683 Marquette-lez-Lille (Nord) « la Becquerelle » (fouille L. Gubellini) : meules n° 952 à 967

1684 Noyelles-lès-Seclin (Nord) « la Pointe » (fouille L. Blondiau) : meules n° 990 à 992

1685 LEPLUS 2015

1686 Étude A.G. Heiss dans LEPLUS 2015

1687 Bouvines (Nord) « rue de Gruson » (fouille S. Leplus) : meules n° 743 à 747

1688 Étude T. Oueslati dans LEPLUS 2015

1689 Les Rues-des-Vignes (Nord) « rue du Cimetière/rue du Stade » (fouille R. Blondeau) : meules n° 884 à 893

1690 BLONDEAU 2011

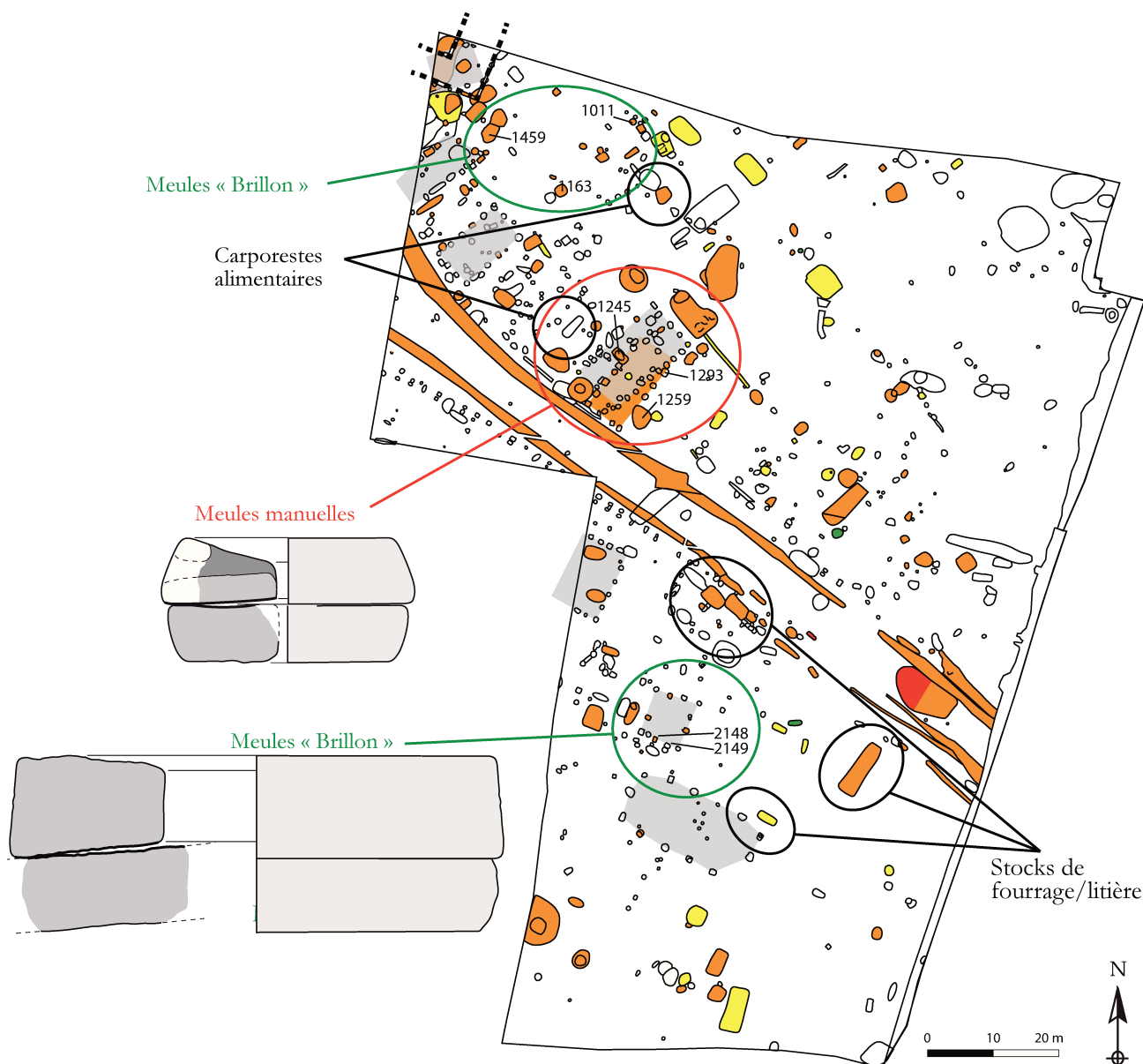


Figure 353 Plan de l'établissement routier installé à l'entrée de l'agglomération de Bouvines (Nord), « rue de Gruson ». Plusieurs bâtiments sur poteaux sont répartis de part et d'autre de la route. Au sud les marqueurs d'activité indiquent la présence de bétail et/ou de chevaux ; des meules de type « Brillon » y sont mises au jour. Au nord, les bâtiments livrent des témoins de la présence et de la consommation humaine ; les meules font partie de moulins manuels à grains.

giques et agricoles. L'élevage du bœuf et du cheval est bien attesté dans la zone batave du delta du Rhin, considérée comme peu propice à fournir des surplus en grain, et sert à approvisionner le *limes* en viande et en chevaux de selle dès le I^{er} siècle¹⁶⁹¹. Seulement sur ce territoire fortement soumis aux caprices de la mer¹⁶⁹², l'agriculture est cantonnée au cadre vivrier, au bénéfice du pâturage de pré salé qui prend une dimension extensive. Les bêtes n'ont pas, ou peu, besoin de recevoir de fourrage d'appoint et, d'ailleurs, les meules de type « Brillon » sont absentes de ce secteur. En revanche, elles sont bien présentes, et dans proportions très similaires à ce que l'on observe dans l'Artois ou dans le Cambrésis, sur les établissements installés sur les terrains loessiques de l'intérieur des Pays-Bas et qui

1691 KOOISTRA 1996, p. 65-66 ; CAVALLO *et al.* 2008 ; VOSSEN, GROOT 2009 ; GROOT *et al.* 2009, p. 249-250 ; GROOT 2011

1692 36 % des terres y sont périodiquement inondées au début de la période romaine, 45 % à la fin : KOOISTRA 1996, p. 117

centralisent bétail et récoltes pour les acheminer dans les centres urbains et militaires du *limes*¹⁶⁹³. La capacité de ces établissements à dégager des surplus en grain est bien réelle puisque L.I. Kooistra estime que, en production propre ou en centralisation, les plus grandes villas de la zone limoneuse limbourgeoise disposent de greniers dont la contenance excède cinq fois la consommation du domaine¹⁶⁹⁴. L'établissement rural « Trilandis » en périphérie d'Heerlen livre 3 meules de type « Brillon » sur 17 individus¹⁶⁹⁵, à Kerkrade la villa de « Holzkuil » en fournit au moins 3 sur 20¹⁶⁹⁶ et celle de « Beitel – Delocht » 4 sur 4¹⁶⁹⁷. Enfin, les 2 meules de la villa de « Dousberg » en périphérie de Maastricht sont de type « Brillon »¹⁶⁹⁸.

Reste à savoir sous quelle forme sont consommés les grains par les animaux, entiers ou réduits en farine grossière. À la fin du XVIII^e siècle, l'*Encyclopédie Méthodique* nous apprend que « *les bestiaux, surtout dans les pays privés de pâturages, partagent avec les hommes ce bienfait de la nature : on leur donne des graines seulement après les avoir triturées* »¹⁶⁹⁹. D'ailleurs à partir de la Révolution industrielle, les moulins étaient dotés de meules grossières exclusivement dédiées à l'alimentation animale. En Angleterre, ces meules spéciales sont souvent taillées en *Millstone Grit*, roche structurellement très proche de nos arkoses ardennaises¹⁷⁰⁰. Cette alimentation est encore aujourd'hui donnée aux animaux de batterie puisque les grains entiers seraient mal digérés. L'impossibilité de régler l'écartement des meules de type « Brillon » ne pose pas de problème technique dans le cas de l'alimentation animale puisque le grain simplement broyé et mélangé aux restes de balle est parfaitement consommable et digestible par les bestiaux. Les enveloppes de céréales vêtues constituent même un excellent fourrage¹⁷⁰¹. Dans l'Antiquité et malgré l'éloignement géographique, les agronomes latins mentionnent ainsi la possibilité du broyage de céréales ou de légumineuses pour l'alimentation des bœufs : « *Les cicéroles écrasées se donnent aux boeufs en place d'ers, dans la Béotie et en Espagne. On les broie avec une meule suspendue, on les fait détremper dans de l'eau jusqu'à ce qu'elles soient amollies, puis on les mêle avec de la paille pour les donner aux bestiaux* »¹⁷⁰². Toutefois, aucune mention n'est faite dans les textes d'un outillage ayant cette fonction au nord de la Gaule.

L'autre solution proposée est celle du broyage du sel, toujours pour répondre aux besoins du bétail. Aristote nous en signale la possibilité qu'il applique à ce qu'il connaît en Grèce : « *Ce qui engraisse surtout le mouton c'est la boisson, c'est pourquoi en été on lui donne du sel, un médimne pour cinq jours par cent moutons. Cela rend le troupeau plus sain et plus gras. Et, pour cette raison, on sale beaucoup des aliments qu'on leur donne, par exemple on met beaucoup de sel dans leur fourrage* »¹⁷⁰³. La corrélation avec l'élevage du bœuf est la même, mais s'ajoute une explication sur les zones côtières où cette activité est largement attestée. La pression agricole étant faible sur ces terres sablonneuses inhospitalières, le bétail est élevé de manière extensive dans des herbages régulièrement recouverts par la mer que l'on appelle à juste titre des « prés salés ». Ses besoins en sel sont pourvus naturellement par la consommation d'une végétation à forte salinité. Sur terrain loessique, l'apport en sel doit être pourvu par l'éleveur. C'est en tout cas ce que suggère l'exemple de la ferme gauloise de Brebières (Pas-de-Calais), entre Douai et Arras, qui montre à l'échelle du site un lien entre la consommation

1693 KOOISTRA 1996, p. 88-89 ; ROYMANS, DERKS 2016

1694 KOOISTRA 1996, p. 101

1695 Heerlen (Linbourg Néerlandais) « Terrain Trilandis Europe » (fouille G. Tichelman) : meules n° 335 à 337

1696 TICHELMAN 2005, p. 277-280

1697 Kerkrade (Linbourg Néerlandais) « Beitel – Delocht » (fouille A. Horbach) : meules n° 392 à 395

1698 Maastricht (Linbourg Néerlandais) « Dousberg » (fouille J.H.F. Bloemers et prospections E. Wetzels et E.A. Schorn) : meules 401 et 402

1699 PANKOUCKE 1787, p. 55

1700 HOCKENSMITH 2009, p. 199 ; MAILER 2014, p. 14

1701 JACQMAIN, ANCIEN 1989, p. 20-21

1702 COLUMELLE, *De l'Agriculture*, II, 10

1703 ARISTOTE, *Histoire des Animaux*, VIII, 10, 15-20

de grosses quantités de sel matérialisée par les rejets de moules à sel, et l'élevage des bœufs et des chevaux dans un même enclos¹⁷⁰⁴. La consommation du site, déjà importante à La Tène finale, augmente encore nettement à la fin du I^{er} siècle av. J.-C.¹⁷⁰⁵ Peut-être les quantités employées à l'époque romaine nécessitent-elles l'usage d'un moulin particulier pour faciliter son mélange à l'alimentation et son absorption par l'organisme.

Qu'elles servent à broyer le fourrage, le sel, ou même les deux, les meules de type « Brillon » semblent donc étroitement liées à la présence de bétail sur les établissements agricoles du nord de la Gaule et de Germanie inférieure. Elles ont pu alimenter les équidés en même temps que les bovidés, mais les premiers ne montrent pas de répartition particulière entre le nord du Bassin parisien et le bassin flamand, si ce n'est partout une forte prédominance des seconds sur les premiers dans les assemblages fauniques¹⁷⁰⁶. L'intervention de ces moulins frustes dans le cadre des activités d'élevage à partir du I^{er} siècle fait partie des différents facteurs qui interagissent pour mener à l'amélioration des rendements. Inversement, ils apportent peut-être une réponse au « problème » de la croissance des cheptels et de la nécessité de les nourrir. L'augmentation de la stature des bœufs de 10 %, et l'accroissement des rendements en viande de 80 % entre les époques gauloise et romaine sont des phénomènes particulièrement révélateurs d'un progrès de la zootechnie mais n'est pas lié à l'évènement de la conquête romaine ni à l'apport de bêtes et de techniques extérieures¹⁷⁰⁷. Par la suite, la disparition de ces meules à partir du IV^e siècle est encore corrélable avec la baisse de massivité de 9,3 % des bêtes d'élevage entre le Bas-Empire et le haut Moyen Âge¹⁷⁰⁸. D'après les archéozoologues, cette croissance à l'époque romaine tient de nouvelles capacités à sélectionner, soigner, abriter et surtout alimenter le bétail grâce à une évolution des pratiques fourragères, et interviendrait à des degrés différents d'un terroir à l'autre dès l'époque gauloise¹⁷⁰⁹. Ces techniques sont simplement développées et optimisées à l'époque romaine, et leurs résultats exacerbés.

On ne peut évidemment pas mettre en relation directe l'adoption d'un seul outil et la croissance de la taille du bétail puisqu'une augmentation similaire est par exemple observée en Italie romaine¹⁷¹⁰ où ce type de meule n'est pas encore reconnu. Cependant, l'adaptation constante des moyens techniques à des besoins pratiques fait globalement partie de ces facteurs qui permettent aux établissements agricoles de dégager des surplus, d'investir dans des moyens de production efficaces, et mécaniquement d'accroître encore leur productivité dans une région défavorisée par son climat. Peut-être le fourrage est-il administré différemment en Italie, avec des variétés de céréales elles aussi différentes.

Par la cartographie de la culture matérielle se dégagent donc des tendances générales calquées sur les cartes de nature des sols, mais les situations varient encore localement entre les plateaux et les vallées, les versants nord et sud d'un relief, les zones boisées et les plaines ouvertes, les abords d'agglomérations, etc. L'agronome et historien des techniques F. Sigaut insiste ainsi sur le fait qu'« *en toute rigueur, on pourrait soutenir que le système de culture ne peut se définir qu'au niveau de la plus petite unité économique existant de façon autonome : l'exploitation individuelle aujourd'hui, la communauté villageoise autrefois. À ce compte, il y aurait plusieurs dizaines de milliers de systèmes de culture différents dans la France du XVIII^e siècle !* »¹⁷¹¹

En examinant les dynamiques qui mènent à l'augmentation exceptionnelle de la stature des bœufs

1704 LAGNEAU, GUTIERREZ 2017, p. 155-156

1705 *Ibid.*, p. 153

1706 LEPETZ, MATTERNE 2003, p. 31 ; LEPETZ, MORAND 2017, p. 37-40

1707 NUVALA 2016, p. 605 ; DUVAL *et al.* 2016 ; DUVAL 2017

1708 AUDOIN-ROUZEAU 1998 ; PIGIÈRE 2009, p. 90 et 117

1709 PIGIÈRE 2009, p. 99 ; DUVAL *et al.* 2012 et 2013 ; OUESLATI 2014, p. 126

1710 MACKINNON 2015, p. 253-259

1711 SIGAUT 1988, p. 34

à l'époque romaine, les archéozoologues en arrivent à la même conclusion : « *chaque territoire, selon son degré d'intégration des nouvelles techniques, selon les ressources disponibles, la qualité de son sol ou sa culture agraire, a réagi de manière variée au phénomène de changement de la forme des bovins, bénéficiant alors de logiques évolutives aussi diverses que nombreuses* »¹⁷¹².

Ici encore, en plus de travailler sur la présence de mobilier au sein des occupations, il faudrait aborder son absence pour obtenir une image la plus proche possible de la réalité. L'utilisation des grandes meules de type « Brillon » pour le broyage du fourrage et/ou du sel au nord de la Somme est donc de l'ordre du probable, sans pour autant être absolument certaine dans un contexte pré-industriel où l'essentiel des récoltes sert à l'alimentation du foyer, aux semences de l'année suivante et au paiement de l'impôt. Dans le cas de la production céréalière, l'économie rurale de l'Antiquité s'éloigne peu du régime de subsistance des siècles précédents. Pourtant, et nous le verrons, si la mouture alimentaire dans ces contextes agro-pastoraux modestes reste la plupart du temps domestique, manuelle et vivrière, elle évolue parfois vers des échelles de production qui excèdent le strict cadre familial. Ainsi des surplus sont à l'évidence dégagés des activités agricoles et pourvoient à l'acquisition de biens de consommation exogènes et d'outils servant à optimiser la production : sans être une nouveauté, ce phénomène s'accroît à l'époque romaine avec l'intégration des établissements dans l'économie de marché. N'oublions pas d'autre part que, dans le cas de l'achat de meules, plusieurs années s'écoulent entre chaque mobilisation de capital, ce qui permet de prévoir le renouvellement du moulin longtemps à l'avance.

14.4.4 Le moulin à la campagne : des situations très variées selon les terroirs

14.4.4.1 Pratiques d'autosubsistance

À la différence des périodes précédentes où certaines occupations ne duraient pas plus d'une ou deux générations, la plupart des établissements gallo-romains restent en place pendant plusieurs siècles, au moins du I^{er} au III^e, voire jusqu'au IV^e siècle. Rares sont les sites qui dévoilent une réelle cristallisation de l'occupation suite à un épisode violent ou un abandon soudain. Les fragments de meules sont souvent réemployés après leur premier usage (comme aiguisoirs ou comme mortiers par exemple), puis de nouveau (comme pierres foyères ou éléments de calage), puis rejetés parfois loin de leur milieu primaire d'utilisation. Ils sont ainsi très dispersés, tantôt découverts dans des puits, des fosses à la fonction plus ou moins identifiée, tantôt en réemploi dans la maçonnerie, les fondations, les trous de poteaux, les foyers, etc. On ne peut donc, malgré la grande assiette numérique sur laquelle s'appuie le catalogue, proposer un aperçu statistiquement fiable de la place des activités de mouture sur les sites. D'ailleurs, les chiffres se présentent comme des tendances générales alors que des pratiques différentes apparaissent selon les terroirs. Quelques cas, dont notamment la découverte de couples de meules, montrent ainsi une certaine logique de répartition des meules manuelles à un moment donné et laissent penser à l'existence d'espaces dédiés à la préparation alimentaire.

La moitié de toutes les meules étudiées entre Seine et Rhin provient de contextes agro-pastoraux, fermes et villas (fig. 346A). Les autres proviennent d'agglomérations plus ou moins importantes et de sites divers, artisanaux, culturels, et dans une moindre mesure, militaires. Parmi ces meules rurales, les deux tiers proviennent de petites et moyennes fermes, l'autre tiers de grands établissements de type « villa ». Les proportions sont à peu près les mêmes pour les meules manuelles seules (fig. 346B), mais diminuent fortement pour les meules à entraînement central, plutôt présentes en ville (fig. 346D) alors que les meules à traction périphérique sont majoritairement réparties en milieu rural (fig. 346E).

1712 DUVAL *et al.* 2012, p. 103

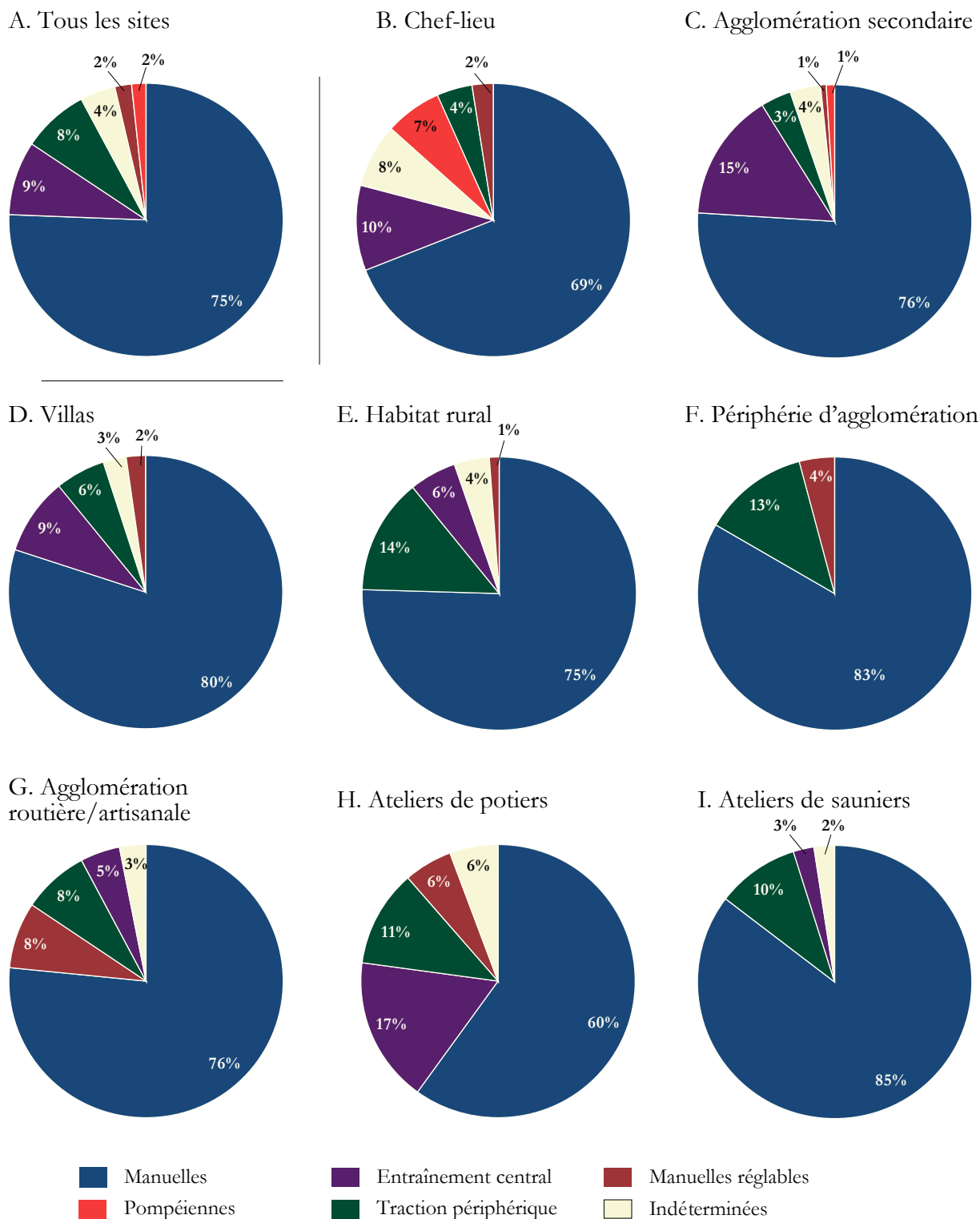


Figure 354 Proportion de chaque type de meule par catégorie de site à l'époque romaine, une fois exclues les meules de type « Brillon ».

À l'époque romaine, la campagne est donc encore le lieu d'une pratique très simple de la mouture : quand celle-ci n'est pas simplement manuelle (75 à 80 % des meules rurales une fois exclues les meules de type « Brillon », fig. 354D et E), on y pourvoit avec les moyens du domaine ou de la ferme : animaux de trait ou personnel humain (6 % de l'équipement des villas, 14 % dans les autres établissements). L'on compte assez peu, finalement, sur de coûteux aménagements du réseau hy-

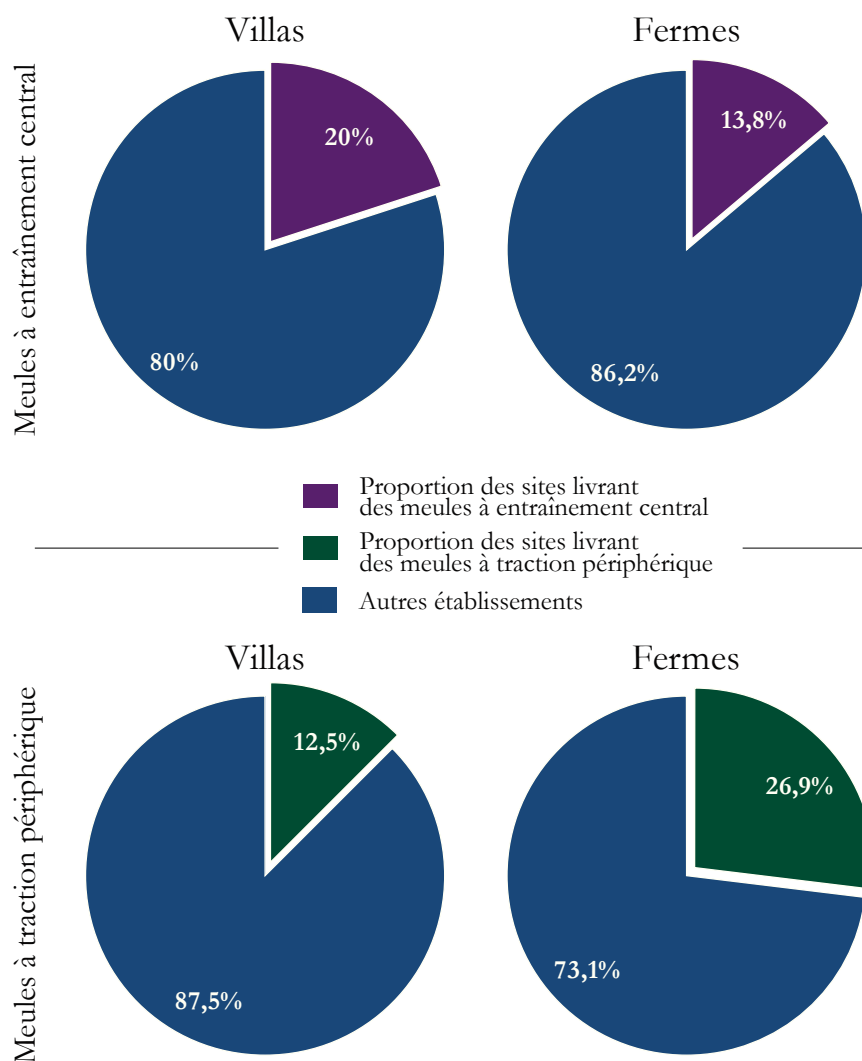


Figure 355 Proportion des sites ruraux (villas et fermes) livrant des meules à entraînement central (en violet) et des meules à traction périphérique (en vert).

drographique (les villas comptent 9 % de meules à entraînement central, les autres établissements ruraux 6 %). En retournant les proportions, seules 16 villas sur 80 (20 %) et 18 fermes sur 130 (13,8 %) disposent de meules à entraînement central ; 10 villas sur 80 (12,5 %) et 35 fermes sur 130 (26,9 %) ont des meules à traction périphérique (fig. 355).

Notre classement ne montre pas de nette dichotomie entre fermes et villas en ce qui concerne la pratique de la mouture, ce qui tient probablement du défaut d'identification des sites sur de faibles emprises de fouille. Les meules à entraînement central sont certes plus fréquentes sur les établissements identifiés comme des villas que dans les fermes de tradition « indigène », mais sur plusieurs villas, les meules manuelles sont les seules retrouvées. Inversement, certains établissements qui ne correspondent pas à l'organisation type de la villa disposent de meules de grand format.

Cela renforce l'idée émise par P. Ouzoulias et P. Van Ossel que les découvertes archéologiques en milieu rural « ne nous renseignent en aucune façon sur le régime foncier de ces établissements. Dans l'absolu, ils peuvent tout aussi bien être aux mains de tenanciers ou de petits possesseurs. Il est même fort possible que les uns et les autres soient placés dans une situation de forte dépendance sociale par rapport aux détenteurs de domaines fonciers beaucoup plus importants. Il n'en demeure pas moins que ces établissements participent à l'exploitation agricole des terroirs à des degrés qui varient avec leur capacité productive et leur nombre »¹⁷¹³.

1713 OUZOULIAS, VAN OSSEL 2009, p. 117

D'autre part, M. Reddé signale que le territoire est occupé de manière très variable avec des vides et des pleins : à Onnaing comme à Lauwin-Planque (Nord), des centaines d'hectares décapés montrent des fermes établies en réseau sans villa, comme c'est le cas aux alentours de Reims ou de Jülich (Rhénanie-du-Nord-Westphalie)¹⁷¹⁴, alors qu'en Picardie les villas se partagent le territoire avec des établissements d'autres types¹⁷¹⁵. Les établissements ruraux modestes interprétés comme des fermes « indépendantes » peuvent donc tout autant constituer des dépendances de villas que des unités réellement indépendantes.

De toutes les villas fouillées dans le Condroz namurois, au sud et à l'est de la confluence Sambre-et-Meuse, aucune n'a encore livré de meule de grand format. Le schéma de répartition du matériel de mouture est même très récurrent dans ce terroir : toutes les meules manuelles sont en roche volcanique de l'Eifel et plusieurs bâtiments en livrent des fragments au sein du domaine. La villa du Hody à Hamois (Prov. Namur), récemment publiée¹⁷¹⁶, montre ainsi une série de fragments de meules manuelles et un mortier en pierre dispersés devant et à l'intérieur de quatre bâtiments répartis autour de la cours centrale (fig. 356). La chronologie du site empêche de déterminer si, au cours des plus de deux siècles d'occupation, chaque pièce se rattache à une phase différente ou si toutes sont issues de la fossilisation de la dernière phase au III^e siècle ; la présence d'un couple semble rendre le second scénario le plus probable. Bien que la villa se dote d'un ensemble balnéaire au III^e siècle et présente plusieurs dépendances dont probablement l'habitat du personnel agricole, la mouture n'apparaît pas gérée collectivement dans un même espace, du moins dans le champ de vision ouvert par la fouille (le système d'évacuation des bains s'échappe en bord d'emprise vers le nord). Le même constat est fait dans la villa de Champion, peu éloignée de la précédente, où les fragments de meules manuelles sont majoritairement rejetés dans deux fossés opposés de l'enclos principal et non rassemblés près du logis ou d'une seule annexe¹⁷¹⁷.

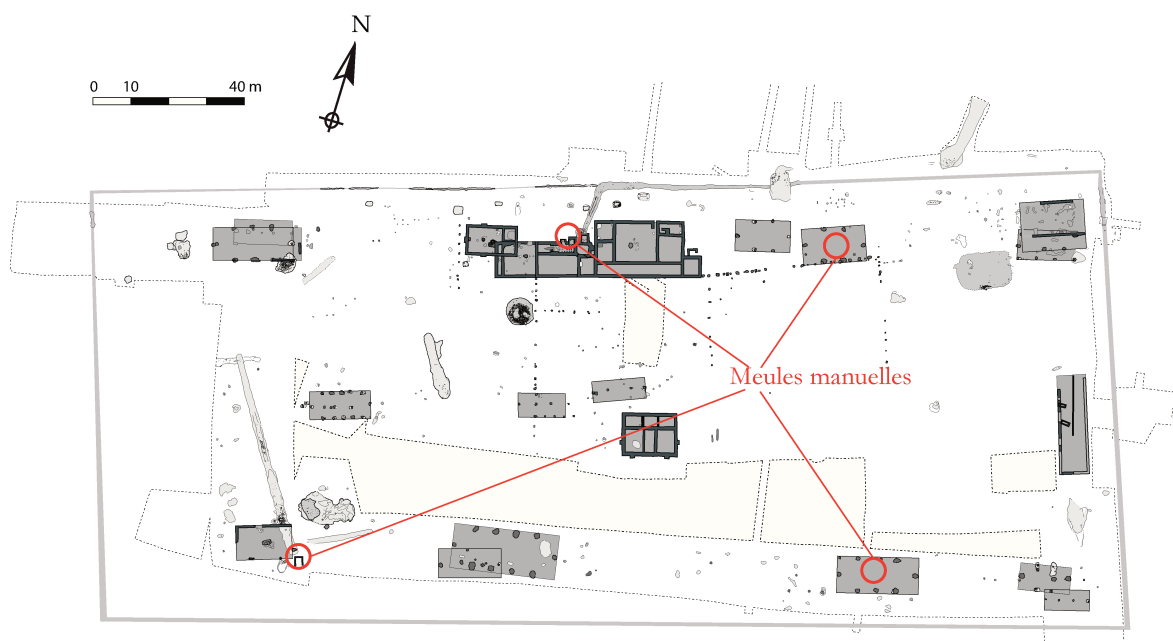


Figure 356 Plan général de la villa du « Hody » à Hamois (Prov. Namur). Les fragments de meules manuelles sont dispersés dans les différents bâtiments. DAO : P. Picavet d'après LEFERT *et al.* 2018, p. 44, fig. 33.

1714 REDDÉ 2015, p. 575

1715 AGACHE 1978 ; BAYARD, COLLART 1996

1716 Hamois (Prov. Namur) « sur le Hody » (fouilles S. Lefert) : meules n° 590 à 593 ; LEFERT *et al.* 2018

1717 Champion (Hamois, Prov. Namur) « le Rosdia » (fouille P. Van Ossel) : meules n° 585 à 589 ; VAN OSSEL 2001

Dans plusieurs autres villas réparties sur tout le territoire et une fois exclues les grandes meules de type « Brillon », les meules manuelles sont encore seules retrouvées et rassemblées près ou dans le logis. Cette répartition suggère que le personnel ne vit pas sur place ou que son habitat n'a pas été décelé ; elle confirme aussi que, si un moulin de grand format existait, il était situé à l'écart de l'habitat. Citons les villas de « la Tournette »¹⁷¹⁸ et de « Vieille Cour »¹⁷¹⁹ à Nivelles (Brabant Wallon), celle de Roly à Philippeville (Prov. Namur)¹⁷²⁰, celles de Contern¹⁷²¹ et de Dudelange¹⁷²² au Luxembourg, celle de « Mageroy » à Habay-la-Vieille (Prov. Luxembourg)¹⁷²³, de Masnières (Nord)¹⁷²⁴, de Catigny (Oise)¹⁷²⁵ ou encore celle du « Chemin aux Errants » à Val-de-Reuil (Eure)¹⁷²⁶.

On peut cependant difficilement conjecturer sur le nombre de personnes alimentées par les seules meules manuelles découvertes sur les sites de villas puisque le temps de mouture comme les rendements effectifs de l'opération sont très incertains. En se basant sur l'unité du *contubernium* militaire, 2 h de travail pourvoiraient à l'alimentation quotidienne de 8 soldats¹⁷²⁷ ; avec un coefficient multiplicateur simple, un moulin manuel sur lequel se relaieraient plusieurs personnes pourrait théoriquement en nourrir 40 en 10 h de mouture. Mais cette tâche ne fournit de la farine que pour la journée, ne comprend pas le temps de préparation du pain et des repas, et devrait être recommencée chaque jour avec un rythme aussi intense. De manière plus rationnelle il faut supposer que la mouture manuelle est réalisée pendant 1 à 2 h préalablement à la préparation alimentaire d'un foyer comprenant 5 à 10 personnes, quitte à moudre un peu plus en prévision des jours suivants où cette tâche sera épargnée, comme le relève Virgile dans les *Géorgiques* : « *si parfois une pluie froide retient le paysan, il lui est donné de mûrir beaucoup de travaux qu'il devrait ensuite précipiter par beau temps : [...] tantôt grillez au feu les grains, tantôt broyez-les avec une pierre* »¹⁷²⁸.

En l'absence de moulin à eau ou à traction périphérique, l'idée que l'ensemble du personnel attaché à l'établissement est nourri au sein du logis doit donc être écartée et ne prend pas en compte la possibilité d'un habitat périphérique à l'établissement mais non directement intégré à la *pars rustica*. Or dans le Limbourg, L.I. Kooistra évalue à une cinquantaine le nombre de personnes travaillant sur un domaine de 200 ha en temps normal, auxquels peuvent s'ajouter une dizaine d'ouvriers agricoles extérieurs pour les récoltes¹⁷²⁹. Autant dire que la *pars urbana* où sont au mieux retrouvés quelques fragments de meules ou un moulin manuel complet comme à Marquion (Pas-de-Calais)¹⁷³⁰, ne représente qu'une petite partie du domaine et qu'il est impossible de reconnaître l'habitat modeste lié à la villa s'il n'est pas clairement intégré à la *pars rustica*. En l'absence de moulin de grand format identifié, il faut donc finalement reporter l'activité de mouture dans chaque foyer périphérique où sera utilisé, comme dans le logis du maître, un moulin manuel familial.

C'est d'ailleurs le type d'équipement que l'on retrouve la plupart du temps dans les établissements ruraux modestes. Après exclusion des meules de type « Brillon » de leur équipement, ne restent souvent qu'une ou deux meules manuelles, témoins d'une mouture pratiquée dans un cadre domes-

1718 Nivelles (Brabant Wallon) « la Tournette » (fouille J.-P. Dewert) : meules n° 80 à 82

1719 Nivelles (Brabant Wallon) « Vieille Cour » (V. Humé) : meules n° 89 à 92

1720 Roly (Philippeville, Prov. Namur) « Crayellerie » (fouille P. Cattelain) : meules n° 609 à 618

1721 Contern (GD Luxembourg) « Deschtelratt » (fouille F. Dövener) : meules n° 437 à 439

1722 Dudelange (GD Luxembourg) « Koibestrachen » (fouille F. Dövener) : meules n° 441 à 444

1723 Habay-la-Vieille (Prov. Luxembourg) « Mageroy » (fouille F. Casterman) : meules n° 552 à 560

1724 Masnières (Nord) « les Hauts de Masnières » (fouille D. Gaillard) : meules n° 968 et 969

1725 Catigny (Oise) « les Terres Fortes » (fouille V. Bak) : meule n° 1276

1726 Val-de-Reuil (Eure) « Chemin aux Errants » (fouille Y.-M. Adrian) : meules n° 127 à 129

1727 ROTH 1999, p. 48-49 ; JODRY, SCHNITZLER 2010, p. 105

1728 VIRGILE, *Les Géorgiques, Livre I : le labourage, la météorologie*, 259-267

1729 KOOISTRA 1996, p. 109

1730 Marquion (Pas-de-Calais) « le Mont des Trois Pensées » et « la Plaine du Renard » (fouille C. Barbet) : meules n° 1557 et 1558

tique vivrier. C'est par exemple le cas à Saint-Christ-Briost (Somme) où une seule meule manuelle en calcaire accompagne 9 exemplaires de type « Brillon »¹⁷³¹ ; à Annœullin (Nord), ce sont 3 meules manuelles en Grès de Macquenoise qui se joignent à 2 en arkose grossière¹⁷³², etc.

14.4.4.2 Indice d'une spécialisation des espaces

Certains contextes laténiens montraient déjà quelques indices d'une spécialisation des espaces de préparation alimentaire à proximité des lieux de stockage. Le cadre de la mouture ne dépassait probablement pas la famille élargie, le clan réuni au sein d'un même enclos fossoyé (trois maisons au « Camp du Roi » à Jaux dans l'Oise). Pour ces situations intermédiaires où les meules sont manuelles mais semblent mises à disposition d'une petite communauté, toute la confusion réside dans la terminologie employée : doit-on parler de pratique collective dans le cadre familial si celui-ci excède le premier degré de parentalité ? Doit-on inclure les dépendants au cercle familial ? Et dans ce cas, une mouture manuelle au sein d'une villa doit-elle être considérée comme collective ou simplement domaniale, contrastant avec une mouture collective à visée commerciale que l'on observerait en ville ? Il semble exister différents degrés de collectif et la situation paraît beaucoup plus complexe qu'une simple dualité : mouture manuelle domestique / mouture de grand format collective.



Figure 357 Plan général des opérations préalables à la construction de la ZAC de Lauwin-Planque (Nord). Les établissements 1 et 2 (Milterlotte) sont directement voisins, l'établissement 3 (les Dix-Neuf) est installé le long du chemin 300 m au sud-ouest. Plan d'après Leroy-Langelin, Pernin 2015, p. 18, fig. 1.

1731 Saint-Christ-Briost (Somme) « les Dix-huit » (fouille C. Barbet) : meule n° 2017

1732 Annœullin (Nord) « Chemin Denoulet » (fouille B. Perrier) : meules n° 659 à 661

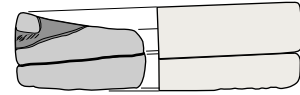


Figure 358 Plan de l'établissement 1 de la ZAC de Lauwin-Planque (Nord) dans son état de la seconde moitié du II^e – début du III^e siècle. À cette époque, l'enclos fossoyé est remblayé. Les fonds de cabane restent en activité. DAO P. Picavet d'après LEROY-LANGELIN, PERNIN 2015, p. 156, fig. 96.

Sans correspondre à une villa, le site de Lauwin-Planque (Nord) montre ainsi un cloisonnement des activités agropastorales, et son étendue suggère l'intervention d'un groupe de personnes dont l'effectif pourrait dépasser le cadre familial. Sur deux parcelles voisines décapées respectivement sur 1,8 et 8 ha, trois espaces enclos gallo-romains ont été dégagés et livrent des occupations qui connaissent des phases contemporaines (fig. 357)¹⁷³³. Le premier établissement (« Milterlotte 1 ») est occupé dès l'époque augustéenne mais c'est la dernière phase (deuxième moitié du II^e – début du III^e siècle), montrant un espace ouvert, non enclos par des fossés comme aux phases précédentes, qui livre des indices de préparation alimentaire (fig. 358). Au centre d'un ensemble de grandes fosses, l'une (3395) fournit les fragments d'un couple de meules manuelles rayonnées en Grès de Macquenoise assortis d'un fragment d'une autre meta¹⁷³⁴, d'une table de broyage et d'un morceau de broyon en

1733 LEROY-LANGELIN, PERNIN 2015

1734 Lauwin-Planque (Nord) « Milterlotte » (fouille E. Leroy-Langelin et G. Pernin) : meules n° 854, 857 et 858

grès. Cette fosse montre un plan quadrangulaire d'une superficie de 12,5 m². Elle est encadrée de quatre trous de poteaux qui supportaient une couverture dont quelques tuiles ont été retrouvées, et le fond est induré (piétinement). On peut y restituer un petit bâtiment excavé dans lequel, outre cet ensemble, plusieurs restes osseux ont été retrouvés (bœuf, porc, mouton), ainsi qu'un important assemblage céramique constitué de vaisselle de table (17,3 % du NMI), de cruches (12 % du NMI), de mortiers (5,4 % du NMI), de vases de stockage (2 individus) et surtout de vaisselle à feu (62,7 % du NMI). Ajoutons que la fosse voisine a livré un important lot de carporestes carbonisés (céréales et légumineuses). Malgré sa fonction de dépotoir à la fin de la période, cette structure nous livre un ensemble entièrement dédié aux activités de préparation alimentaire.

L'enclos voisin (« Milterlotte 2 ») est contemporain de la dernière phase du précédent et situé une cinquantaine de mètres au sud-est (fig. 359). Celui-ci est fossoyé, ne dispose d'aucun bâtiment sur poteaux et pourrait être lié au pacage du bétail. Les cinq morceaux de meules identifiés¹⁷³⁵ sont rejetés dans différents tronçons du fossé d'enclos extérieur et dans une fosse ; l'un d'eux est réemployé comme outil de percussion posée. Aucune meule n'y repose donc en position très révélatrice et les fragments rejetés proviennent peut-être des phases précédentes de l'établissement 1.

Le troisième établissement de la ZAC de Lauwin-Planque, celui des « Dix-Neuf », est dédié à l'habitat (fig. 360).

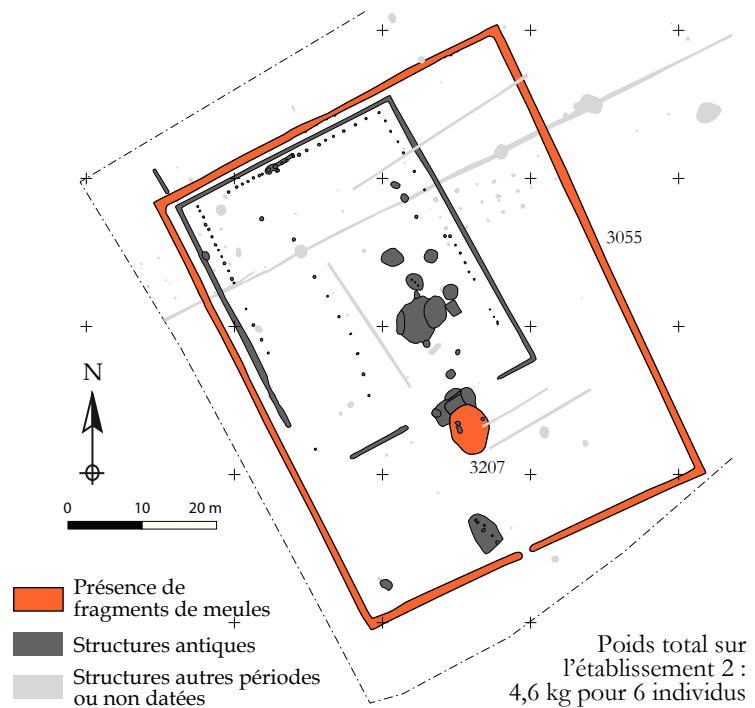


Figure 359 Plan de l'établissement 2 de la ZAC de Lauwin-Planque (Nord). Aucun habitat n'est identifié dans l'enclos. DAO : P. Picavet d'après LEROY-LANGELIN, PERNIN 2015, p. 310, fig. 240.

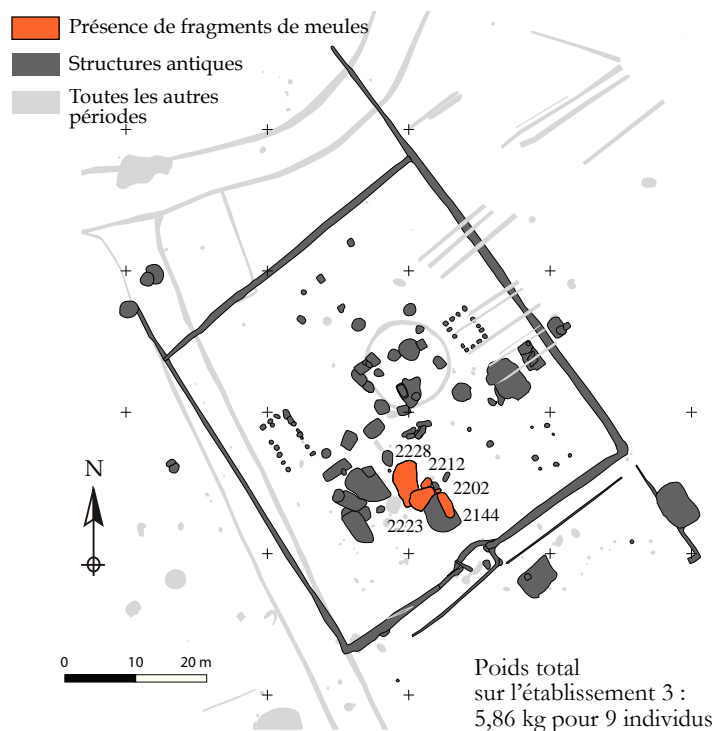


Figure 360 Plan de l'établissement 3 de la ZAC de Lauwin-Planque (Nord). L'enclos accueille deux bâtiments d'habitation et de nombreuses fosses d'extraction et fosses liées à des activités non identifiées, transformées en dépotoirs. Les fragments de meules se rapportent à la première moitié du II^e siècle alors que l'occupation se prolonge. DAO : P. Picavet d'après LEROY-LANGELIN, PERNIN 2015, p. 402, fig. 304.

L'enclos fossoyé renferme plusieurs bâtiments sur poteaux disposés suivant un plan très régulier et symétrique, plusieurs puits, des structures de combustion, et des fosses d'extraction de limon et de « travail » qui ont livré l'essentiel des fragments de meules¹⁷³⁶. La céramique culinaire atteint 82,2 % du NMI sur ce site et plusieurs éléments indiquent la pratique d'activités agricoles et domestiques (agriculture, élevage, filage et tissage,)¹⁷³⁷. En revanche, les catillus sont seuls représentés, très mal conservés et réemployés comme aiguisoirs et outils de percussion posée, ce qui suggère le rattachement de leur utilisation pour la mouture au début de l'occupation au milieu du II^e siècle. Plus aucun fragment ne peut être assigné à la fin du siècle ni au début du suivant, et il semble qu'il faille se déplacer sur l'établissement 1 pour moudre son grain à cette époque.

Le quatrième enclos, celui de « la Tourniolle » encore en cours d'étude, livre le même genre de fragments très petits, dispersés et éloignés de leur contexte primaire d'utilisation¹⁷³⁸. Il semblerait donc que la mouture, pratiquée près de l'habitat de l'établissement 3 au milieu du II^e siècle, soit déportée à la fin du II^e et au début III^e siècle dans un bâtiment spécifique éloigné de l'habitat (« Milterlotte 1 ») alors que les autres enclos restent fréquentés.

À plusieurs siècles d'intervalle, le meilleur parallèle que l'on peut proposer pour ce complexe est de nouveau celui de l'établissement gaulois du « Camp du Roi » à Jaux (Oise). Un espace dédié à la préparation alimentaire était représenté par un bâtiment excavé et couvert, situé à l'écart des bâtiments d'habitation et dans lequel reposait le même type d'assemblage que sur « Milterlotte 1 ». La préparation alimentaire dans les fermes de type « indigène » montre donc, encore à la fin de la période romaine, des analogies avec les pratiques gauloises. L'établissement est en revanche beaucoup plus étendu ici et les activités sont réparties dans un cadre topographique plus large : habitat, élevage et préparation alimentaire sont cloisonnés dans des enclos distincts, voire rejetés en dehors de ces enclos.

Nous verrions dans cette situation l'indice d'un regroupement de la préparation alimentaire à l'échelle d'un complexe agro-pastoral dont le statut exact nous est inconnu. La mouture restant manuelle, elle ne demande pas d'investissement financier important comme pourrait l'impliquer la construction d'un moulin hydraulique. Elle reste manuelle et peut donc être pratiquée directement par les consommateurs ou leurs dépendants. Cependant, même en imaginant un partage des outils de production entre différentes familles d'agriculteurs, la mouture reste domestique et vivrière.

14.4.4.3 La mouture collective à la campagne : les grands moulins

En examinant la société romaine, il semblerait que l'on ne puisse envisager de mise en commun de grands moyens de production par le bas. À la campagne, cette mutualisation par de petits paysans semble difficilement généralisable s'ils ne sont pas organisés en collèges. Or, aucun exemple d'association de paysans n'est connu dans le monde romain. L'installation d'un moulin ne dépend donc pas d'une communauté comme c'est le cas dans les sociétés rurales d'Afrique à la fin du XX^e siècle, dont les membres se cotisent pour installer un équipement collectif au cœur du village¹⁷³⁹. L'investissement dépend ici d'un maître de domaine qui décide de libérer ou non une partie de ses dépendants du travail de mouture, mais aussi de les attacher définitivement pour une tâche aussi intime que la préparation alimentaire du foyer. C'est probablement aussi de cette façon qu'il faut voir la présence de meules de grand format dans les établissements ruraux qui ne sont pas classés dans la catégorie des villas et dont nous ne connaissons ni le statut ni le fonctionnement. Bien que ne correspondant pas aux codes dits « romains » et s'il dispose des moyens nécessaires à son instal-

1736 Meules n° 842 à 850

1737 LEROY-LANGELIN, PERNIN 2015, p 519

1738 Lauwin-Planque (Nord) « la Tourniolle » (fouille L. Meurisse) : meules 836 à 838

1739 ALTARELLI-HERZOG 1986

lation, un établissement rural dit « indigène » peut très bien mettre en place un moulin à eau ou à traction animale. Cette question des moyens financiers apparaît d'ailleurs statistiquement : les établissements qui disposent de moulins à entraînement central sont majoritairement des villas alors que les moulins à traction périphérique sont plutôt utilisés dans les fermes (fig. 355). Mais cette règle n'est pas absolue, ce qui exprime la variété des situations et la possibilité qu'un propriétaire non résident investisse dans un moulin pour améliorer les rendements de ceux qui exploitent sa ferme. Rappelant l'exemple de Lauwin-Planque, un terroir entier a pu être exploré sur 350 ha¹⁷⁴⁰ à Onnaing (Nord). Aucune villa n'y a été décelée mais un fragment de catillus à entraînement central trahit la présence d'un moulin¹⁷⁴¹. Sur l'ensemble de la surface décapée, les fragments de meules sont assez peu nombreux, à hauteur de un à trois fragments par établissement quand ils en livrent¹⁷⁴². Cette pauvreté du mobilier est probablement due à la rapidité de l'intervention des archéologues devant libérer le terrain en moins de 6 mois, et donc à une fouille partielle des structures privilégiant le sondage mécanique. Cependant, il ressort de l'analyse du lot qu'un seul enclos a livré un grand catillus à entraînement central (site 5 : enclos fossoyé quadrangulaire de 1,5 ha) et quelques autres un fragment de meule manuelle chacun (sites 8, 14, 16 et 18) ; les autres n'ont pas livré de matériel de mouture. Si une pratique domestique de la mouture est avérée à certaines époques, l'on peut supposer un regroupement autour d'un grand moulin entre la seconde moitié du I^{er} et la première moitié du II^e siècle.

L'établissement rural de « Trilandis », apprécié sur une surface de près de 4 ha en périphérie d'Heerlen (Limbourg Néerlandais), est clairement défini comme « non villa » par les fouilleurs en raison de l'absence de plan axial et d'une culture matérielle qualifiée de médiocre¹⁷⁴³. Il s'agit d'une grande ferme occupée du dernier quart du I^{er} au milieu du III^e siècle et regroupant 33 bâtiments sur poteaux dont un grand grenier à faible distance de la route pénétrant dans le *vicus* de *Coriovallum*. Le phasage permet d'estimer entre 2 et 6 bâtiments, soit 6 à 36 personnes, par génération de 30 ans. Les activités agro-pastorales y sont intenses et plusieurs foyers de forge ont permis l'entretien de l'outillage. La triade faunique bœuf-mouton-porc est, comme souvent dans la région, dominée par le premier, auquel se joint aussi le cheval. Le spectre botanique est dominé par l'épeautre, l'amidonniér et l'orge vêtue. L'établissement n'est pas enclos et il est impossible de déterminer les liens qui peuvent réunir ces différentes unités d'habitation. Le matériel de mouture est assez mal positionné stratigraphiquement mais semble être réparti sur l'ensemble de la période. Deux catillus de type « Brillon » en arkose grossière témoignent d'abord de l'usage d'au moins deux moulins pour l'alimentation du cheptel et proviennent de deux bâtiments distincts. En parallèle, un très grand nombre de fragments de roche volcanique ont été ramassés, mais rares sont ceux qui restent lisibles morphologiquement. Un minimum de 10 meules manuelles en roche volcanique dont un catillus réglable sont dispersés dans plusieurs bâtiments sur le site et sont livrés à une mouture domestique¹⁷⁴⁴. Quatre autres fragments se rattachent à des meules de grand format¹⁷⁴⁵. Le premier catillus, avec sa face supérieure en cuvette et sa mortaise de fixation d'un levier diamétral, correspond à un moulin à traction périphérique. Les deux suivants sont les fragments de deux grands catillus à face supérieure convexe ; le troisième est un fragment de meta de grand diamètre. Aucune adduction d'eau n'est identifiée dans les parages, mais même si ces moulins sont entraînés par traction périphérique, leur simple présence montre le souhait d'excéder les rendements des meules à main

1740 BRETAGNE *et al.* 1998 ; CLOTUCHE 2009

1741 Onnaing (Nord) « le Moyen Mont » (fouille J.-J. Thevenard) : meule n° 1000

1742 Meules n° 993 à 1004

1743 TICHELMAN 2014

1744 Heerlen (Limbourg Néerlandais) « Terrain Trilandis Europe » (fouille G. Tichelman) : meules n° 324, 325, 327 à 332 et 334

1745 Meules n° 322, 323, 326 et 333

en mobilisant des moyens supérieurs.

Sur l'établissement rural de « la Marlière » à Courcelles-lès-Lens (Pas-de-Calais), la plupart des fragments de meules de la première phase romaine comme de la seconde se retrouvent rejetés dans les fonds de cabanes utilisés comme dépotoirs à la fin de chacune de ces phases¹⁷⁴⁶. Le déséquilibre entre catillus et metas est inhabituel sur ce site et témoigne de la vision partielle que nous pouvons avoir du mobilier d'un site occupé pendant plusieurs siècles d'affilée. Un NMI de 12 meules manuelles a ainsi été ramassé dont 2 catillus et 6 metas en Grès de Macquenoise, 1 meta en Grès de Fosses-Belleu, 1 en poudingue, et un possible couple catillus-meta en roche volcanique. Les meules à traction périphérique sont aussi nombreuses avec 5 catillus pour 7 metas en arkose rose. Plusieurs individus proviennent d'un grand fond de cabane de plus de 100 m² daté de la deuxième moitié du III^e au début du IV^e siècle, où ils reposaient en position détritique avec un mobilier hétéroclite (outillage, céramique, blocs de pierre, rejets de démolition, etc.)¹⁷⁴⁷. Les autres proviennent de divers fonds de cabanes similaires dans lesquels ont vraisemblablement été pratiquées diverses activités dont la préparation alimentaire (présence de fours culinaires avec carporestes). Le nombre de meules à traction périphérique signale la pratique d'une mouture collective malgré le caractère modeste de l'occupation.

Sur le même modèle, 39 sites ruraux dont 7 villas et 32 établissements modestes ont livré des meules à traction périphérique qui ne sont pas de type « Brillon » et qui s'ajoutent aux meules manuelles. Ces dernières feraient figure d'équipement d'appoint, par exemple si les besoins du jour ne nécessitent pas de faire sortir la bête de somme et de l'équiper pour la traction. Cependant, l'exemple de la villa de Marquion (Pas-de-Calais) montre que les deux peuvent opérer à la même période en deux endroits différents du domaine. Le moulin manuel en Grès de Macquenoise provient d'une cave située juste sous le bâtiment principal d'habitation et peut résolument être associé à la préparation alimentaire dans le logis du maître ; le catillus à traction périphérique en arkose rose, fragmenté, est issu d'une fosse située en périphérie des bâtiments d'habitation. Les analyses de résidus végétaux pratiquées sur les surfaces actives avaient révélé la mouture de céréales vêtues mal débarrassées de leur balle avec le moulin manuel, mais s'étaient avérées négatives sur le catillus à traction périphérique. Ce résultat négatif peut être révélateur d'un broyage autre que céréalier, mais peut aussi être simplement dû au milieu de dépôt¹⁷⁴⁸. Ainsi, soit le moulin à traction animale est lié à un usage particulier que nous ne savons percevoir, soit il peut servir à alimenter le personnel de la villa indépendamment de la famille du maître qui fait préparer sa propre alimentation par son personnel domestique.

En contexte romain tardif (IV^e siècle), les « hameaux » de fonds de cabane et de bâtiments sur poteaux de « la Fontaine des Grèves » à Goussancourt (Aisne) et des « Terres du Bois du Pendu » à Saint-Ouen-du-Breuil (Seine-Maritime) recelaient chacun un catillus à entraînement central. Si le site de Goussancourt rend possible une petite adduction d'eau, celui de Saint-Ouen-du-Breuil ne montre aucune alimentation en eau courante autour ni dans l'emprise de la fouille située en sommet de plateau. Néanmoins, que leur entraînement soit hydraulique ou non, la présence de grands moulins au sein de ce genre de « *communauté villageoise avant la lettre* »¹⁷⁴⁹ apparaît comme une constante qu'il faudra valider par d'autres observations. Elle est liée à la nécessité de nourrir les occupants de plusieurs unités d'habitations regroupées. Le statut de telles installations et leur caractère militaire ou germanique est cependant complètement inconnu bien que parfois avancé sur la base de témoins matériels (une boucle de ceinturon dans une tombe tardo-romaine de Goussancourt). Si

1746 Courcelles-lès-Lens (Pas-de-Calais) « la Marlière » (fouille R. Blondeau) : meules n° 1376 à 1413

1747 BLONDEAU 2015

1748 Analyses de P. Verdin (Inrap) en annexe

1749 HOSDEZ, LIBERT 2009

tel est le cas, on peut supposer que ces communautés aient été installées à l'initiative d'un pouvoir local ou militaire qui peut aussi procéder à l'installation d'un moulin. Il nous faut néanmoins reconnaître la fragilité de notre perception des différentes situations qui peuvent exister ; ces exemples fournissent des pistes à explorer pour les comprendre.

14.4.5 Regroupement de l'habitat

14.4.5.1 Les établissements routiers

Les sites de carrefours routiers et de gués constituent rapidement, dès le début de la période romaine, des nœuds où s'agglomère la population. S'y rassemblent l'habitat, les activités artisanales d'entretien (forge, charronnerie, etc.) et les activités agro-pastorales permettant à la fois de nourrir les voyageurs de passage et d'approvisionner les centres urbains grâce à une position géographique avantageuse. Les établissements routiers montrent donc souvent la particularité de rassembler plusieurs fragments de meules sur des surfaces réduites. Ceux-ci témoignent d'une activité de mouture intense, mais tiennent encore la plupart du temps de meules manuelles, ce qui montre que non seulement l'échelle mais aussi la temporalité de la production de farine sont originales. Leur situation de bord de route implique le passage fréquent de visiteurs à nourrir, ce dont témoigne l'organisation de l'alimentation des bêtes (à Bouvines et à Marquette « la Becquerelle »), mais l'incertitude de leur passage demande de mouler le grain au fur et à mesure pour des raisons de conservation. L'utilisation d'un moulin à eau demanderait de préparer et donc de consommer de grandes quantités de farine à chaque mise en route. La situation diffère donc des villas où la consommation peut être planifiée en raison d'un nombre de bouches à nourrir qui évolue peu en dehors des périodes de travaux agricoles intenses (récoltes, fenaison, etc.). Sur l'établissement de bord de route de la « rue de Gruson » situé à l'entrée de l'agglomération de Bouvines (Nord), les meules manuelles sont rassemblées en réemploi dans les trous de poteaux d'un même bâtiment et en contexte détritique dans les fosses alentours qui renfermaient aussi des pierres à aiguiser, des restes de faune et des céréales¹⁷⁵⁰. C'est dans ce bâtiment, situé sur le côté nord de la route que semblent se positionner les activités de préparation alimentaire au cours du I^{er} et du début du II^e siècle. Deux fragments de meules en grès quartzitique de faciès laténien témoignent d'une pratique de la mouture au début de l'occupation, puis leur réemploi comme aiguisoir laisse la place à d'autres pièces en Poudingue de Burnot et en Grès de Macquenoise lors de la seconde phase (fin I^{er} – début II^e siècle). Les grandes meules de type « Brillon » en arkose grossière étaient situées sur le côté sud de la voie, à proximité d'espaces de stabulation.

Sur le site de « la Becquerelle » à Marquette-lez-Lille (Nord), dont l'occupation se développe essentiellement entre la moitié du II^e et la fin du III^e siècle, d'autres bâtiments, puits, structures de stockage et fosses-ateliers se succèdent au bord d'une voie sur 2,8 ha explorés à proximité d'un probable gué sur la Deûle¹⁷⁵¹. Des activités agricoles et d'élevage sont pratiquées, mais la forge y est aussi attestée ; l'ensemble est illustré par les nombreux outils conservés dans des conditions favorables au fond des puits. Certains bâtiments servent probablement à l'habitation et d'autres à l'accueil du bétail. Parmi les 35 meules dont on exclut les 16 de type « Brillon », 11 sont à actionnement manuel dont 1 réglable¹⁷⁵². Une meta peut correspondre à un moulin à entraînement central ou périphérique¹⁷⁵³ et 7 fragments sont indéterminés. La plupart proviennent de contextes détritiques au fond des puits ou dans les fossés bordiers, mais leur répartition sur toute la surface fouillée, sans

1750 Bouvines (Nord) « rue de Gruson » (fouille S. Leplus) : meules n° 734 à 742 ; LEPLUS 2015

1751 GUBELLINI 2016

1752 Marquette-lez-Lille (Nord) « la Becquerelle » (fouille L. Gubellini) : meules n° 933 à 937, 939, 941 à 945

1753 Meule n° 938

zone de concentration, est compatible avec leur usage dans chaque potentielle unité d'habitation et non dans un bâtiment spécifique. Aucune zone ne montre d'ailleurs de spécialité hormis un secteur peut-être réservé au parcage des chevaux au bord de la route. L'assemblage céramique se compose principalement de vaisselle de préparation culinaire, mais la vaisselle de table et de stockage est aussi bien présente. Le site correspondrait à un relais routier mélangeant habitat (mal identifié), activités agropastorales, forge et autres artisanats dont ne témoigne que l'outillage en fer (cordonnerie, travail du bois, du fer, etc.). Outre les meules de type « Brillon » destinées à alimenter le bétail et peut-être les chevaux de passage, les 11 meules manuelles ont probablement nourri quotidiennement les visiteurs et/ou plus simplement les occupants à demeure. Elles ont pu prendre leur place dans l'une ou l'autre des nombreuses « fosses-ateliers » ou fonds de cabanes qui grèvent le site et qui évoquent la cave gallo-romaine du « Petit Hachu » à Contrexéville (Vosges), dans laquelle un moulin manuel complet avait été découvert en position de fonctionnement¹⁷⁵⁴.

14.4.5.2 Les sites artisanaux

La pratique d'un artisanat à une échelle dépassant l'entretien du domaine implique le début d'un regroupement de l'habitat, bien que cette activité puisse prendre place au sein même du domaine¹⁷⁵⁵. Il est donc intéressant de s'arrêter sur le matériel de mouture utilisé au premier stade du regroupement de l'habitat, celui qui intervient autour d'une activité, et souvent des ressources nécessaires à sa pratique.

À Bruay-la-Buissière (Pas-de-Calais), la voie empierrée menant aux ateliers de potiers a livré plusieurs fragments de meules en réemploi dans la bande de circulation. Plusieurs bâtiments s'installent autour de cette voie au III^e siècle et seraient liés à la commercialisation des productions de céramique des ateliers¹⁷⁵⁶. D'abord 5 individus de type « Brillon » sont issus des niveaux d'installation et des alentours immédiats d'un bâtiment sur solin de craie damée daté de la deuxième moitié du III^e siècle. Si aucune meule n'est associée à la phase d'occupation de ce bâtiment, il pourrait entretenir un lien avec la préparation de l'alimentation animale en bord de voie, ou avoir changé de destination au cours du temps. Ces meules éloignées des ateliers de potiers mais rassemblées à cet endroit conduisent à écarter l'idée d'un broyage minéral (argile ou dégraissant) au moyen des meules de type « Brillon ».

Les autres fragments sont réemployés dans la bande de circulation empierrée. Il s'agit d'un fragment de meta de grand format en Grès de Macquenoise et de 9 meules manuelles en Grès de Macquenoise et en roche volcanique dont 2 catillus réglables (3 fragments supplémentaires sont indéterminés)¹⁷⁵⁷. L'usure de leur face active ne trahit pas d'usage particulier autre qu'une mouture céréalière et écarte une nouvelle fois leur intervention dans le cadre de l'activité potière. En revanche, elles sont très probablement intervenues pour la préparation alimentaire des occupants du site, ce dont témoignent encore les 2 meules manuelles découvertes lors de la fouille des ateliers eux-mêmes et de l'habitat associé sur la parcelle des « Prés Champs » (supermarché Cora)¹⁷⁵⁸. L'échelle de mouture est domestique, même si le cadre familial est incertain (logement des familles d'artisans ? local ne regroupant que les artisans ?).

Dans la forêt de Montfort à Appeville-Annebault (Eure), ce ne sont plus les abords mais les structures mêmes d'un atelier de potiers du II^e siècle qui ont été fouillées¹⁷⁵⁹. Deux catillus à entraîne-

1754 LAGADEC 2007, p. 38

1755 FERDIÈRE 2003

1756 MERKENBREACK 2012

1757 Bruay-la-Buissière (Pas-de-Calais) « Porte Nord » (fouille V. Merkenbreack) : meules n° 1344 à 1356

1758 Meules n° 1341-1342

1759 ADRIAN 2001

ment central, l'un fragmenté en meulière et l'autre entier en roche volcanique¹⁷⁶⁰, accompagnent trois meules manuelles en poudingue réemployées comme supports de percussion posée¹⁷⁶¹. Le site est localisé sur le plateau surplombant la « Côte des Moulins » où la carte de Cassini signale trois moulins à eau au XVIII^e siècle, ce qui rend possible le déplacement et le réemploi de meules hydrauliques sur le site, mais non leur entraînement hydraulique sur place. Le catillus en roche volcanique montre une patine sur la face supérieure convexe, ce qui pourrait indiquer un réemploi comme volant de tour à pieds. Mais celle-ci est peu marquée et l'individu n'a pas été retrouvé dans une fosse de tour. D'ailleurs d'après A. Desbat, aucun élément archéologique ou iconographique n'atteste l'utilisation du tour à pieds à l'époque romaine, mais plutôt du tour à main ou à bâton¹⁷⁶². En revanche, des traces de cerclage du pourtour trahissent son réemploi dans un moulin à traction périphérique, voire même manuel puisque son diamètre n'atteint que 46 cm (fig. 361). C'est donc probablement cette meule, avec une meta non retrouvée, qui a pu alimenter les artisans sur place. Les trois fragments de meules manuelles proviennent quant à eux des pièces d'un même bâtiment. Les profondes entailles lustrées qui les entament suggèrent un usage comme polissoirs en percussion posée linéaire, peut-être pour entretenir la surface des lissoirs à céramique (fig. 362). Ces petites meules qui moulaient lors d'une première phase d'occupation n'interviennent donc plus pour l'alimentation au moment de l'utilisation de l'autre moulin. L'on assiste ici à un accroissement de la possibilité de transformation alimentaire, mais le réemploi d'une meule hydraulique en traction périphérique suggère un investissement limité. L'atelier des « Mares Jumelles », situé dans la commune des Ventres (Eure), est de la même façon établi sur le plateau qui domine ici le cours de l'Iton où la carte de Cassini indique

Figure 361 Catillus à entraînement central en roche volcanique réutilisé en traction périphérique sur l'atelier de potiers d'Apperville-Annebault (Eure). (haut : face active - bas : face supérieure/flanc avec traces de cerclage)

Figure 362 Meta manuelle en poudingue réutilisée comme polissoir sur l'atelier de potiers d'Apperville-Annebault (Eure).

1760 Apperville-Annebault (Eure) « Forêt domaniale de Montfort » (fouille Y.-M. Adrian) : meules n° 105 et 106
 1761 Meules n° 107 à 109
 1762 DESBAT 2004, p. 151-152

encore plusieurs moulins. Le site expose pour le II^e siècle le même type d'assemblage que dans la forêt de Montfort : catillus de grand format en roche volcanique et meules manuelles, ici en roche volcanique et en Grès de Fosses-Belleu¹⁷⁶³. Le catillus de type « Avenches » (conique avec logements d'anille-crampon) est équipé d'encoches latérales qui évoquent encore un réemploi dans un moulin à traction périphérique. Il a donc pu intervenir pour broyer le grain nécessaire aux occupants, les artisans et éventuellement leur famille, ou au broyage d'autres éléments nécessaires à l'activité de poterie (argile, dégraissant). Cependant si tel a été le cas, nous n'en avons aucune preuve, ni par une usure particulièrement marquée ni par le contexte de dépôt du fragment de meule.

L'atelier de potiers de Lyons-la-Forêt (Eure) livre aux II^e – III^e siècles un grand catillus à entraînement central entier en meulière et un catillus manuel en poudingue¹⁷⁶⁴. Comme précédemment, le site est établi sur un plateau, là où se trouve l'argile, et surplombe deux vallons où la carte de Cassini signale des moulins à eau. Ici aussi la grande meule semble avoir été réemployée en traction périphérique : les trous de fixation d'anneaux pratiqués sur la face supérieure du catillus ont pu servir à fixer un levier diamétral pour son entraînement périphérique. Il semble donc, ici encore, que cette meule ait connu un usage « normal » pour l'alimentation des occupants du site. De même, rien ne permet de sortir le catillus manuel en poudingue du cadre de la mouture.

Sur l'atelier des « Quatre Bornes » aux Rues-de-Vignes (Nord), le matériel de mouture mis au jour est très similaire à ce que l'on trouve partout ailleurs, ce qui encore une fois élimine l'idée d'un usage des meules pour le broyage d'éléments minéraux entrant dans la chaîne opératoire de la céramique. Ainsi 3 exemplaires sont de type « Brillon » ; 6 en Grès de Macquenoise et en calcaire à glauconie et nummulites sont des meules manuelles (dont une réglable), et 3 en arkose rose sont à traction périphérique¹⁷⁶⁵. La présence de plusieurs ces dernières meules de grand format implique en revanche que l'échelle de mouture est plus élevée que dans un établissement d'habitat à vocation agro-pastorale, et peut supposer une pratique collective de la mouture pour l'alimentation des artisans et de leur famille. Le même constat est établi au « Planti » à Howardries (Hainaut), mais le mobilier provient de prospection pédestre et n'est pas intégré à un contexte archéologique. La présence, non seulement de meules manuelles, mais aussi de meules de grand format à traction périphérique est donc une constante sur les ateliers de potiers et pourvoyait en nourriture la population présente sur place. L'installation de ces moulins demande un investissement financier réduit : les meules (dont certaines en réemploi) et à un animal de trait ou à la participation d'une ou deux personnes pour leur actionnement. Les socles et empierrements demandent très peu d'effort et de budget à la construction.

Les vestiges d'un autre artisanat rural ont été mis au jour à la « Vallée des Marottes » à Béthencourt-sur-Somme (Somme). Une grande quantité d'esquilles osseuses de bœuf témoigne de la fabrication de colle à base du collagène contenu dans les os entre la fin du I^{er} et la deuxième moitié du III^e siècle¹⁷⁶⁶. Plusieurs outils en pierre ont été ramassés dans l'environnement de cet atelier de *glutinarius* : supports de percussion lancée en craie indurée et percuteurs en silex témoignent des gestes de concassage des ossements préalable à leur bouillage. Le collagène ainsi extrait surnage dans le chaudron et peut être récolté. Un ensemble de fragments de meules se joignait à l'ensemble mais il n'a pas été possible de l'associer à la chaîne opératoire de la fabrication de colle¹⁷⁶⁷. Il semblerait que les esquilles n'aient pas à être réduites en poudre avant leur mise au chaudron pour libérer le collagène. La plupart des fragments proviennent d'un fond de cabane situé au nord de la voie qui

1763 Les Ventes (Eure) « les Mares Jumelles » (fouille Y.-M. Adrian) : meules n° 143 à 145

1764 Lyons-la-Forêt (Eure) « le Gouffre » (fouille Y.-M. Adrian) : meules n° 121 et 122

1765 Les Rues-des-Vignes (Nord) « Les Quatre-Bornes » (fouille X. Deru) : meules n° 871 à 880

1766 BAK 2013

1767 Béthencourt-sur-Somme (Somme) « Vallée des Marottes » (fouille V. Bak) : meules n° 1921 à 1926

traverse le site et de la voie elle-même, et peut répondre aux besoins alimentaires des artisans. Le doute s'est porté sur un seul fragment de catillus dont la surface active présentait un aspect « gras » qui aurait pu révéler le passage d'un produit non céréaliier dans le moulin. Mais la présence d'un seul fragment et la faible quantité de meules relevée pour 200 ans d'activité ne peut représenter un usage « artisanal » du matériel de mouture ; ce que fait au contraire le nombre d'outils de percussion lancée. Le catillus de type « Brillon » doit donc ici encore être lié à l'alimentation du bétail ou des chevaux ; les 5 meules manuelles dont 2 réglables et le morceau de catillus à traction périphérique interviennent, comme dans les ateliers précédents, pour la préparation alimentaire des occupants à une échelle qui semble dépasser légèrement le cadre domestique.

Comme pour confirmer cette situation, le site urbain de la rue des Jacobins à Beauvais (Oise) dévoile également les traces d'un atelier de fabrication de colle d'os et ne livre que 2 fragments de meules manuelles, dont 1 réglable. Ces dernières assurent plus vraisemblablement la subsistance des artisans que le broyage des ossements qui sont d'ailleurs, comme à Béthencourt, retrouvés sous forme d'esquilles concassées mais non broyées¹⁷⁶⁸.

Le seul contexte artisanal qui révèle une concentration inhabituelle du matériel de mouture est celui des ateliers de sauniers de la « rue du Château » à Steene (Nord), principalement occupés du I^{er} au III^e siècle au bord de la frange sableuse flamande. Sur un peu plus de 2 ha de terrain décapé (en deux tranches de fouille), le site est découpé entre une partie dédiée à la production de sel, une partie réservée à l'habitat, une autre au pacage du bétail et enfin au monde des morts avec une centaine de sépultures à crémation. Une voie empierrée le traverse du sud-est au nord-ouest. La densité des structures a provoqué un bouleversement des vestiges des périodes antérieures à chaque occupation, et des meules d'époque romaine précoce en grès quartzitique fin sont parfois mélangées avec celles d'époque romaine plus avancée ainsi qu'avec le mobilier des installations carolingiennes, pour un total de 80 individus toutes périodes confondues¹⁷⁶⁹. Les premières meules ne présentaient pas de caractère notable et témoignaient d'une mouture manuelle vivrière. À partir de la deuxième moitié du I^{er} siècle apparaissent 8 meules de type « Brillon » qui suggèrent ici encore l'alimentation du bétail dont la présence est avérée. Un NMI de 24 meules manuelles en roche volcanique (et 8 indéterminées), 9 en Grès de Macquenoise et 4 à traction périphérique en arkose rose, évoque les activités de mouture, mais un traitement particulier des faces actives pourrait témoigner d'un usage non alimentaire de certains moulins. En effet, parmi les meules en roche volcanique et en Grès de Macquenoise, certaines présentent un rayonnage « normal » : composé droit la plupart du temps. D'autres sont habillées de quatre larges sillons grossièrement perpendiculaires (fig. 363), schéma complètement inédit que l'on ne retrouve que sur deux pièces de Bierne (Nord), moins de 4 km au nord-est, où d'autres salines sont attestées en périphérie de la nécropole¹⁷⁷⁰. Un autre exemple frappant de ce type d'habillage large est celui des meules à minerais médiévaux étudiées par N. Minvielle dans les Alpes¹⁷⁷¹. Les comparaisons manquent pour interpréter correctement ces pratiques d'habillage, mais il semblerait que, pour un usage que nous ne savons identifier (broyage des pains de sel, du dégraissant entrant dans la fabrication des godets à sel, etc.), la spécialisation des moulins passe par différents habillages des surfaces actives et non par des types de meules spécifiques.

1768 FÉMOLANT 1999, p. 146

1769 Steene (Nord) « rue du Château » (fouilles G. Faupin et A. Delauney – FAUPIN 2017 et DELAUNEY, rapport en cours) : pour la période romaine, meules n° 1114 à 1171

1770 Bierne – Socx (Nord) « le Bierendyck / la Croix Rouge » (fouille H. Duvivier) : meules n° 711 et 712

1771 MINVIELLE-LAROUSSE, BAILLY-MAITRE 2011, p. 475, fig. 8 : typologie des rayonnages définis selon le nombre de quartiers délimités par les rayons (rayonnage en 8, en 16, etc.)

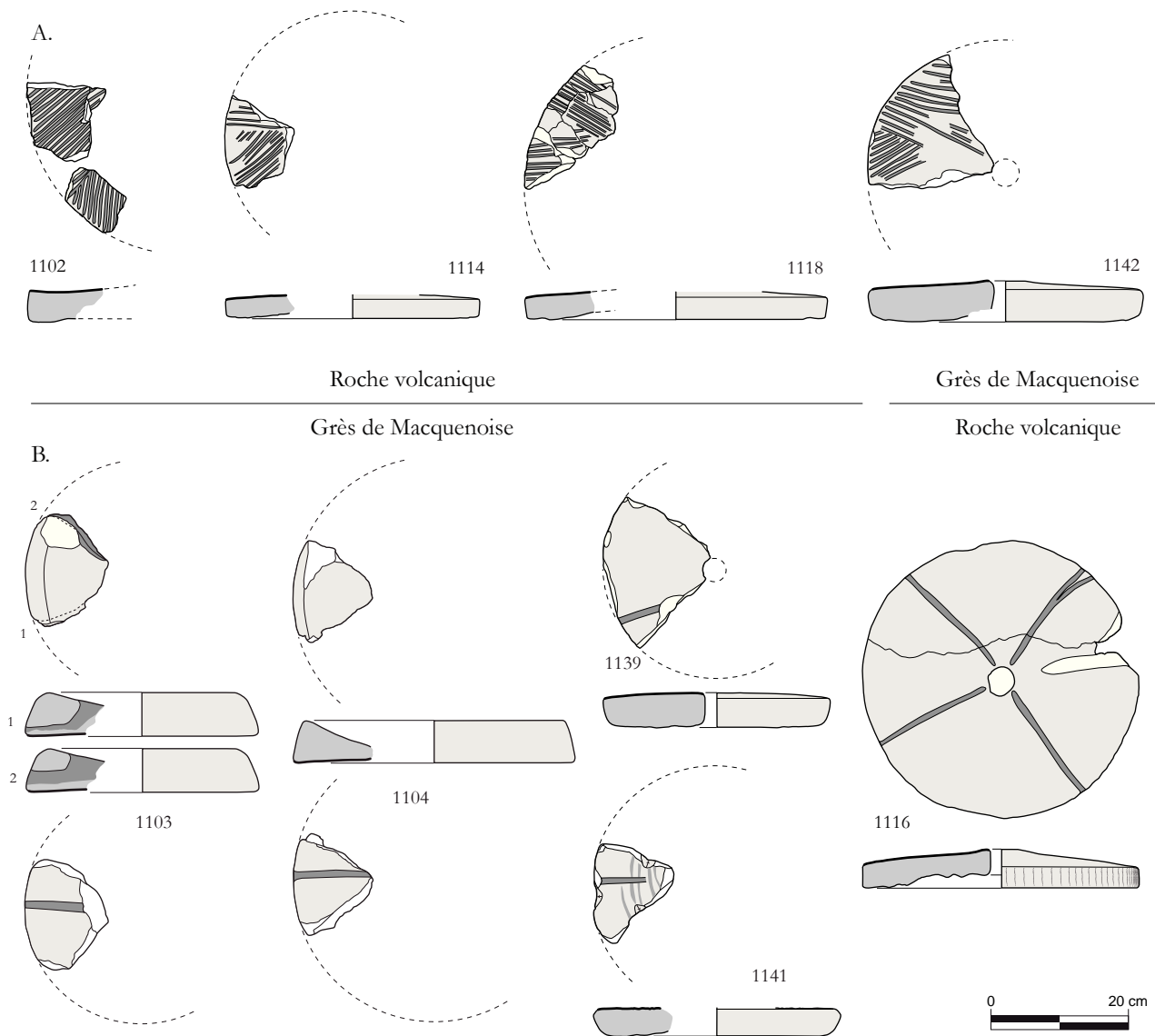


Figure 363 Les différents rayonnages des meules manuelles de Steene (Nord) « le Château ». Dessins éch. 1/10 (P. Picavet). A. Meules habillées d'un rayonnage composé droit. B. Meules habillées de 4 rayons perpendiculaires.

14.4.5.3 Agglomérations secondaires

Les agglomérations dites « secondaires » se distinguent les unes des autres par leur matériel de mouture, mais d'abord par la présence ou l'absence de grandes meules de type « Brillon ». Liberchies par exemple (Hainaut) en livre 1 et Tavier 3 (Prov. Namur) alors que Heerlen (Limbourg Néerl.) ou Arlon (Prov. Luxembourg) n'en fournissent aucune. Ces meules traduisent un caractère semi-rural de ces agglomérations où des activités agro-pastorales se mêlent à l'habitat et aux activités publiques et artisanales. Le quartier périphérique de Famars (Nord) montre la même mixité suggérée entre autres par 1 catillus de type « Brillon » et 4 fragments indéterminés d'arkose grossière¹⁷⁷², alors que ce type est absent de l'intérieur de la ville.

Pour la mouture alimentaire, toutes les agglomérations livrent leur lot de meules manuelles, parfois réglables, qui restent réparties sans concentration particulière. Leur usage, notamment au Haut-Empire, est donc domestique et l'essentiel de la population prépare encore sa propre alimentation. À Vertault (Côte d'Or) des meules manuelles entières sont repérées dans les zones d'habitat en façade

1772 Famars (Nord) « Technopôle du Mont Houy » (fouille R. Clotuche) : meule n° 764 à 766, 768 et 769

des îlots et non dans les cœurs d'îlots où sont pratiquées les activités artisanales. Elles n'apparaissent pas non plus dans les secteurs publics ni dans les zones de boutiques¹⁷⁷³. Il en est de même au « Bois l'Abbé » à Eu où les meules manuelles sont absentes du centre monumental et rassemblées dans les quartiers d'habitat¹⁷⁷⁴.

Il existe néanmoins une distinction selon la taille de l'agglomération et donc logiquement l'ampleur de la population à nourrir. La ville d'Heerlen par exemple livre plusieurs meules à entraînement central en contrebas des bains¹⁷⁷⁵, qui attestent la présence de plusieurs moulins à entraînement probablement hydraulique qui se succéderaient au débouché d'un aqueduc sur le modèle de ceux des thermes de Caracalla ou du Janicule à Rome. Les pièces de moulin, anille et cônes de dosage, conservées au musée des Thermes mais dépourvues de contexte archéologique confirment d'ailleurs la présence de grands moulins dans ce secteur central de la ville. À Arlon, plusieurs meules de grand format sont réparties à proximité des sources de la Semois et ont pu aussi tourner grâce à l'énergie hydraulique pour fournir des rendements importants¹⁷⁷⁶. Au moins deux meules à entraînement central sont présentes à Famars mais leur position exacte est inconnue¹⁷⁷⁷. Sur l'oppidum du Titelberg (Pétange, Grand-Duché de Luxembourg) où un fragment de meule pompéienne était présent à l'époque augustéenne, les fragments d'un couple à entraînement central (hors contexte)¹⁷⁷⁸ attestent la pratique d'une mouture à fort rendement bien que l'entraînement hydraulique soit incertain sur le plateau. Il faut mentionner également la présence très ponctuelle mais réelle de meules de type « Pompéi » dans les agglomérations secondaires. C'est le cas à Ville-sur-Lumes dans les Ardennes¹⁷⁷⁹, mais aussi à un emplacement indéterminé du sanctuaire de Vendeuil-Caply (Oise)¹⁷⁸⁰. Si une boulangerie y a existé, l'on peut supposer qu'elle se trouvait dans l'agglomération liée à l'ensemble culturel.

Très peu de ces meules témoignant d'un accroissement de l'échelle de production ne disposent d'un contexte daté. Lorsque c'est le cas, notamment à Arlon et à Eu, elles sont rejetées du II^e au IV^e siècle, au moment où ces villes sont dotées d'une parure monumentale qui leur donne l'image de petites Rome¹⁷⁸¹. Cela tendrait à indiquer que la mouture a été opérée manuellement au cours des premières phases de regroupement de l'habitat, puis que ces agglomérations se sont équipées d'infrastructures dépassant le cadre domestique lorsque la population ne travaillant plus à sa propre alimentation s'est accrue. Dans l'agglomération de Bliesbruck (Moselle), la mouture ne change d'échelle que tardivement : des meules à entraînement central apparaissent dans des espaces spécialisés au III^e siècle alors que les contextes antérieurs ne livraient que des meules manuelles dispersées dans l'habitat¹⁷⁸².

Les agglomérations secondaires apparaissent donc comme des lieux de consommation certes, avec des céréales transformées sur place manuellement et, à partir du II^e siècle, à plus grande échelle. Ce sont aussi des lieux de transit de la production agricole de la campagne vers les grandes villes. En témoignent les meules de type « Brillon », mais aussi la concentration de restes de *dolia*, plus importante dans les agglomérations secondaires que dans les chefs-lieux¹⁷⁸³. Elles occupent un rôle

1773 BOYER, JOUIN 2001, p. 42

1774 Eu (Seine-Maritime) « le Bois l'Abbé » (fouille E. Mantel) : meules n° 1682 à 1689, 1691 à 1698, 1700 à 1706

1775 Heerlen (Limbourg Néerlandais) dans le quartier des bains : meules n° 338, 349, 360, 371, 378, 379 et 381.

1776 Arlon (Prov. Luxembourg) « rue de la Meuse » et « rue de la Semois » (fouilles D. Henrotay) : meules n° 482, 496, 498, 499, 512 et 524

1777 Famars (Nord), découverte ancienne : meules n° 771 et 772

1778 Pétange (GD Luxembourg), découvertes anciennes : meules n° 466 et 473

1779 JACCOTTEY *et al.* 2011b et c ; JACCOTTEY *et al.* (à paraître)

1780 GARCIA 2016, p. 5, 17 et 18

1781 GONZÁLEZ VILLAESCUSA, JACQUEMIN 2011, p. 94 ; PETIT 2014, p. 245-246

1782 PETIT, ALBRECHT 2005, p. 182 ; DEMAROLLE, PETIT 2010, p. 310-311

1783 FLORENT, DERU 2012, p. 308

d'intermédiaire à la charnière du monde agricole et de la ville, et fournissent à leurs habitants une partie du confort urbain (théâtre, bains mais aussi moulins et boulangeries à la romaine) à l'initiative de l'aristocratie locale (évergétisme et investissement financier). Ce schéma permet, s'il en était encore besoin, de sortir du vieux modèle trop peu nuancé de campagne productrice opposée à une ville consommatrice et parasite de l'économie¹⁷⁸⁴.

14.4.5.4 Chefs-lieux de cités

14.4.5.4.1 *Le cadre de la mouture urbaine*

Les chefs-lieux de cités ont déjà fait l'objet d'une étude détaillée que nous compléterons ici¹⁷⁸⁵. Ces capitales s'illustraient par plusieurs caractéristiques propres qui les distinguent partiellement du milieu rural dans leur pratique de la mouture. Le biais le plus important réside dans la position des meules dans la ville. Celles-ci sont souvent l'objet de découvertes anciennes non localisées et dépourvues de contexte archéologique. Leur datation large tient donc essentiellement de leur forme. Certaines villes ont au contraire bénéficié de fouilles récentes qui confortent certaines observations en leur assignant des indices chronologiques. C'est le cas de Reims, Beauvais et Rouen où d'importantes fouilles ont eu lieu depuis les années 1990, ou encore d'Amiens qui, outre une importante série issue de découvertes anciennes, a bénéficié de plusieurs opérations récentes. Arras, Soissons, Saint-Quentin *intra-muros* et Cassel n'ont été que très peu explorées, et Théroouanne commence à peine à l'être. Bayay en revanche ne livre presque que du mobilier hors contexte ou issu de fouilles anciennes. Le mobilier de mouture de Tongres a été récemment étudié par E. Hartoch dans une bonne synthèse sur la mouture chez les *Tungri*¹⁷⁸⁶, mais nous ne pourrions que constater l'indigence des données disponibles en contexte archéologique à l'intérieur du chef-lieu lui-même. Trèves et les villes du *limes* enfin n'ont malheureusement pas pu être abordées pour des raisons de temps et de logistique.

Le premier constat, rappelons-le, est celui d'une absence de meules de type « Brillon » à quelques exceptions près. Exceptions matérialisées par deux pièces hors contexte à Bayay et une dans le quartier artisanal du nord d'Amiens sur la « ZAC Cathédrale ».

Deuxième constat, les meules manuelles sont encore très nombreuses dans tous les chefs-lieux. C'est aussi ce qu'observe dans une moindre mesure J.T. Bakker à Ostie pourtant connue pour ses nombreuses boulangeries professionnelles réparties dans toute la ville¹⁷⁸⁷. Dans le nord de la Gaule et en Germanie, elles sont concentrées sur la plupart des parcelles qui ont fait l'objet de fouilles et à toutes les périodes antiques, ce qui révèle bien leur omniprésence jusqu'à la fin de l'Antiquité malgré l'installation de meuneries voire de boulangeries commerciales.

L'activité de ces derniers établissements urbains est révélée par la multiplication des meules de grand format, de type « Pompéi » ou à entraînement central, parfois accompagnées de toutes les infrastructures dévolues à la fabrication et à la commercialisation du pain. Ces boulangeries sont bien connues dans le monde romain où elles comprennent souvent des moulins, des pétrins, un ou plusieurs fours ainsi que des réserves d'eau. À Pompéi, trente-six boulangeries équipées de cinq à six moulins chacune sont répertoriées et doivent nourrir une population d'environ 10000 habitants¹⁷⁸⁸. T.J. Bakker calcule ainsi qu'un moulin à traction animale convient pour l'alimenta-

1784 Le rôle structurant de la ville est remis au cœur du débat par LEVEAU, GOUDINEAU 1983

1785 PICAVET *et al.* 2011

1786 HARTOCH *et al.* 2015

1787 BAKKER 1999, p. 11

1788 BAKKER 1999, p. 13

tion quotidienne de 90 personnes, et donc qu'une boulangerie nourrit 270 à 300 personnes¹⁷⁸⁹. À Ostie, l'échelle de production de farine semble supérieure avec moins de boulangeries, mais des établissements de dimensions plus importantes. Sept ou huit boulangeries y sont identifiées pour un total d'une soixantaine de meules¹⁷⁹⁰. Des boulangeries comparables sont connues en Afrique du nord, à *Volubilis* notamment (Maroc)¹⁷⁹¹. À Rome seuls les moulins du Janicule, du Palatin et des thermes de Caracalla fournissent un témoignage archéologique de la meunerie à grande échelle mais au IV^e siècle, la *Notitia Urbis Romae Regionum XIV* dénombre entre 252 et 274 *pistrinae*¹⁷⁹². À Constantinople, la *Notitia Urbis Constantinopolitanae* en compte entre 133 et 141, mais différencie les boulangeries publiques et privées. Cette précision sur le statut des boulangeries n'apparaît pas dans les documents qui concernent Rome mais avec la réforme d'Aurélien en 272, l'aide alimentaire n'est plus distribuée à la Plèbe sous forme de grain mais de pain, auquel sont adjoints de la viande de porc et du sel. Ce sont probablement des boulangeries publiques qui interviennent alors pour la préparation du pain de l'Annone. En parallèle pour le commerce quotidien de pain, le statut privé des boulangeries est au moins attesté par le tombeau d'*Eurysaces* qui montre la richesse d'une de leurs propriétaires¹⁷⁹³. On en retrouve un témoignage plus modeste à Metz (Moselle) où la stèle d'un boulanger, ou d'un investisseur en boulangerie, a été mise au jour¹⁷⁹⁴.

Comme à Ostie, les boulangers pourraient être organisés en corporation, le *corpus pistorum*, et tenir un rôle primordial dans l'approvisionnement des villes¹⁷⁹⁵, mais les témoignages épigraphiques manquent pour les Gaules et les Germanies.

14.4.5.4.2 *Bavay*

À Bavay chez les Nerviens, les archives de fouille ne mentionnent pas ou peu les meules découvertes. Néanmoins dans les deux îlots d'habitation qui jouxtent directement le côté sud du forum¹⁷⁹⁶, six meules manuelles accompagnent un fragment de type « Brillon » hors contexte¹⁷⁹⁷. Quatre metas de grand format en Grès de Macquenoise proviendraient, d'après les inventaires du musée, des fouilles du forum et de la basilique¹⁷⁹⁸. Si les mentions de bains sous l'église actuelle sont correctes¹⁷⁹⁹, cela indique comme à Heerlen, la proximité topographique des moulins et des thermes, donc de leur système d'adduction d'eau qui d'ailleurs peut s'échapper par le collecteur du *cardo* à l'est du forum¹⁸⁰⁰. Les autres meules retrouvées dans la zone du forum sont manuelles, mais le musée conserve plusieurs catillus à entraînement central qui peuvent s'apparier avec les quatre metas précédentes.

14.4.5.4.3 *Beauvais*

À Beauvais chez les Bellovaques, neuf parcelles ont été explorées et ont pour la plupart ouvert des fenêtres sur des îlots d'habitation bordés de portiques donnant sur rue. Sept ont livré des meules manuelles et une un fragment de meta de grand format, probablement à traction périphérique (œil de 4 cm). Au bord du Thérain, le site de la « Tour Boileau » offre des niveaux du milieu du II^e siècle et les fragments de 5 meules à entraînement central sous des aménagements médiévaux et modernes

1789 MONTEIX 2009, p. 1, 6

1790 BAKKER 1999, p. 11

1791 LUQUET 1966

1792 CEPARANO 1998, p. 217 ; GRIMALDI BERNARDI 2005, p. 3

1793 BRANDT 1993 ; WILSON, SCHÖRLE 2009, p. 110

1794 BÉAL 1996

1795 DE RUYT 2002, p. 50.

1796 CARMELEZ 1990

1797 Bavay (Nord), terrain sud du forum (fouille J.-C. Carmelez) : meules n° 677 à 683

1798 Meules n° 664, 672 à 674

1799 THOLLARD 1996, p. 123

1800 BYHET 2003, p. 212

de régulation du niveau de l'eau¹⁸⁰¹. Les restes du moulin moderne appréhendés au même emplacement apparaissent d'ailleurs sur la carte de Cassini au XVIII^e siècle. La ville gallo-romaine de Beauvais est donc équipée d'au moins un moulin à eau mais la mouture manuelle est aussi pratiquée dans tous les îlots d'habitation explorés¹⁸⁰². Sur l'espace de la « Galerie nationale de la Tapisserie » derrière le chevet de la cathédrale, la meta à traction périphérique aurait, d'après la documentation de fouille, été accompagnée de « *plusieurs meules intactes ou en fragments* » sur un niveau de craie damée d'une dizaine de centimètres d'épaisseur¹⁸⁰³. Si toutes avaient le format de la première, le site pourrait être assimilé à une meunerie ou à une boulangerie urbaine située au bord d'une portion semi-circulaire du forum à la fin du II^e siècle.

14.4.5.4.4 Soissons

La ville de Soissons fait partie des sites dont les meules conservées sont dépourvues de provenance. Seul le catillus de type « Pompéi » découvert en 1889 rue Saint-Martin, donc en plein centre-ville, et étudié par B. Robert, atteste l'existence d'une boulangerie à la romaine dans la capitale des Suesions¹⁸⁰⁴.

14.4.5.4.5 Théroouanne

Le fragment de meule pompéienne de Théroouanne, chez les Morins, provient de la muraille construite au cours de l'Antiquité tardive où il était utilisé comme élément de maçonnerie. Il témoigne cependant, avec un fragment de catillus à entraînement central, d'une pratique de la mouture à une échelle artisanale en centre-ville¹⁸⁰⁵. Les autres meules, mises au jour au « Bois Robichet » en périphérie de l'agglomération, sont à actionnement manuel d'une part, et de type « Brillon » d'autre part, trahissant à la fois la pratique d'une mouture vivrière dans cet habitat périphérique, et l'élevage de bétail pour la culture des terres ou l'approvisionnement en viande de la cité¹⁸⁰⁶. La situation s'approche alors fortement de celle du « Mont Houy » à Famars (Nord) ou encore du « Bois de Cambronne » à Saint-Quentin (Aisne).

14.4.5.4.6 Amiens

Amiens, capitale des Ambiens, est probablement la ville qui livre la vision la complète de la pratique de la mouture d'un chef-lieu de cité du nord de la Gaule (fig. 364). Son extension maximale atteindrait, entre la fin du I^{er} et le troisième quart du II^e siècle, jusqu'à 200 ha pour 15000 habitants estimés¹⁸⁰⁷. De nombreuses découvertes anciennes révèlent la dissémination dans toute la ville, à la fois des meules manuelles et des meules de grand format dont 7 de type « Pompéi » (dont 2 ne sont pas localisées). D'importants corpus ont par ailleurs été exhumés récemment et fournissent un solide appui chronologique. Cependant, sur la centaine de meules anciennement découvertes et conservées au Musée de Picardie, seules 17 ont pu être relocalisées dans la ville d'après notamment les manuscrits de C. Pinsard¹⁸⁰⁸ et la Carte Archéologique de la Gaule¹⁸⁰⁹. Les trois pièces dépourvues

1801 Beauvais (Oise) « la Tour Boileau » (fouille J.-M. Fémolant) : meules n° 1269 à 1273 ; FÉMOLANT 1998, p. 53-55

1802 Meules n° 1254 à 1263, 1265 à 1268

1803 Meule n° 1264 ; LEMAN 1982, p. 205-207

1804 MICHAX 1886

1805 Théroouanne (Pas-de-Calais) « rue Saint-Jean » (fouille V. Merkenbreack) : meules n° 1639 et 1640

1806 Théroouanne (Pas-de-Calais) « Bois Robichet » (fouille O. Blamangin) : meules n° 1631 à 1637

1807 PICHON 2009, p. 41

1808 Membre de la Société des Antiquaires de Picardie, l'architecte C. Pinsard (1819-1911) rédige soixante-douze volumes manuscrits avec planches de mobilier, plans et coupes stratigraphiques, consignnant méticuleusement toutes ses observations lors de suivis de chantiers.

1809 PICHON 2009

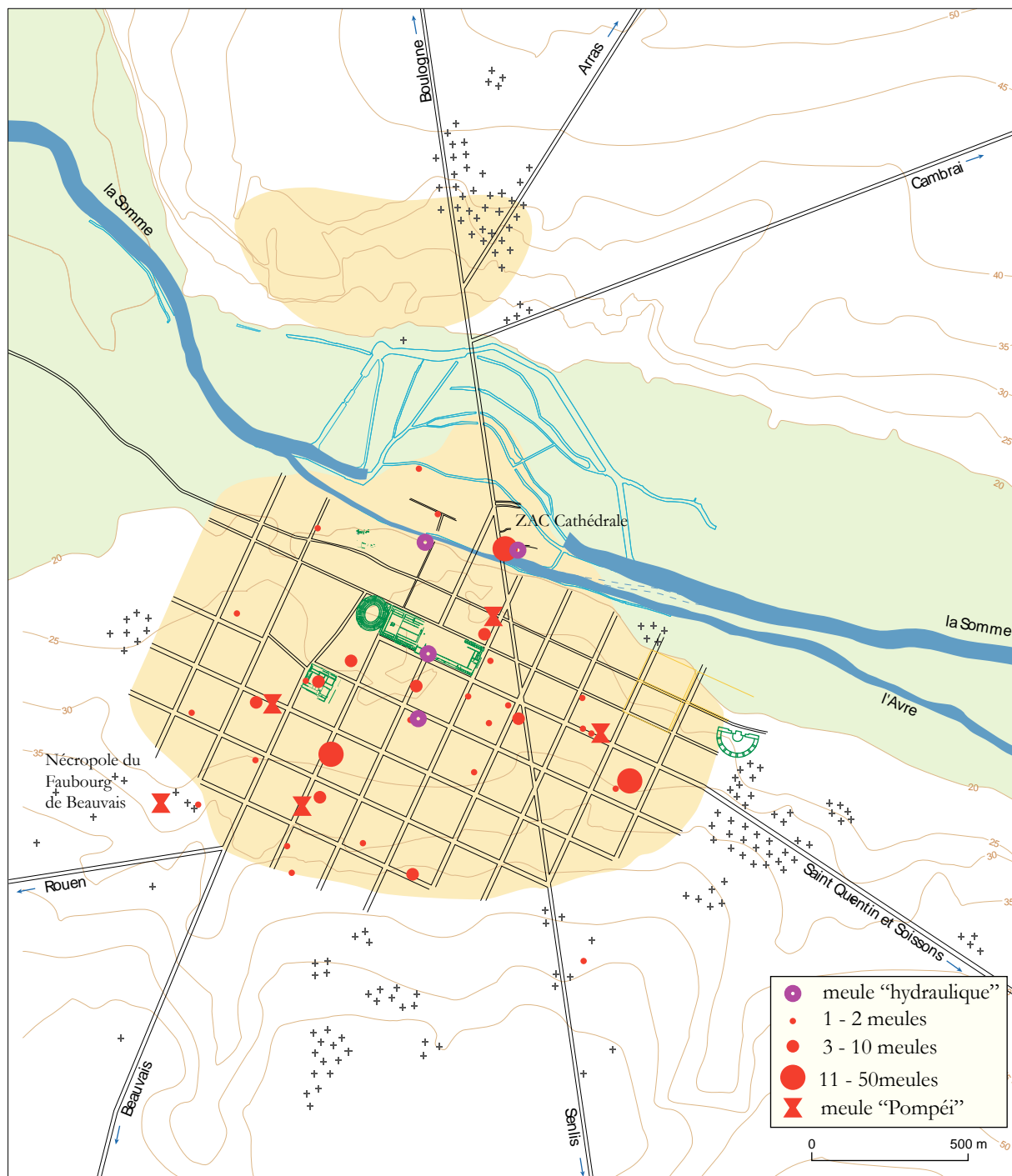


Figure 364 Plan de la ville romaine d'Amiens (Somme). Les meules manuelles et pompéiennes sont réparties dans toute la ville ; les meules à entraînement central sont alignées du sud vers le cours de l'Avre et de la Somme, ainsi que le long de l'Avre. DAO : P. Picavet, fond d'après BAYARD et al. 2005.

de provenance qui sont maintenues dans la base de données le sont pour respecter le simple principe de pointer toutes les meules pompéiennes, avec ou sans contexte archéologique¹⁸¹⁰.

Si les activités artisanales sont dispersées dans la ville, une plus forte densité a été repérée dans l'actuel quartier Saint-Leu, au nord de la ville aux abords d'un point de franchissement de l'Avre avant sa confluence avec la Somme¹⁸¹¹. Le travail du métal et de l'os y prédominent au I^{er} siècle. La

1810 JACCOTTEY et al. (à paraître)

1811 Fouille de la « ZAC Cathédrale » (D. Gemehl) : meules n° 1886 à 1917

mouture est modestement représentée à ce moment par une seule meule manuelle en poudingue normand dans les années 30 de notre ère, et deux metas manuelles dans la seconde moitié du siècle. Celles-ci s'intègrent dans l'îlot d'habitat situé à l'ouest de la voie d'Agrippa pénétrant dans la ville. La structure et la destination du quartier évoluent entre la fin du I^{er} et la première moitié du II^e siècle avec l'ordonnement des rues et des îlots d'habitation (fig. 365). C'est à ce moment que les meules se multiplient : cinq meules manuelles sont mises au jour sur des niveaux de sol, d'occupation et de circulation à l'ouest de la rue. Celles-ci apparaissent dans l'habitat et ne témoignent que d'un accroissement de la population pratiquant une mouture domestique. En revanche à l'est de la voie, un catillus à traction périphérique en calcaire à glauconie et nummulites s'ajoute à l'ensemble ainsi qu'une meta en roche volcanique probablement hydraulique (œil de 10 cm de diamètre). L'échelle de mouture connaît donc un accroissement soudain avec la probable construction d'un moulin à eau dont les structures n'ont pas été identifiées parmi les aménagements de berges relevés au bord de l'Avre, et un moulin à traction périphérique. Toujours à l'est de la rue, l'emplacement de plusieurs fours et peut-être la présence de plusieurs fragments de meules n'ont pu être que constatés au cours du terrassement avant destruction par les engins de chantier¹⁸¹².

Dans la seconde moitié du II^e siècle, une activité de stockage du grain est matérialisée par la découverte d'un grenier ayant conservé un important stock d'épeautre carbonisé¹⁸¹³. Deux meules manuelles dont une réemployée comme sole de foyer sont encore observées à l'ouest de la rue, et un catillus à traction périphérique en arkose rose à l'est.

Les meules réemployées et rejetées à la fin de ce siècle sont plus nombreuses, et sont presque exclusivement mises au jour dans l'angle nord-ouest de l'emprise, à l'ouest de la voie. Des meules manuelles en Grès de Fosses-Belleu et en calcaire à glauconie et nummulites confirment le maintien d'une tradition de mouture familiale au cours du II^e siècle. Deux sont réemployées comme soles de foyers, la troisième reposait au milieu de rejets de foyer. Une seule meta est mise au jour au centre de la parcelle au cours de cet état : taillée en calcaire à glauconie et nummulites, elle peut participer d'un moulin à traction périphérique et pourrait par exemple s'associer à l'un des catillus de l'état antérieur si leur position de rejet était plus proche dans l'espace et dans le temps. Une meta en roche volcanique de 75 cm de diamètre issue d'une tranchée de récupération d'un bâtiment à l'ouest de la voie peut être considérée au même moment comme l'élément dormant d'un moulin hydraulique (œil de 15 cm).

La fin du II^e – début du III^e siècle voit le dernier état voué à des activités commerciales dans ce faubourg. Un grand incendie marque en effet la clôture de la période au début du III^e siècle et imposera la reconstruction du quartier avant les premiers signes de rétractation urbaine. Deux meules à entraînement central et à traction périphérique en calcaire à glauconie et nummulites sont réemployées en fondation dans un bâtiment pendant cette phase.

Dans la deuxième moitié du III^e siècle, un seul fragment de catillus manuel est mis au jour dans un remblai de construction, alors que le quartier a définitivement perdu son caractère artisanal suite à sa reconstruction au début du siècle. Cette faiblesse quantitative du matériel de mouture et son éloignement de son contexte d'utilisation, au regard par exemple de ce que l'on observe dans l'habitat de la fin du I^{er} siècle, pourrait indiquer un regroupement plus important des activités de mouture dans des boulangeries au Bas-Empire. Boulangeries qui auraient par ailleurs changé d'emplacement puisqu'aucune meule de grand format n'est plus reconnue sur place.

Signalons que sur la « ZAC Cathédrale », un fragment de catillus de type « Brillon », malheureusement hors contexte, témoigne de l'alimentation du bétail à une époque indéterminée de l'occupa-

1812 Communication personnelle de D. Gemehl

1813 LEPETZ, MATTERNE 2003, p. 25

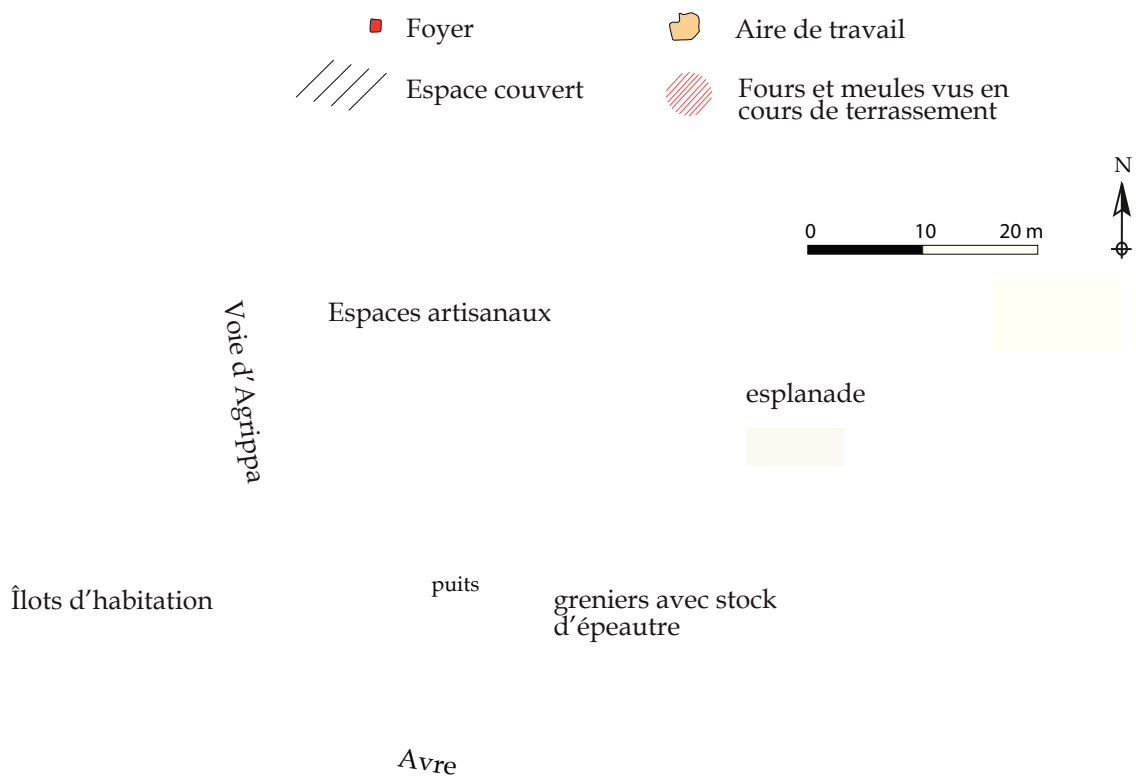


Figure 365 Plan du quartier antique de la « ZAC Cathédrale » à Amiens (Somme) dans son état du II^e siècle, d'après GEMEHL et al., à paraître. La voie d'Agrippa (nord-sud) rejoint un point de franchissement de l'Avre au sud et sépare les îlots d'habitation à l'ouest des espaces artisanaux à l'est. Les meules manuelles sont concentrées à l'ouest, les meules de grand format à l'est, là où ont été repérés des fours et un grenier. DAO : D. Gemehl (Inrap)

tion antique. On peut supposer son intervention au début de la période, lorsque le quartier avait une vocation artisanale en périphérie d'une ville qui n'avait pas encore atteint son extension la plus large.

Ailleurs dans la ville d'Amiens, la meunerie à fort rendement est pratiquée dans différents quartiers. Trois meules à entraînement central se succèdent par exemple dans la ville du sud vers le nord, « rue des Jacobins », au « Logis du Roy » et « rue du Marché Lanselles » (fig. 364)¹⁸¹⁴. Leur présence suggère l'alimentation de moulins hydrauliques par de simples canalisations descendant vers la Somme au nord. D'autre part, si l'on en croit la répartition des découvertes de meules de type « Pompéi »¹⁸¹⁵, les boulangeries ou les meuneries « à la romaine » sont aussi dispersées : au nord dans le secteur du forum, à l'est, au sud et à l'ouest de la ville. Cependant, la découverte en 1881 d'un catillus pompéien réemployé comme coffrage d'urne funéraire dans la nécropole du Faubourg de Beauvais (fig. 378)¹⁸¹⁶ traduit la possibilité du déplacement de ces éléments après usage, et donc de leur possible éloignement des structures de mouture dans la ville au moment de leur découverte. Parallèlement à ces moulins de grand format, la pratique d'une mouture manuelle de petite ampleur est très bien illustrée par les vestiges de la « rue des Jacobins ». Lors du dégagement d'une *domus* du III^e siècle par T. Ben Redjeb en 1987, ont été mis au jour les restes d'un four, des fragments de pain cuit, des pâtons en cours de levage, des fragments de crible en bois, ainsi que des grains entiers de blé et d'orge¹⁸¹⁷. Les meules n'ont pas pu être étudiées mais sont de petites dimensions.

1814 Meules n° 1846, 1865 et 1866

1815 Meules n° 1848, 1859, 1861, 1864, 1881 à 1883

1816 Meule n° 1848

1817 BEN REDJEB 1989 ; MARINVAL, HANSSON 1994, p. 48.

Toutes les étapes de la chaîne opératoire de la préparation du pain sont ainsi rassemblées dans une même « boutique » donnant sur la rue. Selon les auteurs, il s'agirait d'une petite boulangerie active à l'échelle d'un quartier, où, comme à Pompéi, Ostie ou encore dans l'agglomération de Bliesbruck en Moselle¹⁸¹⁸, la meunerie n'est pas dissociée de la fabrication et de la vente du pain. Cependant, les informations disponibles étant très maigres et étant donnée la façon dont elles sont présentées, on pourrait simplement se trouver face à la cuisine de la *domus*. En effet, l'identification de cuisines dans la sphère privée est tellement rare que l'on a tendance à les interpréter rapidement comme des espaces commerciaux ou collectifs¹⁸¹⁹. Or, l'espace culinaire d'Amiens pourrait être assez comparable dans sa configuration aux cuisines des *domus* de Javols (Lozère)¹⁸²⁰, de Grand (Vosges)¹⁸²¹, des habitats modestes de Beaumont-sur-Oise (Val-d'Oise)¹⁸²², ou encore des maisons de Pompéi¹⁸²³.

14.4.5.4.7 Rouen

À Rouen, la situation est à peu près la même qu'à Amiens, exception faite des moulins pompéiens qui sont absents du chef-lieu des Véliocasses. La mouture manuelle est dynamique, ce dont témoigne par exemple le mobilier de l'« Espace du Palais » : deux îlots d'habitation ont été mis au jour en bordure du *decumanus*, dont une grande *domus* de 850 m² qui remplace un habitat léger au II^e siècle et est incendiée dans le troisième quart du III^e siècle¹⁸²⁴. Cinq meules en granite, en Grès de Fosses-Belleu et en poudingue font partie de moulins manuels. Trois d'entre elles sont assignées stratigraphiquement au II^e siècle, les autres ont une datation plus large¹⁸²⁵.

L'habitat modeste, repéré à plusieurs reprises dans la ville de Rouen sous la forme de bâtiments en torchis et colombage qui se succèdent parfois jusqu'au IV^e siècle, livre systématiquement son lot de meules manuelles. C'est le cas au 22 rue Bourg l'Abbé (1 meule)¹⁸²⁶, au Musée des Beaux Arts (2 meules)¹⁸²⁷ et à l'Hôtel-de-Ville où 13 meules manuelles ont été ramassées pour 1 meta de moulin à traction périphérique dont on ignore le contexte¹⁸²⁸.

L'habitat privilégié est aussi représenté aux II^e – III^e siècles à l'emplacement des quais du port précocé, « place de la Haute Vieille Tour »¹⁸²⁹. Il livre les mêmes meules manuelles que l'habitat modeste : 1 meta en Grès de Fosses-Belleu, 1 catillus en poudingue.

Sous l'emplacement de la station de tramway du Palais de Justice « place Foch », 1500 m² d'îlot habitation occupés du début du I^{er} à la fin du III^e siècle ont été dégagés¹⁸³⁰. Un habitat léger à pans de bois sur sol de silex damé est mis au jour et laisse la place au début du II^e siècle à une grande *domus* avec balnéaire, cuisine, cour et jardin au nord, abandonnée vers 270/280. Celle-ci livre deux meules manuelles en poudingue qui attestent la pratique d'une mouture manuelle¹⁸³¹. Comme dans la *domus* de la « rue des Jacobins » à Amiens, la population aisée fait préparer son pain à domicile dans des espaces dédiés (cuisines).

1818 PETIT, ALBRECHT 2005, p. 182-184

1819 MAUNÉ *et al.* 2013

1820 FERDIÈRE *et al.* 2013

1821 GAZENBEEK *et al.* 2013

1822 VERMEERSCH 2013

1823 KASTENMEIER 2007, p. 57-67

1824 PEIXOTO 1994 ; FOLLAIN 2004 ; LEQUOY, GUILLOT 2004 p. 103-105 et 139-148

1825 Meules n° 1768 à 1772

1826 Meule n° 1766 ; LOTTI *et al.* 1993 ; LEQUOY, GUILLOT 2004 p. 123-124

1827 Meules n° 1799 et 1800 ; MANIQUET 1991 ; CAREL 1991 ; LEQUOY, GUILLOT 2004 p. 133-135

1828 Meules n° 1785 à 1798 ; MARIN, HALBOUT 1981 ; PITTE 1986

1829 Meules n° 1801 et 1802 ; HALBOUT-BERTIN, HALBOUT 1979 ; DECAENS 1980 p. 354-361 ; LEQUOY, GUILLOT 2004 p. 76-77

1830 LEQUOY *et al.* 1997 ; LEQUOY, GUILLOT 2004, p. 166-174

1831 Meules n° 1773 et 1774

La parcelle sud est dédiée, entre l'époque flavienne et la fin du III^e siècle, à l'artisanat et au commerce : des boutiques sous galerie couverte donnent sur la voie et une grande cour s'ouvre à l'arrière pour accueillir une batterie de fours à pain à l'air libre ou sous auvent. Au fond de la cour sont relégués une habitation et un grand bâtiment dédié au stockage des céréales. Ici les meules sont beaucoup plus nombreuses mais leur position stratigraphique ne peut être abordée finement, ce qui est un problème récurrent en ville où les niveaux antérieurs sont sans cesse remaniés par les aménagements successifs. Un ensemble de 6 meules manuelles et 1 meta à traction périphérique (grande meule à œil étroit) accompagne deux fragments de metas à entraînement central¹⁸³². La chronologie est ici incertaine : les meules manuelles pourraient être assignées aux phases les plus précoces, remplacées par de grands moulins au II^e siècle, mais peuvent aussi constituer des moulins d'appoint ou encore s'intégrer dans un habitat individuel à une époque plus tardive. L'entraînement d'un moulin à eau demande ici, 400 m au-dessus du cours de la Seine, l'exploitation d'un système d'adduction descendant depuis la ligne de sources captée au pied des coteaux au nord¹⁸³³. Or un système d'évacuation maçonné particulièrement soigné a ici été repéré, et l'approvisionnement du complexe balnéaire privé situé de l'autre côté de la rue implique l'existence de ce système d'adduction. Une boulangerie (moulin et fours) pourrait donc produire du pain à cet endroit pour la population modeste qui ne dispose pas de meules manuelles à domicile et achète son pain au jour le jour.

Un petit catillus à entraînement central en roche volcanique a aussi été mis au jour à côté des thermes du « Tunnel Saint-Herbland », également en retrait par rapport à la Seine¹⁸³⁴. Son faible diamètre (48 cm) rend tout à fait envisageable sa mise en rotation par les canaux d'évacuation des bains, et la présence de fourneaux dans trois échoppes donnant sur rue suggère ici aussi l'implantation d'une boulangerie¹⁸³⁵.

Une meta à traction périphérique est enfin découverte rue des Arsins, accompagnée d'un coffre contenant des grains de blé carbonisés, de trois fours domestiques, d'un four artisanal, et de mortiers très usés¹⁸³⁶. De nombreux fragments de meules sont signalés mais non ramassés et les fouilleurs posent l'hypothèse d'une boulangerie de quartier installée au début du II^e siècle et détruite par le feu à la fin de ce siècle¹⁸³⁷.

Ce dernier exemple porte à trois le nombre supposé de boulangeries urbaines installées dans le centre-ville de Rouen, au moins au II^e siècle.

14.4.5.4.8 Reims

Les meules de la capitale de Gaule Belgique ont toutes été réétudiées à l'occasion du colloque du *Groupe Meule* en 2014. À ce titre, nous renvoyons à la publication qui prend en compte les morceaux de meules de quatorze opérations archéologiques¹⁸³⁸. Hormis les pièces de la « rue Rockefeller » que nous avons étudiées en 2011 et dont certaines se rattachent à des phases du Haut-Empire¹⁸³⁹, la plupart des meules rémoises proviennent de contextes tardifs (III^e – IV^e siècles), ce qui s'explique par le remaniement fréquent des niveaux et le déplacement des objets au fur et à mesure de l'occupation. L'image que nous pouvons avoir de la meunerie urbaine à Reims est donc partielle : la mouture manuelle bien représentée dans les autres chefs-lieux au Haut-Empire paraît ici modestement

1832 Meules n° 1775 à 1784

1833 LEQUOY, GUILLOT 2004, p. 67

1834 Meule n° 1803

1835 LEQUOY, GUILLOT 2004 p. 111-114 et 185-186

1836 Meule n° 1767

1837 HALBOUT 1979 ; DECAENS 1980 p. 361-364 ; LEQUOY, GUILLOT 2004 p. 118-120

1838 JODRY *et al.* 2017b

1839 PICAUVET *et al.* 2011

pratiquée, et surtout certains îlots d'habitation apparaissent dépourvus de matériel de mouture¹⁸⁴⁰. Inversement, les autres villes livraient assez peu de mobilier tardif et le cas de Reims tendrait à confirmer l'intensification du regroupement des activités de mouture au sein de boulangeries professionnelles qui se faisait ressentir aux III^e et IV^e siècles, notamment à Amiens.

L'étude du *Groupe Meule* porte sur 71 meules dont seulement 34 sont datées au siècle près. Parmi l'ensemble, 62 sont des meules manuelles, 8 de type « Pompéi » dont 3 que l'on ne sait situer, et 4 à entraînement central. Les premières montrent que la mouture manuelle est encore prédominante en nombre d'individus, mais il faut prendre en compte le fait que certains îlots d'habitation n'ont livré aucune meule alors que d'autres en ont fourni beaucoup (10 meules manuelles et 1 pompéienne au « Boulevard Henrot » ; 10 meules manuelles et 3 indéterminées « rue Maucroix »). L'habitat fouillé « rue Carnot » fournit quant à lui un ensemble « normal » de 5 meules manuelles dont un catillus réglable dans la seconde moitié du III^e siècle¹⁸⁴¹. Il semble donc exister un certain déséquilibre entre les quartiers, mais les études sont biaisées par le fait que beaucoup de mobilier issu de fouilles anciennes a été perdu ou se retrouve dépourvu de contexte archéologique.

Les meules à entraînement central participent très probablement de moulins hydrauliques puisque l'approvisionnement en eau n'est pas un problème à Reims, autant par la Vesle que par l'aqueduc qui amène l'eau de la Suippe¹⁸⁴². Celle de la « rue Rockefeller » est située en plein centre au sud du forum, ce qui implique plutôt le recours au système d'adduction urbain qu'à la rivière¹⁸⁴³. Inversement, le catillus du Boulevard Henrot, découvert en bord de Vesle près d'aménagements de berges est de type « Pompéi » donc à traction animale. Ce dernier ainsi que les autres meules de type « Pompéi » sont, comme à Amiens, répartis au quatre coins de la ville, ce qui pourrait suggérer l'organisation d'un maillage régulier de boulangeries dans le tissu urbain.

14.4.5.4.9 Tongres

Le corpus de Tongres (Limbourg Néerlandais) est assez pauvre puisque près des trois quarts des meules étudiées par E. Hartoch au *Gallo-Roman museum* proviennent de sites fouillés à l'extérieur de la ville (villas et fermes, 41 sur 58)¹⁸⁴⁴. Parmi les 17 qui restent, 2 sont médiévales, 1 meule manuelle en roche volcanique date des alentours de la fondation de la cité à l'époque augustéenne et 14 sont romaines. Ces dernières sont réparties sur quatre parcelles fouillées *intra-muros*. Les fouilles de la Basilique, en plein cœur de la ville, livrent 3 fragments de meules de catégorie indéterminée. Le « 15 Kielenstraat » fournit 4 meules manuelles et 3 indéterminées aux I^{er} et II^e siècles, et « Sint-Truiderstraat » 3 meules manuelles. Le seul indice de mouture à plus grande échelle apparaît sur « Vermeulenstraat » sous la forme d'un demi-catillus à traction périphérique du même type que celui découvert sur l'établissement rural « Trilandis » à Heerlen¹⁸⁴⁵.

L'image de la mouture urbaine que nous avons à Tongres est donc probablement bien en dessous de ce que l'on pourrait espérer d'un tel chef-lieu et la fouille de quelques îlots d'habitation n'a pas encore permis de percevoir son organisation en dehors du cadre domestique.

14.4.5.5 Contexte militaire

Le seul contexte militaire étudié ici est très tardif. Il correspond aux casernes théodosiennes de la « rue Baudimont » à Arras. L'exemple a déjà été abordé au sujet de l'hypothétique entraînement

1840 JODRY *et al.* 2017b, p. 135-138

1841 Meules n° 564 à 568

1842 NEISS *et al.* 2010, p. 73-75.

1843 Meule n° 573

1844 HARTOCH *et al.* 2015

1845 Heerlen « Trilandis » : meule n° 322

animal des grandes meules à entraînement central (voir § 9.2.2.2, fig. 201 et 202). Une piste circulaire marquée de fortes traces de piétinement accompagnait en effet le catillus sur ce site localisé en surplomb par rapport au cours de l'ancienne Sensée (Scarpe actuelle). Rappelons que dans cette ville, par ailleurs chef-lieu, le système d'adduction d'eau est probablement bien développé et un entraînement hydraulique reste possible, notamment en raison de la proximité des thermes reconnus légèrement en surplomb lors des fouilles de la Préfecture¹⁸⁴⁶, mais aussi de l'entretien du réseau d'évacuation des eaux au Bas-Empire¹⁸⁴⁷. Dans un cas comme dans l'autre, le camp dispose d'un équipement destiné à moudre à grande échelle pour son alimentation, accompagné d'un grenier et d'un four à pain¹⁸⁴⁸. Trois casernements de 43 m de long pour 8 m de large ont été décelés sur l'emprise de la fouille et sont aménagés en six à huit cellules chacun. Le mobilier récolté et l'organisation interne des bâtiments semblent indiquer que les militaires, peut-être d'origine germanique, y résidaient avec leur famille ; cela écarte l'idée d'un « entassement » de soldats dans chaque pièce. Chaque cellule constituerait alors une unité familiale que l'on peut encore de manière théorique fixer à cinq personnes. Malgré l'absence de meta qui induit une vision partielle des activités de mouture, le moulin des casernes de la « rue Baudimont » pourrait donc aisément répondre aux besoins de la grosse centaine d'âmes qui pouvait peupler le site.

Dans les camps temporaires du Haut-Empire ou lors des déplacements de troupes, la question est toute différente. Plusieurs catillus manuels en roche volcanique retrouvés le long du Rhin comportent, gravé sur le flanc, le nom d'un *contubernium* (« chambrée » de 8 légionnaires), ce qui signifie que chaque unité de l'armée romaine partage un moulin manuel pour sa préparation alimentaire¹⁸⁴⁹. La mouture demande alors aux légionnaires 2 h de travail quotidien et 600 moulins pour une seule légion¹⁸⁵⁰. L'on comprend pourquoi, dès leur pérennisation, les camps du *limes* de Germanie et du mur d'Hadrien en Bretagne se sont dotés de moulin à eau ou à traction animale¹⁸⁵¹. Ceux-ci libèrent les soldats de ce fastidieux travail et peuvent moudre en continu selon la source d'énergie employée et son éventuelle périodicité. D'autant que le moulin à traction animale présente la même facilité de déplacement que le moulin à main, à condition de disposer de chariots, et ne requiert pas d'aménagement du terrain. Comme le montre le tour d'horizon documentaire réalisé par F. Jodry, on retrouve logiquement cette solution pour accompagner les troupes en campagne à l'époque moderne¹⁸⁵². Des moulins à manège mobiles plus ou moins complexe assurent le ravitaillement des soldats en farine.

Les meule de type Haltern-Rheingönheim sont ainsi identifiées entre l'époque augustéenne et le II^e siècle dans les forts éponymes de Haltern et Rheingönheim, mais aussi à Xanten, Mayence, Groß-Gerau, Sulz et Saalburg¹⁸⁵³. Rappelons-le, le fort d'Haltern livrait aussi un catillus pompéien dès l'époque augustéenne.

D'après les inscriptions portées sur le flanc des meules de grand format, un moulin serait cette fois affecté à une centurie, soit 10 *contubernia* (80 hommes)¹⁸⁵⁴. Ce chiffre paraît peu élevé par rapport aux rendements possibles d'un moulin hydraulique mais s'accorde assez bien avec ceux qu'avance T.J. Bakker pour les moulins à traction animale de type « Pompéi ». Nous avons donc probablement là une moyenne théorique nécessaire à l'organisation de l'armée et qui privilégierait dans ses

1846 JACQUES 2007, p. 67

1847 COQUELET 2011, p. 271

1848 JACQUES 1993, p. 123-124 et 138

1849 ROTH 1999, p. 48-50 ; JODRY 2010 et 2011b

1850 JUNKELMAN 2006, p. 117 ; JODRY, SCHNITZLER 2010, p. 105 ; JODRY 2010, p. 107

1851 SIMPSON 1976 ; JOHNSON 1987

1852 JODRY 2011c, p. 85-86

1853 BAATZ 1995, p. 11-12

1854 JUNKELMAN 2006, p. 122

comptes, par tradition, la traction animale.

Malgré ce changement d'échelle qui intervient dans les camps, les moulins manuels restent aussi en usage plus tardivement puisque les forts de Saalburg et de Zugmantel en livrent dans des contextes datés des II^e et III^e siècles¹⁸⁵⁵. Cet équipement est le témoin discret des mouvements de troupes qui ont pu être opérés le long du *limes* à cette époque.

14.4.6 *Quelle hydrographie pour les moulins à eau du nord de la Gaule et de Germanie ?*

14.4.6.1 Vue d'ensemble

Hormis le possible coursier du V^e siècle fouillé à Étouvie en aval d'Amiens¹⁸⁵⁶, aucun contexte n'a fourni d'indice de moulin à eau à la campagne dans notre aire d'étude, et encore moins en association avec des meules à entraînement central. En ville, quelques indices tendraient à prouver leur existence comme sur le site de la « Tour Boileau » à Beauvais (Oise). Cependant la plupart du temps, les meules sont fragmentées et rejetées dans des structures qui peuvent difficilement leur être associées directement. Autre difficulté, le réseau hydrographique du nord de la France a été profondément remodelé et canalisé depuis le Moyen Âge et n'a plus grand-chose de commun avec celui qui pouvait mouvoir les roues dans l'Antiquité. Finalement et malgré cela, la combinaison de différentes données évoque la possibilité de conclure systématiquement à la présence d'un moulin à eau à proximité des occupations décelées.

Première constante, ces meules ne sont jamais retrouvées près du cours des grands fleuves, mais sur des rus, ruisseaux et petites rivières qui les rejoignent. Elles reposent même au niveau des sources de ces ruisseaux, et il faut estimer que des sources ont été directement retenues dès leur sortie de terre ou peu en aval. Et même si cette position paraît *a priori* difficilement exploitable en raison de la faiblesse des débits, la plupart du temps la carte de Cassini indique la présence de moulins à eau au même endroit ou à très peu de distance au XVIII^e siècle alors que les meules sont beaucoup plus lourdes à cette époque. D'ailleurs côté français, un gros tiers des sites qui ont livré des meules à entraînement central disposent d'un moulin au XVIII^e siècle (16 sur 44). C'est ce qui rend plus que probable l'utilisation des meules à entraînement central dans ce type de moulins dans l'Antiquité alors que l'on a tendance à exclure sans procès l'entraînement hydraulique en l'absence de cours d'eau important ou de bief clairement identifié. Les cas où l'entraînement hydraulique est impossible sont finalement très peu nombreux et concernent en général des meules dont l'interprétation morphologique est contestable. Ce sont souvent des metas qui sont plus difficiles à classer que les catillus, ou encore des meules hydrauliques réemployées comme moulins à traction animale. C'est le type « Saint-Bézard – Avenches » défini par S. Longepierre sur la base d'un catillus entier découvert dans la villa d'Aspiran (Hérault)¹⁸⁵⁷. En l'absence de structures archéologiques bien identifiées, les meules à entraînement central ne peuvent donc être assimilées à des meules à traction animale « par le centre » sur la seule base de leur présence et d'une absence de cours d'eau. Il existe en effet plusieurs autres paramètres à prendre en compte : déviation des petits cours d'eau, captage des sources et canalisation du réseau hydrographique à partir du Moyen Âge, disparition des systèmes d'adduction d'eau antiques (aqueducs), etc. Une fois éliminés ces paramètres, certains rares contextes peuvent enfin suggérer la possibilité d'une traction animale « par le centre », mais on ne peut non plus négliger le déplacement des meules après leur usage. Les meules à entraînement central étant peu nombreuses, leur position peut être reprise au cas par cas.

1855 JUNKELMAN 2006, p. 118

1856 DESCHODT 2005

1857 LONGEPIERRE 2012, p. 93-96

Déptmt/Prov.	Commune	Type adduction	Cassini (Fr.)	Type de site
Aisne	Barenton-Bugny	Plateau	non	Habitat rural
Aisne	Goussancourt	Rivière - mare	oui	Villa
Aisne	Vermand	Aqueduc	non	Agglo. secondaire
Brabant Flamand	Tirlemont (Tienen)	Rivière	-	Agglo. secondaire
Brabant Wallon	Nivelles	Canalisation méd./mod.	-	Villa
Eure	Apperville-Annebault	Réemploi meule	oui	Atelier de potiers
Eure	Lyons-la-Forêt	Réemploi meule	oui	Atelier de potiers
Eure	Ventes	Réemploi meule	oui	Atelier de potiers
Hainaut	Gouy-lez-Piéton	Rivière	-	Agglo. routière
Hainaut	Hautrage	Canalisation méd./mod.	-	Indéterminé
Hainaut	Hensies	Canalisation méd./mod.	-	Habitat rural
Hainaut	Howardries	Canalisation méd./mod.	-	Atelier de potiers
Hainaut	Pommerœul	Rivière	-	Agglo. secondaire
Hainaut	Pont-à-Celles	Sources ?	-	Agglo. secondaire
Hainaut	Quevaucamps	Canalisation méd./mod.	-	Villa
Hainaut	Tournai	Fleuve	-	Agglo. secondaire
Hesse	Taunusstein	Sources	-	Camps militaire
Hollande Méridionale	Voorburg	Fleuve	-	Agglo. secondaire
Limboung Belge	Maasmechelen	Rivière	-	Villa
Limboung Belge	Tongres	Aqueduc	-	Chef-lieu
Limboung Néerl.	Heerlen	Aqueduc	-	Agglo. secondaire
Limboung Néerl.	Heerlen	Aqueduc	-	Agglo. secondaire
Limboung Néerl.	Heerlen	Plaine	-	Habitat rural
Lux. Prov.	Arlon	Rivière - aqueduc	-	Agglo. secondaire
Lux. Prov.	Arlon	Rivière - aqueduc	-	Agglo. secondaire
Lux. Prov.	Arlon	Rivière - aqueduc	-	Agglo. secondaire
Luxembourg GD	Altrier	Sources ?	-	Agglo. secondaire
Luxembourg GD	Aspelt	doute meule	-	Villa
Luxembourg GD	Pétange	Plateau	-	Agglo. secondaire
Marne	Bezannes	Plateau	non	Habitat rural
Marne	Fère-Champenoise	Plateau	non	Habitat rural
Marne	Reims	Aqueduc	oui	Chef-lieu
Marne	Sillery	Rivière	oui	Habitat rural
Namur Prov.	Namur	Rivière	-	Agglo. secondaire
Namur Prov.	Neuville	Rivière	-	Villa
Namur Prov.	Taviers	Rivière	-	Agglo. secondaire
Nord	Bavay	Adduction	non	Chef-lieu
Nord	Famars	Adduction	non	Agglo. secondaire
Nord	Lambres-lez-Douai	doute meule	non	Habitat rural
Nord	Marquette-lez-Lille	doute meule	non	Habitat rural

Nord	Mérignies	Sources ?	non	Villa
Nord	Onnaing	Plateau - mare	non	Habitat rural
Nord	Steene	Plaine - wateringues	non	Atelier de saunier
Oise	Attichy	Dérivation	non	Villa
Oise	Attichy	Rivière	oui	Habitat rural
Oise	Beauvais	Rivière	oui	Chef-lieu
Oise	Pontpoint	Dérivation	oui	Habitat rural
Oise	Rivecourt	Dérivation	non	Habitat rural
Oise	Saint-Maximin	Canalisation méd./mod.	-	Villa
Pas-de-Calais	Arras	Plateau	non	Casernes
Pas-de-Calais	Blendecques	Sources ?	oui	Villa
Pas-de-Calais	Bruay-la-Buissière	Réemploi	oui	Agglo. artisanale
Pas-de-Calais	Dourges	Canalisation méd./mod.	-	Habitat rural
Pas-de-Calais	Harnes	Canalisation méd./mod.	-	Villa
Pas-de-Calais	Marck-en-Calais	Plaine - wateringues	non	Habitat rural
Pas-de-Calais	Thérouanne	Rivière	oui	Chef-lieu
Pas-de-Calais	Verquin	Plateau - sources ?	non	Villa
Rh.-du-Nord-Westph.	Jülich	Rivière	-	Agglo. secondaire
Seine-Maritime	Auzouville-Auberbosc	Plateau	non	Habitat rural
Seine-Maritime	Eu	Aqueduc - sources ?	non	Agglo. secondaire
Seine-Maritime	Gonneville-sur-Scie	Plateau - mare	non	Habitat rural
Seine-Maritime	Grigneuseville	Plateau - mare	non	Habitat rural
Seine-Maritime	Lillebonne	Rivière	oui	Chef-lieu
Seine-Maritime	Roncherolles-en-Bray	Plateau	non	Agglo. secondaire
Seine-Maritime	Rouen	Aqueduc	non	Chef-lieu
Seine-Maritime	Rouen	Aqueduc	non	Chef-lieu
Seine-Maritime	Saint-Ouen-du-Breuil	Plateau	non	Habitat rural
Somme	Allaines	Sources ?	oui	Villa
Somme	Amiens	Aqueduc	non	Chef-lieu
Somme	Amiens	Aqueduc	non	Chef-lieu
Somme	Amiens	Aqueduc	non	Chef-lieu
Somme	Amiens	Fleuve	oui	Chef-lieu
Somme	Amiens	Rivière - aqueduc	non	Chef-lieu
Somme	Salouël	Dérivation	oui	Villa
Val-d'Oise	Louvres	Plateau - aqueduc ?	non	Villa

Tableau 5 Sites qui ont fourni des meules à entraînement central (Département/Province, Commune) ; type d'adduction possible sur le site ; présence d'un moulin sur la carte de Cassini au XVIII^e siècle (oui/non pour les sites français) ; type de site.

14.4.6.2 Chenaux et dérivations

À Attichy (Oise) au bord de l'Aisne peu en amont de la confluence avec l'Oise, deux opérations distantes d'1 km ont mis en évidence un établissement rural installé à une centaine de mètres d'un paléo-chenal (fig. 366)¹⁸⁵⁸ et un autre établissement à murs maçonnés que les fouilleurs hésitent à qualifier de villa¹⁸⁵⁹. Sur la première parcelle au lieu-dit « l'Avenue », étant donnée la proximité du paléo-chenal de l'Aisne sur la terrasse alluviale, la présence d'un moulin hydraulique paraît assurée par la découverte de grandes meules à entraînement central, bien que les structures n'en aient pas été reconnues en raison de l'exiguïté des fenêtres de sondage. Les deux meules forment un couple fonctionnel¹⁸⁶⁰ ; les structures appréhendées dont des « *empierrements énigmatiques* » présentent de grandes difficultés d'interprétation et l'adduction d'eau vive n'est pas repérée dans les 2600 m² décapés. Les meules proviennent d'une fosse quadrangulaire de 2,9 m² dont le fond est couvert de calcite compacte, interprétée comme un « cellier » suite à la découverte de nombreuses graines carbonisées et de céramiques de stockage du I^{er} siècle et de la première moitié du II^e. Cette structure comportait un plancher surélevé soutenu par des piliers de bois, mais sa différence de morphologie par rapport aux celliers mis au jour autour de la vallée de l'Oise est reconnue par les fouilleurs¹⁸⁶¹. Une vaste « mare » de 25 à 30 m de diamètre à peine explorée pourrait correspondre à une retenue d'eau juste sous la rupture de pente, mais les fossés se déversent dans ce collecteur et non l'inverse ; voir un moulin à cet endroit tiendrait de la surinterprétation sur la base des documents disponibles. Si un moulin pouvait exister sur le paléo-chenal perçu en dehors de l'emprise de fouille, ses éléments ont pu être évacués dans cette fosse proche suite à son incendie. Il faut néanmoins garder cet exemple à l'esprit pour éventuellement identifier les moulins à roue horizontale à l'avenir : le dépôt de calcite rappelle en effet les concrétions qui peuvent se former avec les éclaboussures de l'eau projetée sur la roue (voir § 9.2.3). Notons qu'aucun moulin n'apparaît sur la carte de Cassini à cet endroit puisque le paléo-chenal est remblayé dès l'Antiquité.

D'autres installations sur dérivations sont possibles en Picardie, sur l'Oise et la Somme notamment. Aux « Frayers » à Pontpoint (Oise), un diagnostic préalable à l'installation d'un gazoduc ouvre une tranchée qui coupe le Fossé Traxin, un petit filet d'eau qui traverse une basse terrasse de l'Oise juste en amont de l'agglomération de Pont-Sainte-Maxence, et sur lequel plusieurs moulins sont pointés par la carte de Cassini (fig. 367). La meule, une meta entière en calcaire à glauconie et nummulites de 62,5 cm de diamètre, provient d'une tranchée de fondation d'un établissement mal identifié¹⁸⁶². À Rivecourt « la Saule Ferrée » (Oise), de nouveau sur une basse terrasse de l'Oise, un chenal a été mis au jour dans le quart sud-est de l'emprise de fouille, dont subsiste aujourd'hui un gros fossé en eau longeant à 480 m le cours actuel de la rivière. L'établissement rural du Haut-Empire fouillé à cet endroit a livré un fragment de catillus à entraînement central en meulière issu d'une grande fosse de 18 m de long pour 6 de large (St. 16) parcourue de creusements linéaires et creusée de trous de poteaux. Aucun moulin n'est mentionné à cet endroit sur la carte de Cassini mais le passage d'un chenal à l'époque antique, potentiellement pour l'entraînement de moulins à eau, y est avéré¹⁸⁶³.

À Salouël enfin (Somme), les fragments d'un grand catillus en roche volcanique ont été exhumés dans la *pars rustica* d'une villa proche de la ville d'Amiens. La Selle passe 300 m à l'est, mais la position du site en fond de vallée rend très probable la déviation de son cours dans l'Antiquité, alors que deux moulins y sont figurés sur la carte de Cassini au XVIII^e siècle.

1858 MARÉCHAL 2011

1859 FRIBOULET 2007

1860 Meules n° 1252 et 1253

1861 MARÉCHAL 2011, p. 30

1862 PARIS 2014

1863 MARÉCHAL 2010

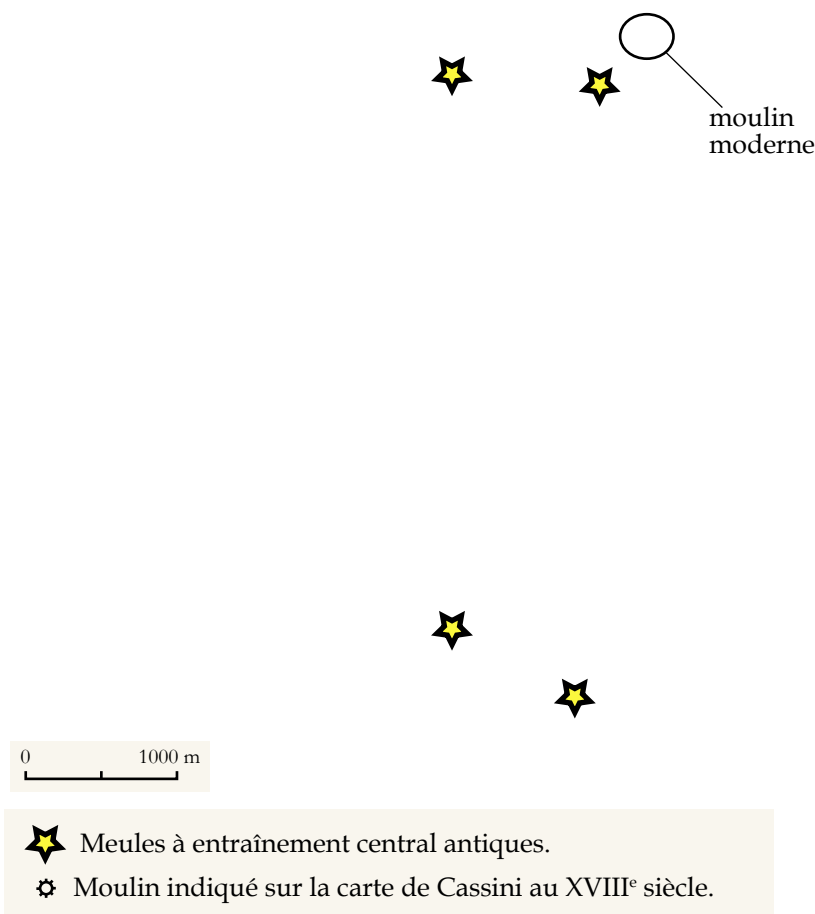
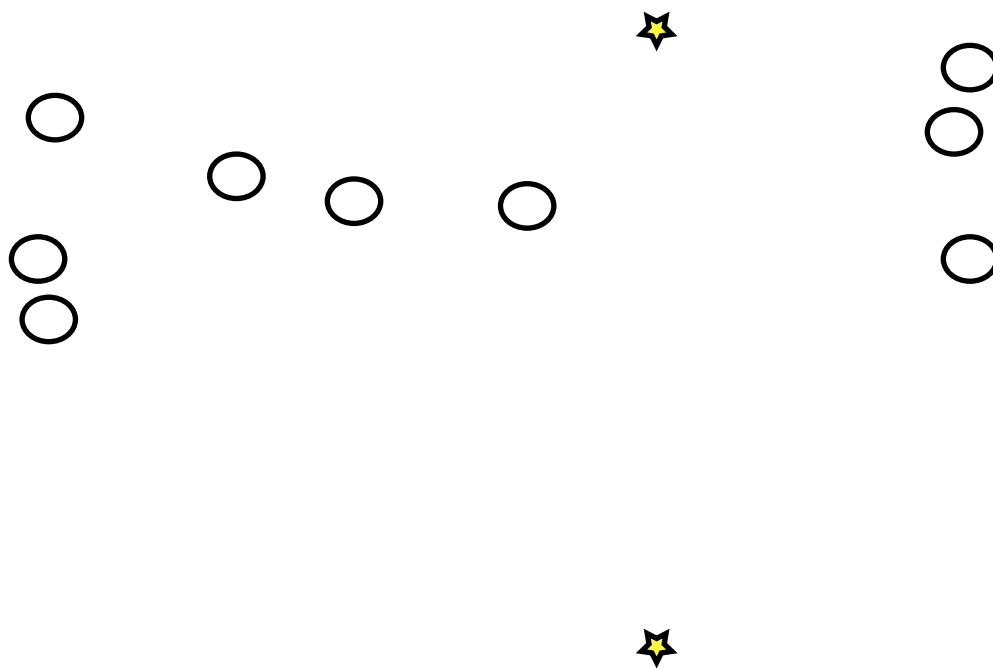


Figure 366 Les meules « hydrauliques » d'Attichy (Oise) « l'Avenue » et « carrières de granulat », près du cours de l'Aisne, replacées sur la carte de Cassini (XVIII^e siècle) et sur la carte topographique (IGN). Un moulin moderne est placé sur le ru de Bitry dont le cours semble dévier au fil des siècles.

14.4.6.3 Petits affluents

Sur la seconde parcelle d'Attichy (Oise), dans le secteur 2 des carrières de granulat, les meules ne constituent pas un couple fonctionnel¹⁸⁶⁴ mais la largeur des fossés et la présence d'un mur en gros appareil peuvent suggérer la présence d'un moulin en périphérie de l'établissement appréhendé seulement à travers le treillis des tranchées de diagnostic. Plutôt que le cours de l'Aisne, la canalisation du Ru de Bitry descendant à cet endroit du vallon de Bitry a pu être exploitée pour la mise en rotation du moulin. Un moulin à eau apparaît d'ailleurs sur cette portion du ruisseau sur la carte de Cassini au XVIII^e siècle. L'exploitation de très petits cours d'eau pour les meules romaines, petites par rapport aux meules modernes, est donc plus que vraisemblable.

1864 Meules n° 1250 et 1251



0 1000 m

- ★ Meules à entraînement central antiques.
- ⚙ Moulin indiqué sur la carte de Cassini au XVIII^e siècle.

Figure 367 La meule « hydraulique » de Pontpoint (Oise) « les Frayers », près du cours de l'Oise, replacées sur la carte de Cassini (XVIII^e siècle) et sur la carte topographique (IGN). Une série de moulins modernes sont placés sur le fossé Traxin qui traverse la terrasse alluviale d'est en ouest.

À Mérygnies (Nord) et à Allaines (Somme), deux villas ont livré chacune un grand catillus en Grès de Macquenoise mais aucun cours d'eau ne passe dans l'emprise de la fouille¹⁸⁶⁵. Dans un cas comme dans l'autre, de petits ruisseaux passent à proximité immédiate et ont pu être captés dans l'Antiquité, ce dont peut témoigner le réseau fossoyé descendant la pente. Les meules ont aussi pu être déplacées puisque la carte de Cassini indique des moulins dans les vallées directement en contrebas de ces deux sites.

1865 Meules n° 984 et 1843

La fouille de la villa des « Machenées » à Neuville (Philippeville, Prov. Namur) a livré un autre catillus en Grès de Macquenoise rejeté dans le comblement détritique d'une cave¹⁸⁶⁶. La villa est établie près d'1 km au nord de la rivière qui draine le village de Neuville, mais au bord d'un ruisseau qui la rejoint au sud. Le débit est probablement très faible, peut-être intermittent, mais sa maîtrise et sa régulation par une retenue et un système de vannes est possible. Par ailleurs, la consommation d'une villa est probablement inférieure à celle à laquelle doit répondre un moulin banal au Moyen Âge ; son moulin peut moudre de manière occasionnelle une fois que la retenue a été remplie et que l'ouverture des vannes peut fournir de l'énergie. Quitte à conserver des réserves de farine quelques jours dans des *dolia*, des amphores ou des contenants périssables en attendant que le niveau d'eau soit suffisant pour moudre de nouveau. C. Rynne signale ainsi que la vaste majorité des petits moulins construits en Irlande au XIX^e siècle devaient souffrir de la saisonnalité et connaître des périodes d'activité faible¹⁸⁶⁷. Leur fonctionnement approche le principe du moulin à marée qui ne tourne que lorsque la marée a rempli le réservoir d'eau. Sur le continent, P. Benoît impute l'implantation de tels moulins captant de petits ruisseaux au Moyen Âge central, période à laquelle « *l'Europe s'est couverte d'étangs* »¹⁸⁶⁸, mais le principe pourrait émerger dès l'époque romaine avec des meules de petites dimensions demandant peu d'énergie à l'entraînement.

14.4.6.4 Petits captages et bassins collecteurs ?

Sur ce modèle, plusieurs meules sont issues de têtes de bassins hydrographiques et l'on pourrait imaginer le captage de sources ou des eaux de ruissellement en rebord de plateaux pour la mise en rotation périodique de très petits moulins. Cela expliquerait la présence de meules dites « hydrauliques » à proximité de grandes mares assimilées à des collecteurs dans lesquels se jettent plusieurs fossés de drainage. Ces mares pourraient constituer des étangs de retenue destinés à alimenter les moulins de façon très périodique ; et pourquoi ne pas envisager en Gaule, au débouché de ces retenues, l'utilisation de roues horizontales qui laissent très peu de traces ?

Par exemple sur les plateaux du Pays de Caux, les établissements ruraux de Gonnevill-sur-Scie et de Grigneuseville sont écartés de tout cours d'eau et la carte de Cassini n'y positionne que des moulins à vent. Ces sites présentent la particularité de disposer de ces grandes mares collectrices à l'entrée des vallons qui entaillent le plateau. À Onnaing (Nord), la position des sites est encore dépourvue de cours d'eau, mais une grande mare reçoit les eaux d'un dense réseau de fossés.

À Goussancourt « la Fontaine des Grèves » (Aisne), les fouilles préalables au passage du TGV Est ont mis au jour une portion d'établissement tardo-romain comportant une voie, une partie réservée à un habitat aisé et une autre plus modeste avec plusieurs bâtiments sur poteaux, fonds de cabanes et zones de stockage. Les structures se développent sur le flanc d'un léger relief descendant vers un ru qui rejoint la Semoigne au lieu-dit « le Moulin ». À cet endroit, les vestiges d'un moulin à eau moderne apparaissent, corroborant les figurés de la carte de Cassini. Au début du IV^e siècle dans un bâtiment situé au sud de la voie et d'une grande « mare » sont rejetés deux gros fragments d'un catillus à entraînement central transformé en meta. Le plan de ce bâtiment est dit inhabituel par les fouilleurs, mais il est difficile de lui apporter une interprétation fonctionnelle en raison de son arasement et de la récupération des matériaux intervenue dès la seconde moitié du siècle. Par ailleurs, aucune adduction d'eau ou captage de source ne pouvant être restitué à ce niveau, la topographie ne se prête pas idéalement à l'implantation d'un moulin hydraulique. En revanche, la « mare » creusée quelques mètres en contrebas au nord de la voie dispose d'un canal d'évacuation descendant

1866 Meule n° 602

1867 RYNNE 2009, p. 86

1868 BENOÎT 1998, p. 294

la pente. Ce type de retenue d'eau pourrait évoquer la présence d'un moulin mais l'organisation de cette partie du site n'a pu être comprise en raison de son arasement.

La situation dans les campagnes serait alors comparable à celle de l'Irlande du haut Moyen Âge qui est parsemée d'une multitude de petits moulins à roue horizontale alimentés par des retenues d'eau ou directement implantés sur de petits ruisseaux¹⁸⁶⁹. Un moulin du VII^e siècle fouillé en 2007 à Kilbegly (County Roscommon) capte même directement les eaux d'une source¹⁸⁷⁰. Il montre clairement l'association de la source, d'un étang de retenue et d'un petit moulin à roue horizontale alimenté par une conduite forcée ; sa situation topographique est d'ailleurs assez comparable au site de Goussancourt. E.C. Curwen illustre ce type de très petits moulins avec des exemples des îles Shetland au début du XX^e siècle¹⁸⁷¹. Ceux-ci, construits en pierre, sont déjà peu imposants ; des structures en bois laisseraient probablement très peu de vestiges. Sur le continent, l'idée d'un usage de ces « mares » créant des retenues d'eau pour l'entraînement périodique de petits ou de très petits moulins paraît alors envisageable.

14.4.6.5 En ville : moulins « au fil de l'eau » et systèmes d'adduction artificielle

En ville, les systèmes de moulins sont différents selon que la ville est établie sur un cours d'eau ou sur un plateau, mais toutes ont livré des meules à entraînement central qui attestent la présence de grands moulins. Dans les deux cas d'ailleurs, l'adduction n'est pas un problème à l'époque romaine : soit elle est fournie par le cours d'eau lui-même ou des dérivations de ce cours d'eau, soit elle est pourvue par un aqueduc ou le captage de sources immédiatement canalisées.

Le cas le plus éloquent est probablement celui de la « Tour Boileau » à Beauvais (Oise) : les berges du Thérain ont été fouillées aux abords de la tour médiévale où ont été décelés les restes d'un moulin moderne. Deux moulins apparaissent à cet endroit sur la carte de Cassini. Les niveaux du milieu du II^e siècle ont à peine été effleurés mais ont livré plusieurs fragments de grandes meules à entraînement central en meulière, ce qui suggère une forte continuité de la destination fonctionnelle de ce secteur avec des moulins installés « au fil de l'eau »¹⁸⁷².

À Voorburg (Hollande méridionale), un catillus de type « hydraulique » en roche volcanique a été retrouvé au fond d'un puits dont il stabilisait le fond¹⁸⁷³. La présence de cette meule à côté d'un aménagement de quai au bord du Rhin évoque encore l'activité d'un moulin hydraulique « au fil de l'eau », à moins que la meule n'ait transité par Voorburg que pour être commercialisée. À Namur « place Servais », les fragments d'un catillus de même type en roche volcanique sont rejetés à côté d'aménagements de berge sur la rive gauche de la Sambre avant sa confluence avec la Meuse¹⁸⁷⁴. Cette pièce suggère nettement l'existence d'un moulin antique aux II^e et III^e siècles là où prenaient place des moulins, fours et brasseries au Moyen Âge et à l'époque moderne (rue des Brasseurs et rue du Four)¹⁸⁷⁵.

Le seul fragment de meule étudié à Lillebonne (Seine-Maritime) provient d'un diagnostic réalisé en plein centre de la ville romaine¹⁸⁷⁶. Il fait partie d'un catillus à entraînement central en poudingue et a été retrouvé à proximité d'un bief canalisant la rivière qui descend le vallon nord vers la rivière de Bolbec avant que celle-ci ne rejoigne la Seine au sud. L'ensemble du quartier, occupé depuis la

1869 RYNNE 2009 et 2011

1870 RYNNE 2009, p. 88-90 ; JACKMAN *et al.* 2013

1871 CURWEN 1944, pl. I, II et III

1872 Meules n° 1269 à 1273

1873 Rien ne dit dans le rapport de fouille si la meule a été utilisée ou non avant son réemploi : DRIESSEN, BESSELSSEN 2014, p. 121, fig. 6.23

1874 Meule n° 599

1875 VAN MECHELEN, DANESE 2010

1876 Meule n° 1739

seconde moitié du I^{er} siècle, se structure autour de ces aménagements vers la fin du II^e ou au III^e siècle avec la construction de murs en grand appareil. La carte de Cassini signale encore un moulin à cet endroit précis au XVIII^e siècle. Si moulin il y avait à l'époque romaine, il était ici établi à l'intérieur même de la ville.

À Théroutan (Pas-de-Calais), la fouille des remparts de l'Antiquité tardive a livré un fragment de catillus de grand format en roche volcanique en position de réemploi¹⁸⁷⁷. Celui-ci a pu être entraîné par la Lys qui traverse la ville, comme le suggère encore la représentation d'un moulin à eau *intra-muros* sur la carte de Cassini. De même et bien que les meules n'y soient pas localisées précisément, à Tournai l'Escaut traverse la ville¹⁸⁷⁸, comme la Haine à Pommerœul¹⁸⁷⁹.

À Amiens (Somme), plusieurs meules à entraînement central ont été anciennement découvertes à l'intérieur de la ville antique. Les découvertes de la « rue des Jacobins », du « Logis du Roy » et de la « rue du Marché Lanselles »¹⁸⁸⁰ s'échelonnent ainsi du sud vers le cours de la Somme au nord, ce qui suggère l'exploitation, soit d'un ancien ruisseau affluent de la Somme traversant la ville, soit d'une canalisation descendant vers la rivière. Les meules de la « ZAC Cathédrale » sont en revanche situées dans les faubourgs nord de la ville antique¹⁸⁸¹, traversés par plusieurs bras de la Somme et la confluence de l'Avre où la carte de Cassini signale au moins un moulin « au fil de l'eau ». La parcelle fouillée est encore actuellement longée par l'un de ces bras canalisés.

À Arlon (Prov. Luxembourg), les grandes meules proviennent des fouilles du secteur de la Semois qui prend sa source dans les environs¹⁸⁸². Elles ont donc probablement été entraînées par le même système d'adduction captant les sources de la rivière et alimentant les ateliers de foulons romains mis au jour dans le quartier¹⁸⁸³.

Les meules de l'agglomération du « Bois l'Abbé » à Eu (Seine-Maritime), localisée en bord de plateau, connaissent probablement le même type d'entraînement, puisque deux ensembles thermaux sont attestés : ils étaient probablement alimentés par les nombreuses résurgences qui descendent depuis le haut du plateau de Beaumont à flanc de coteau¹⁸⁸⁴.

À Rouen (Seine-Maritime), les meules de type « hydraulique » ne proviennent pas des bords de Seine mais du centre-ville où a été mis au jour un quartier d'habitation avec une *domus* équipée de balnéaires, de fours à pain et d'un grand bâtiment de stockage de céréales¹⁸⁸⁵. L'adduction d'eau pour le(s) moulin(s) comme pour les bains serait pourvue par un système d'aqueducs urbains dont des éléments sont perçus dans l'emprise des fouilles. Suivant le même principe, la plupart des meules à entraînement central découvertes dans le *vicus* d'Heerlen (Limbourg Néerlandais) l'ont été dans la pente descendant des bains vers l'ouest¹⁸⁸⁶. À Bavay (Nord), quatre fragments de ces grandes meules sont issus de la zone du forum et notamment de la basilique à l'est du forum¹⁸⁸⁷. Or, des thermes auraient été reconnus sous l'église actuelle, bâtie contre les fondations de la basilique romaine, et devaient être alimentés par l'aqueduc en partie reconnu à Floursies¹⁸⁸⁸. À Famars (Nord), la position des meules à entraînement central dans la ville est inconnue mais on peut supposer un même usage

-
- | | |
|------|--|
| 1877 | Meule n° 1640 |
| 1878 | Meules n° 295 et 296 |
| 1879 | Meules n° 241, 243 et 244 |
| 1880 | Meules n° 1846, 1864 et 1885 |
| 1881 | Meules n° 1889 à 1891 et 1900 |
| 1882 | Meules n° 482, 496, 498, 499, 512 et 524 |
| 1883 | DEFGNÉE <i>et al.</i> 2008, p. 47 |
| 1884 | Meules n° 1679 à 1681, 1690 et 1699 ; CHOLET 2010, p. 35 |
| 1885 | Meules 1775, 1777 et 1803 ; GALLIEN 1995 |
| 1886 | Meules n° 349, 360, 371, 378, 379 et 381 |
| 1887 | Meules n° 664, 672 à 674 |
| 1888 | THOLLARD 1994, p. 23 |

des aqueducs, ou une exploitation de la Rhonelle dont le cours jouxte la ville¹⁸⁸⁹.

Dans les grandes villes étant donné la localisation de certaines grandes meules, il apparaît récurrent que les moulins aient profité de l'adduction d'eau des balnéaires, comme le préconise Palladius dans les domaines ruraux au V^e siècle :

« Si l'on fait une grande consommation d'eau dans les bains, il faut en diriger l'écoulement vers les boulangeries, où l'on établira des moulins à eau ; ce qui sera une grande économie de travail pour les hommes et les bêtes »¹⁸⁹⁰.

Par ailleurs, les bains sont non seulement associés aux moulins par leur système d'adduction, mais aussi aux cuisines par la mise en commun des *prae furnia* qui assurent le chauffage des premiers et peuvent servir à la cuisson des aliments afin d'économiser le combustible. Les exemples de mutualisation de foyers et de canalisations commencent à se multiplier : en plus du cas de la *domus* du « Palais de Justice » à Rouen, les trois sont encore associés dans la villa de Goiffieux à Saint-Laurent-d'Agny (Rhône)¹⁸⁹¹. À Pompéi les cuisines de deux maisons jouxtent le *prae furnium* des bains et un accès y est ménagé pour récupérer les braises ; le cas se présente encore à Périgueux (Dordogne) et à Augst (Suisse)¹⁸⁹².

14.4.6.6 Les réseaux hydrographiques canalisés ou disparus

Sur certains sites, il est tout bonnement impossible de reconstituer le réseau hydrographique qui aurait permis l'entraînement d'un moulin. C'est même le cas sur la plupart des sites de plaine du nord de la France et de Belgique où les rivières ont été presque entièrement canalisées depuis le Moyen Âge. Le phénomène est encore plus marqué sur la plaine flamande où les drainages médiévaux ont hachuré les zones de delta d'innombrables wateringues. De nombreux sites étudiés dans le bassin de l'Escaut ne peuvent donc faire l'objet que de suppositions bien qu'encore une fois, la carte de Cassini témoigne de la présence de moulins hydrauliques au XVIII^e siècle.

Dans la vallée de la Deûle, les établissements de Dourges¹⁸⁹³ et de Harnes¹⁸⁹⁴ (Pas-de-Calais) livrent par exemple leur lot de meules à entraînement central, dont les fragments d'un couple à Harnes, et les parcelles explorées jouxtent littéralement les canaux actuels. Mais en l'absence de paléo-chenal dans l'emprise de la fouille, on ne peut restituer avec certitude leur système de mise en rotation.

De même à Saint-Maximin « le Bosquet l'Ange » (Oise)¹⁸⁹⁵, près du cours de l'Oise, un moulin a pu être entraîné par un ancien cours d'eau descendant des coteaux vers la rivière, mais tout le système hydrographique de la rive gauche a été capté par l'aménagement des jardins du château de Chantilly au XVII^e siècle.

14.4.6.7 L'absence de cours d'eau

De manière aussi peu fondée archéologiquement que D. Baatz à Zugmantel¹⁸⁹⁶, nous évoquerons la possibilité d'un entraînement animal par le centre dans certains cas sur la seule base de la découverte de meules à entraînement central sur des sites dépourvus de toute adduction d'eau. Cette éventualité reste techniquement possible mais est loin d'être la règle et ne peut être proposée que par élimination. Seul le cas du camp théodosien de la « rue Baudimont » à Arras (Pas-de-Calais) présente des vestiges assez convaincants qui rendent possible ce mode d'entraînement, bien qu'une

1889 Meules n° 771 et 772

1890 PALLADIUS, *De l'Agriculture*, I, 42

1891 POUX *et al.* 2013, p. 151

1892 *Ibid.*

1893 Meules n° 1435, 1466 et peut-être 1427

1894 Meules n° 1485, 1488 et 1489

1895 Meule n° 1309

1896 BAATZ 1995, p. 13-14

adduction d'eau y soit possible en raison de la proximité des bains.

Sur la plaine néerlandaise-flamande et hormis celle de Voorburg, les meules en roche volcanique mises au jour présentent des difficultés d'interprétation liées à un mauvais état de conservation. C'est le cas à Steene (Nord) où le fragment d'une meule de grand diamètre n'a pas conservé de portion d'œil et peut faire partie d'un moulin à traction périphérique¹⁸⁹⁷. La situation est identique à Auzouville-Auberbosc (Seine-Maritime) dans le Pays de Caux, où aucune adduction d'eau ne semble possible¹⁸⁹⁸.

À Verquin (Pas-de-Calais), le catillus présente clairement des aménagements réservés à un entraînement central, et son faible diamètre (52 m) demanderait peu d'énergie pour sa mise en rotation¹⁸⁹⁹. Un ancien ruisseau ou une source aujourd'hui tarie ont éventuellement pu être captés et la légère pente du site mise à profit, mais aucun indice topographique ni réseau fossoyé particulier ne vient appuyer l'idée d'un petit moulin à eau dans l'emprise de la fouille. Il faut soit en conclure un éloignement du catillus de son contexte d'utilisation, soit la présence d'un moulin à traction animale en manège dans lequel l'animal de trait met en rotation l'axe central du moulin et non un levier périphérique. C'est ce fonctionnement qui est proposé par les fouilleurs de la « meunerie » de Liberchies (Hainaut), située sur une éminence dominant le Rau de Monplaisir¹⁹⁰⁰. De même sur l'oppidum du Titelberg où l'approvisionnement en eau est pourvu par des puits, un entraînement animal pourrait être considéré¹⁹⁰¹.

14.4.7 Implications sociales d'un changement d'échelle

En Afrique sahélienne à la fin du XX^e siècle, le passage d'une mouture vivrière familiale à une mouture pratiquée collectivement dans le cadre de la communauté villageoise provoque un bouleversement structurel des liens sociaux¹⁹⁰². La pratique ancestrale de la mouture était assurée individuellement par les femmes qui en tiraient un certain prestige social. Avec la possibilité de financer des moulins mécaniques motorisés à crédit, certains villages burkinabés se sont dotés d'équipements de mouture qui procurent un gain important en termes d'effort et de temps de travail, et donc en théorie de libérer la femme de ce travail. Cependant un épiphénomène s'est produit : les femmes se sont vues transférer l'objet de leur position sociale entre les mains des hommes qui seuls peuvent ou « savent » s'occuper de machines. Au Cameroun au contraire, les moulins introduits, bien que mécaniques, restaient non motorisés dans les années 1970-80 (roue à double manivelle). Les femmes se sont groupées pour le acquérir et ont conservé leur statut social : « *Cela a eu des prolongements sociaux importants, comme la construction de salles de réunion et l'institution de cours réguliers d'hygiène et d'économie familiale. Ces initiatives ont sans nul doute amélioré la qualité de la vie, notamment du point de vue féminin, et elles ont toutes eu pour point de départ le moulin à maïs* »¹⁹⁰³.

Nous ne disposons pas de ce genre de données directes sur les mentalités des populations dans l'Antiquité, mais on peut supposer que l'accroissement de l'échelle de production et l'introduction de systèmes hydrauliques complexes a pu être perçue de cette façon dans les campagnes. En ville, il s'accompagne d'un autre changement : le regroupement de l'habitat et la fusion de la mouture au milieu de toutes les autres activités marchandes qui y foisonnent. La mouture devient une activité économique et commerciale comme une autre, mais une pratique familiale vivrière perdure large-

1897 Meule n° 1146
1898 Meule n° 1653 ; DESFOSSÉS 1992
1899 Meule n° 1645
1900 DEMANET, VILVORDER 2013
1901 Meules n° 466 et 473
1902 ALTARELLI-HERZOG 1986
1903 O'KELLY, FORSTER 1983, p. 48

ment. Cependant le cadre socio-culturel dans lequel se produit ce changement à l'époque romaine est très différent. L'Afrique sahélienne connaît une économie d'autosubsistance telle que la décrit l'anthropologue C. Meillassoux : « *un cercle restreint où chacun nourrit des liens d'interdépendance et mène une activité utile à la communauté* »¹⁹⁰⁴. Cette communauté est villageoise et très différente du cadre de la cité antique. Certes la ferme gauloise puis gallo-romaine vise autant que possible à l'autosuffisance, plus par nécessité que pour suivre les préceptes des agronomes¹⁹⁰⁵, et emploie la plupart du temps un moulin manuel pour la préparation de son alimentation. Celle-ci garde son caractère familial et vivrier, comme d'ailleurs toutes les autres activités dites « artisanales » qui y sont pratiquées (forge, travail du cuir, vannerie, etc.) mais dont l'ampleur dans ce contexte ne traduit qu'un entretien des installations et de l'outillage domestiques et agricoles. L'exploitation agricole produit aussi des surplus qui la mettent en relation étroite avec son univers socio-économique. Fruit de cet univers, la villa ou tout autre site de regroupement de l'habitat rural n'entrant pas dans la nomenclature habituelle, ouvre un nouveau système de production, de consommation, et de nouveaux rapports socio-économiques en visant, non seulement à l'autosubsistance, mais aussi et surtout à l'approvisionnement des marchés et du *limes*. Dans l'ensemble, le domaine nourrit ses dépendants, le relais routier nourrit les voyageurs, l'atelier nourrit ses artisans, etc. Si la mouture était limitée au cercle familial et faisait peut-être partie des « rituels » quotidiens à la fin de l'Âge du Fer, elle devient une activité chronophage et contraignante à l'époque romaine. Si l'ostentation est importante pour montrer son attachement au mode de vie romain, celle-ci passe par la présentation des plats et des mets, ainsi que par le choix des céréales, probablement pas par la mouture qui se déroule dans l'ombre et dans tous les cas peut fournir un produit propre à préparer des plats à la romaine. Elle est alors déléguée à un personnel spécialisé : domestique quand elle reste manuelle dans les villas et les domus, professionnel quand elle emploie des moulins de grand format à eau ou à traction animale. Le rayonnement des surfaces actives traduirait la même volonté d'efficacité et de s'épargner une tâche supplémentaire dans le traitement des céréales : le décorticage. En parallèle, certaines villas, notamment dans le Condroz namurois ne disposent pas de grandes meules mais de plusieurs moulins manuels répartis dans différents bâtiments. Malgré l'échelle de la production agricole, la mouture semble y demeurer une activité familiale. La collectivisation ou son absence découlerait donc de la volonté des propriétaires d'orienter l'investissement vers un poste ou un autre en fonction de son personnel. Elle pose aussi la question du travail des femmes sur les établissements ruraux, puisque comme en Afrique sahélienne, les sources s'accordent à dire que la mouture est une activité féminine¹⁹⁰⁶. Des expériences anthropologiques récentes illustrent bien cette pratique en mettant en évidence d'abord la symétrie parfaite des bras des femmes en Europe avec l'utilisation du moulin va-et-vient entre le Néolithique et l'Âge du Fer (0 % d'asymétrie), puis l'asymétrie qui apparaît nettement à l'Âge du Fer (6 %) lorsqu'est introduit le moulin rotatif¹⁹⁰⁷. Le modèle social qui est bouleversé au cours de l'époque romaine prenait donc ses racines dans des pratiques vivrières ancestrales.

Dans les villes où se laisse percevoir un semblant de chronologie dans la répartition et l'utilisation des moulins, l'évolution des activités de mouture s'illustre par la raréfaction des meules manuelles et probablement, en miroir, la multiplication des meuneries et des boulangeries professionnelles. Ces changements sont peut-être le lointain écho de ceux qui interviennent à Rome dans la politique de l'Annone à partir du III^e siècle. À partir du règne d'Aurélien (270-275), ce service de l'État ne fournit plus en effet de céréales en grain mais directement du pain aux citoyens romains les plus

1904 MEILLASSOUX 1960, p. 61

1905 VARRON, *L'Économie rurale*, I, 22

1906 PLINE, *Histoire Naturelle*, XVIII, 28, 1

1907 SLADEK *et al.* 2016

démunis. Mécaniquement, les grandes boulangeries se multiplient, ce que reflète par exemple la *Notitia Urbis Romae*¹⁹⁰⁸. Il faudrait supposer, comme le suggèrent les témoignages de distributions alimentaires dans certaines grandes villes de l'Empire au III^e siècle (Alexandrie, Antioche, Constantinople, Oxyrhynchos)¹⁹⁰⁹, que d'autres villes provinciales appliquent les mêmes politiques annonnaires que la capitale. Cependant, il paraît peu probable que l'économie provinciale soit en mesure de dégager suffisamment de surplus pour assurer l'alimentation de la plèbe dans toutes les villes de l'Empire. Et si des ventes de blé à tarif réduit ont pu avoir lieu en période de disette, celles-ci ont découlé de l'initiative personnelle de riches citoyens qui y voyaient là l'occasion de montrer leur attachement à la Cité¹⁹¹⁰.

Sans voir de lien de cause à effet direct entre la signature d'une loi à Rome à date ponctuelle, l'achat de pain dans les villes et la raréfaction des meules manuelles, il faut reconnaître que les trois sont liés. Bien que les indices datés en soient très rares, il semblerait que le développement de la boulangerie urbaine soit progressif et prenne une ampleur inédite au Bas-Empire ; il est clairement mis en évidence dès le Haut-Empire dans le sud de la Gaule¹⁹¹¹. La meunerie est en effet une activité lucrative et les investisseurs y ont perçu une possibilité de diversifier leurs revenus. Toujours très progressivement, les consommateurs ont moins renouvelé leurs moulins manuels puisque le pain était vendu dans chaque quartier. F. Mangartz voit dans la vente de meules de l'Eifel au fin fond de la Germanie libre à partir de la fin du II^e siècle la conséquence mathématique de l'installation de grands moulins dans les camps du *limes* et donc de la diminution de la demande en meules manuelles à l'intérieur de l'Empire¹⁹¹². Il faut probablement aussi lier cette recherche de nouveaux débouchés commerciaux à l'établissement des boulangeries : d'une part les meules manuelles sont moins demandées dans les villes et doivent donc être écoulées ailleurs, d'autre part les carrières doivent développer la production de grandes meules pour répondre à cette nouvelle demande. Découlant de ces phénomènes progressifs, la réforme de l'Annone prononcée par l'Empereur Aurélien répond à cet état de fait et le conforte probablement. On peut donc simplement proposer que conjointement avec les décisions politiques prises en matière d'approvisionnement de la ville de Rome au Bas-Empire, la pratique normale réside désormais dans l'achat de pain et non plus de grain. Ce qui n'empêche pas certaines maisons de toujours posséder leur moulin manuel à demeure, puisque même l'Édit de Dioclétien sur les prix place encore le moulin manuel parmi les marchandises courantes. Une fois encore la diversité des situations et la souplesse du système alimentaire romain sont mises en lumière.

14.5 Au haut Moyen Âge

14.5.1 Complémentarité de l'archéologie et de l'histoire

L'indigence des données récoltées ne nous permet que d'effleurer les aspects de la mouture alto-médiévale et il nous faut reconnaître que, contrairement à l'Antiquité, les sources écrites sont d'un bien plus grand secours pour replacer cette activité dans un cadre socio-économique. Elles nous fournissent des données chiffrées, mettent des noms sur des personnes et des institutions dont on connaît le rôle, et nous renseignent sur la fonction de sites que nous serions bien en peine d'interpréter par les seules fouilles archéologiques. Les informations que fournit l'étude archéologique du matériel de mouture sont en revanche précieuses à l'échelle d'un site lorsque le contexte est

1908 CEPARANO 1998, p. 217 ; GRIMALDI BERNARDI 2005, p. 3

1909 CARRIÉ 1975

1910 CHASTAGNOL 1981, p. 408 ; ERDKAMP 2005, p. 268-269

1911 LONGEPierre 2013, p. 371

1912 MANGARTZ 2012, p. 19

compréhensible, puisqu'elles approchent au plus près les pratiques individuelles et sortent du cadre purement comptable des inventaires qui nous délivrent la donnée historique globale. L'exemple de la mouture manuelle est particulièrement flagrant puisque, celle-ci intervenant dans un cadre domestique derrière les murs que ne franchissaient pas les envoyés seigneuriaux ou abbaciaux, elle n'est quasiment jamais évoquée dans les textes. On la perçoit ici ou là, au détour d'une anecdote que relate Grégoire de Tours au VI^e siècle : Septimina, l'ancienne gouvernante des enfants du Roi, est emmenée, en réponse à sa trahison, « à la villa de Marlenheim où manœuvrant une meule elle devait préparer chaque jour les farines nécessaires pour l'alimentation des femmes qui résidaient dans le Gynécée »¹⁹¹³.

Comprenant les enjeux d'une recherche sur les moulins médiévaux, M. Bloch tout en louant la « formidable expansion » du moulin à eau, ressentait en 1935 le piège que représentait le silence apparent des moulins manuels dans les sources historiques : « partout où les conditions naturelles ne s'opposaient point à cette métamorphose, meules à bras et à chevaux disparurent des grands domaines. C'était chose faite en Gaule au temps des polyptiques carolingiens et du Capitulaire de Villis ; en Angleterre, au temps du Domesday Book : textes, à qui sait écouter, tout bruissants de la chanson des roues de moulin. Un refuge restait pourtant aux antiques procédés : les maisons paysannes »¹⁹¹⁴. D'ailleurs le mythe d'une interdiction pure et simple de la meunerie manuelle au profit des moulins banaux trouve assez peu de résonance dans la réalité du début du Moyen Âge : le premier document attestant une telle interdiction est normand et date de 1207¹⁹¹⁵. Les suivants se rapportent à l'Angleterre du XIII^e et surtout du XIV^e siècle. Si les moulins manuels sont si discrets dans les textes, est-ce donc pour des raisons fiscales, ou au contraire pour leur absence d'intérêt fiscal ? Notre analyse montre que ces meules sont présentes, soit précocement à l'époque mérovingienne alors que la domination des élites sur les territoires et les populations qui les occupent n'est pas totalement effective¹⁹¹⁶, soit dans des zones reculées à faible densité de population, soit dans les régions qui ne peuvent pas se doter de moulins à eau pour des raisons naturelles d'hydrographie. Les contextes fortifiés apportent quant à eux l'illustration de la nécessité de s'alimenter en cas de siège. C'est par exemple le cas du « Château des Fées » à Montcy-Notre-Dame (Ardennes) où la forteresse occupée du IX^e au XI^e siècle et bien que dominant la Meuse, est équipée de meules manuelles à perche étudiées par S. Galland¹⁹¹⁷.

Dans les inventaires carolingiens, seuls apparaissent et en grand nombre les moulins à eau qui constituent une forte proportion des revenus des abbayes et des domaines (7 à 20 % - 42 % à Montier-en-Der)¹⁹¹⁸. Leur recensement précis ainsi que l'inventaire de tout ce qui les compose tient donc d'une nécessité gestionnaire et budgétaire et permet à la fois de contrôler les populations qui se rendent au moulin et les abus des meuniers, tout en s'assurant les revenus d'une activité lucrative au moyen de redevances dont le polyptyque de Saint-Remi de Reims nous donne le détail¹⁹¹⁹. L'examen des polyptyques carolingiens, notamment par E. Champion entre Loire et Rhin, livre à cet égard une précieuse démonstration de la place du moulin à eau dans le paysage et dans la société à une époque où les sources se multiplient de manière exponentielle mais où les moulins sont déjà

1913 GRÉGOIRE DE TOURS, *Histoire des Francs*, IX, 38

1914 BLOCH 1935, p. 552

1915 ARNOUX 2008, p. 703

1916 Le « grand domaine classique » s'établit dans la deuxième partie de l'époque mérovingienne dans le courant du VII^e siècle. Il est organisé autour de la réserve (terres où le maître assure la subsistance de son logis) et comprend une certaine surface de tenures (terres confiées à des tenanciers contre bail à ferme). La seigneurie domaniale naît vraiment au VIII^e siècle : DEVROEY 2006, p. 527

1917 GALLAND, JACCOTTEY 2016 ; MINVIELLE-LAROUSSE *et al.* 2017

1918 CHAMPION 1996, p. 68 ; ARNOUX 2008

1919 CHAMPION 1996, p. 11

en place de longue date¹⁹²⁰. Il nous enseigne qu'à partir du VIII^e mais surtout au IX^e siècle et selon les régions, la grande majorité de la population des réserves et des tenures a accès à un moulin à eau pour moudre son grain. C'est aussi le cas de villes dont l'occupation n'a jamais cessé depuis l'époque romaine : le fisc d'Annapes (*Brevium Exempla*) en mentionne 4 sur la Marque à l'époque carolingienne, l'abbaye Saint-Vaast d'Arras en possède 2 en 870 et 17 au XI^e siècle ; à la même époque Rouen voit tourner 13 moulins, Amiens 19¹⁹²¹.

Sur le plan économique, les textes médiévaux fournissent encore nombre de détails sur l'organisation et l'investissement que nécessite l'installation d'un moulin, et nous ne pouvons que renvoyer aux travaux des historiens :

« *Il convient donc de fixer par écrit la contribution et la rémunération des uns et des autres, dont le détail remplit l'essentiel des actes les plus anciens. Ici encore, l'approche économique, trop souvent négligée au profit de la seule étude des rapports sociaux, fournit des clés essentielles à la compréhension du mouvement d'ensemble. La complexité des montages juridiques et financiers qui accompagnent la construction d'un moulin est l'un des aspects les plus frappants. C'est souvent elle qui occupe les rédacteurs de notice. En effet, il est fréquent que cette construction prenne la forme d'une societas destinée à la construction et à la gestion d'un édifice, regroupant le ou les propriétaires, et le ou les constructeurs. Les uns apporteront le site et les droits du moulin, les berges du cours d'eau, les biefs et les matières premières, les droits de pêche, les autres fourniront un capital monétaire ou mettront à son service leur travail et leurs compétences de constructeurs. Le fonctionnement et l'entretien de l'installation seront l'occasion d'autres dépenses, qui seront à nouveau réparties, les constructeurs fournissant usuellement le bois nécessaire au mécanisme, les usagers fournissant souvent les forces nécessaires au transport et à la mise en place des meules. Les actes fournissent à ce sujet des détails d'une précision surprenante, comme la division des dépenses de bois pour le chauffage des clients du moulin et du salaire de l'homme qui le transporte dans un moulin beauceron en 1119* »¹⁹²². Il existerait donc des associations, des sociétés rassemblant des particuliers dont des communautés paysannes selon leurs moyens financiers pour procéder à l'implantation de moyens de production collectifs efficaces. C'est n'est que progressivement à partir du XI^e siècle et avec l'établissement du système féodal que les expropriations au profit des seigneurs se seraient multipliées¹⁹²³.

14.5.2 Émergence du moulin à perche dans des espaces spécialisés

14.5.2.1 L'autosubsistance des premiers villages

Plusieurs sites mérovingiens et encore carolingiens ont fourni des exemplaires de meules manuelles. La principale révolution technique, rappelons-le, réside dans l'adoption d'apparence soudaine du système à perche qui met en rotation manuellement des meules au diamètre excédant parfois la cinquantaine de centimètres, améliore les rendements et probablement la qualité de la farine. La première de ces meules vraiment identifiable, un catillus en meulière dont la face supérieure est percée de plusieurs cupules lustrées, provient du site d'habitat mérovingien du « Chemin aux Errants » à Val-de-Reuil (Eure), installé sur le site d'une ancienne villa gallo-romaine à la confluence de l'Eure et de la Seine¹⁹²⁴. Celui-ci provient du comblement d'un puits et n'aide pas directement à appréhender la place de la mouture sur le site. Cependant, cette meule ainsi que les autres fragments de meules manuelles moins identifiables proviennent du cœur du hameau mérovingien qui prend de

1920 CHAMPION 1996

1921 LOHRMANN 1984 ; DERVILLE 1990, p. 578

1922 ARNOUX 2008, p. 726-727

1923 *Ibid.*, p. 733-734

1924 Meule n° 130 ; ADRIAN 2015 (vol. 3)

l'ampleur aux VII^e et VIII^e siècles et où plusieurs témoins de la préparation alimentaire sont avérés : importants restes fauniques et lots de graines dont une partie est nettoyée (blé et seigle au VII^e, puis le seigle devient majoritaire au VIII^e siècle). Malgré l'apparente désorganisation de l'occupation, six à onze unités d'habitat/artisanat/stockage sont distinguées le long du chemin central qui apparaît clairement vide de vestiges ; elles s'articulent autour d'un bâtiment de l'ancienne villa aux abords duquel s'installe un cimentière communautaire à partir du VII^e siècle. De nombreuses cabanes excavées et des bâtiments sur poteaux accueillent à la fois l'habitat et les activités artisanales identifiés par les vestiges matériels (nombreux objets de parure, travail du fer, du textile, de la laine et du cuir répondant aux besoins des occupants et les excédant parfois)¹⁹²⁵. Même si plusieurs fragments de meules sont ramassés, chaque unité ne semble pas disposer d'un moulin à main. D'ailleurs, les fragments de meules manuelles récoltés sont rassemblés dans le centre du site d'une part, et au centre-est d'autre part, ce qui tendrait à révéler l'existence d'installations spécialisées et collectives où, dans un premier temps, chacun pourrait venir moudre son grain manuellement. De la même manière, les fours sont rassemblés en un même secteur au centre-est de l'occupation¹⁹²⁶. La mouture et la préparation du pain de manière générale ont ainsi pu être opérées au sein d'installations communautaires : au centre du hameau pour la mouture et dans un secteur situé à l'arrière des unités d'habitation pour la cuisson.

Un hameau mérovingien comparable bien que moins bien doté en mobilier a été fouillé à Hermies (Pas-de-Calais) à l'occasion des opérations préalables au creusement du Canal Seine – Nord Europe (fig. 368). Un ensemble de fonds de cabane et de structures diverses occupe le sommet du plateau de la « Plaine de Neuville » sur l'emprise d'un ancien établissement rural gaulois puis gallo-romain. À ce titre, il livre une bonne dizaine de fragments de meules résiduels de l'occupation antique qui prend fin au III^e siècle (meules manuelles et de type « Brillon »). Les fonds de cabane sont répartis de part et d'autre d'un axe de circulation et la présence d'espace vides suggère une organisation polynucléaire. Le site montre par ailleurs des indices de spécialisation dans les activités lainière et métallurgique¹⁹²⁷. Une batterie de fours et de silos matérialise ici encore une mise en commun des infrastructures de préparation alimentaire. Les fragments d'un moulin manuel complet (probablement à perche) en arkose moyenne ont été exhumés de l'un des fonds de cabane situé au nord-est de la fouille, et un fragment de meule en meulière provient d'une fosse située au sud¹⁹²⁸. Par son état de conservation, seul le premier moulin semble assez proche de son contexte d'utilisation, probablement situé dans la première moitié du VII^e siècle, et trahit une pratique collective de la mouture dans un même fond de cabane alors que les autres connaissent d'autres usages.

Un autre hameau s'implante dans la seconde moitié du VII^e siècle à Fontaine-Notre-Dame, sur le plateau de « Petit Fontaine » descendant vers l'Escaut à 3 km du *castrum* de Cambrai (Nord). L'établissement est organisé autour d'un axe de circulation et dédié au traitement des produits agricoles¹⁹²⁹. Les espaces se spécialisent au VIII^e siècle avec des activités artisanales rassemblées dans les fonds de cabane, un espace dédié au stockage matérialisé par une concentration de silos et un espace de cuisson rassemblant plusieurs fours. C'est à cette étape de l'occupation que se rattachent les quatre meules manuelles mises au jour dont deux catillus entiers en meulière proviennent de la même fosse¹⁹³⁰. L'économie évolue vers la production lainière au IX^e siècle et se déplace vers la vallée afin d'y développer des activités en lien avec le fleuve et ses marais. La carte de Cassini signale deux

1925 ADRIAN 2015, p. 615

1926 ADRIAN 2015, p. 922

1927 MARCY 2014

1928 Meules n° 1518, 1524 et 1525

1929 MARCY 2017

1930 Meules n° 775 à 778

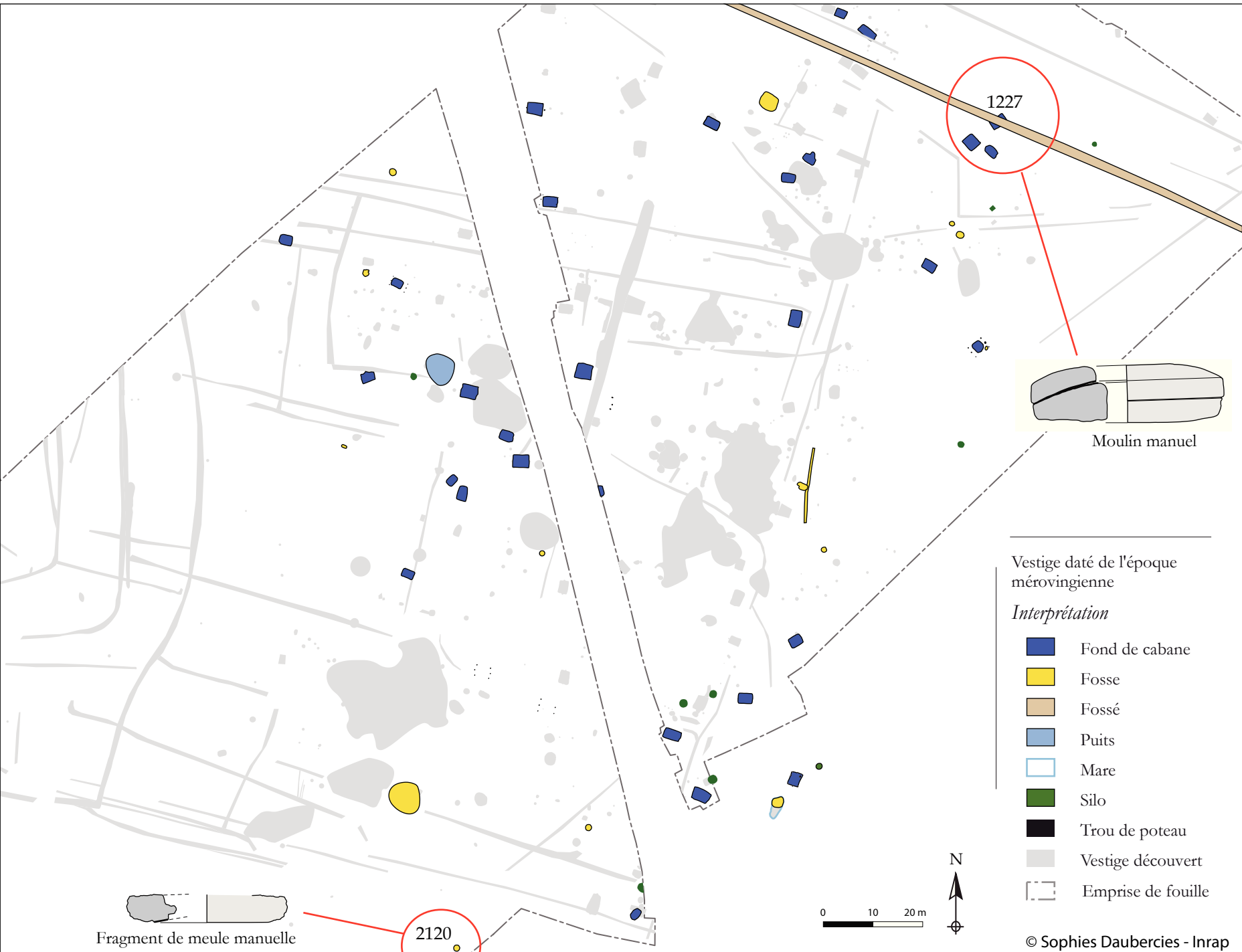


Figure 368 Plan du hameau mérovingien d'Hermies (Pas-de-Calais) « la Plaine de Neuville ». Le matériel de moulin est installé dans un fond de cabane situé au nord-est de l'occupation.

moulins à eau juste en contrebas, hors emprise de fouille ; le développement des activités liées à la culture et au traitement du chanvre près des berges de l'Escaut a sûrement permis aux habitants d'y moudre leur grain dès l'époque carolingienne.

À Croisilles (Pas-de-Calais), un site d'habitat carolingien est établi au fond de la vallée de la Sensée du VIII^e au X^e siècle, puis abandonné au profit du village actuel¹⁹³¹. Plusieurs bâtiments sur poteaux dont probablement des greniers, des cabanes excavées et des silos, ainsi qu'un ensemble de fours domestiques ont été mis au jour. Un catillus en meulière provient de l'un d'eux, comblé au X^e siècle¹⁹³². Il s'agit ici aussi d'un catillus manuel faisant partie d'un moulin à perche. L'ensemble boulangerie-cuisine mis en évidence semble encore faire partie d'un établissement qui mettrait ses équipements en commun. La pratique de la mouture manuelle à cet endroit à l'époque carolingienne s'accorde avec le constat de l'absence de moulin à ce niveau de la rivière sur la carte de Cassini. Il faut supposer que les conditions hydrologiques y ont toujours été défavorables.

Dans la ville de Maastricht (Limbourg Néerlandais), c'est encore le foyer d'un four mérovingien qui livre un fragment de catillus manuel, et sur l'habitat rural d'Achery (Aisne), le fragment de meule en meulière est réemployé dans la paroi d'un autre four à partir du milieu du VIII^e siècle. Une autre structure foynière livre une meule manuelle en plein cœur de la ville de Montreuil (Pas-de-Calais) entre le X^e et le XI^e siècle. La proximité des espaces de stockage mais aussi de cuisson semble donc être une constante sur les sites urbains comme ruraux, et les équipements de mouture sont systématiquement rassemblés pour une utilisation collective. Dès lors il faut se poser la question de l'investissement dans ce cadre collectif. Les occupants, de statut peu différencié, se cotisent-ils à l'image de ce qui est observé au Cameroun à la fin du XX^e siècle ? Le seul indice de hiérarchie sociale sur les occupations qui ont livré des moulins manuels est décelé à Val-de-Reuil où l'étendue du « village » est perçue de manière quasi exhaustive. Les parcelles les plus septentrionales semblent s'organiser sur une surface plus importante que les autres unités d'habitat mises en évidence. Et surtout, elles s'installent dans les ruines de l'ancienne villa romaine qui constituaient encore un support technique important, au moins jusqu'à l'époque carolingienne. Néanmoins, cette distinction qui peut certes avoir des fondements socio-économiques, est très ténue et ne semble pas avoir de conséquence sur la culture matérielle. D'ailleurs ce secteur de l'établissement ne livre pas de fragment de meule alto-médiévale. Dans ce cadre communautaire rural dont l'économie est principalement vouée à l'autosubsistance du groupe malgré les indices récurrents d'une spécialisation (métallurgie, laine, chanvre, cuir, etc.), et où les traces d'un contrôle par les élites ne sont pas évidentes, il est donc fort probable que les équipements vivriers collectifs soient installés et gérés par la communauté.

14.5.2.2 Pratiquer la mouture manuellement par contrainte topographique

« Une première raison, des plus élémentaires, retarda pendant longtemps la victoire du moulin à eau. Il est, de par le monde, des terroirs sans rivières ni ruisseaux. Comme les difficultés des communications interdisaient de se reposer du soin de l'approvisionnement sur des moulins tant soit peu éloignés, les populations ainsi déshéritées n'avaient d'autres ressources que de s'en tenir aux anciennes méthodes. Du moins jusqu'au jour où la solution vint à être donnée par un procédé plus nouveau encore : le moulin à vent qui, probablement emprunté au monde arabe, apparut dans l'Occident vers la fin du XII^e siècle, pour y accomplir, au moins dans la France du Nord, durant les dix ou douze décades suivantes, de rapides progrès »¹⁹³³.

Les sites du bord de la plaine flamande s'imposent comme l'illustration opportune des réflexions

1931 BLAMANGIN 2004

1932 Meule n° 1414

1933 BLOCH 1935, p. 549

de M. Bloch. À Marck¹⁹³⁴, Saint-Folquin¹⁹³⁵ (Pas-de-Calais), Bierne¹⁹³⁶ et Steene¹⁹³⁷ (Nord) l'occupation reprend respectivement à partir du VII^e, du VIII^e et du IX^e siècle après un long hiatus de plusieurs siècles généralement imputé aux conditions marines et climatiques qui ont profondément impacté la région lors de la transgression Dunkerque II. Le terrain, sur cette frange sableuses, est totalement plat. Les positions abordées ont un caractère rural, entre dunes et marais, et connaissent une vocation essentiellement pastorale qui tranche avec l'activité saunière intense qui occupait la région dans l'Antiquité. Les fragments de meules manuelles en roche volcanique sont nombreux jusqu'au X^e siècle (XIII^e et XIV^e siècles à Bierne¹⁹³⁸), mais le caractère humide du terrain a nécessité au cours du temps de nombreux aménagements de drainage (wateringues) qui ont souvent fait disparaître toute structure d'habitat dont on devine encore quelques trous de poteaux ici et là. Le site de « la Turquerie » à Marck est mieux conservé mais son organisation est en cours d'étude¹⁹³⁹. L'intérêt de ces exemples ne repose pas sur la position topographique concrète des meules mais plus modestement sur leur simple présence. En effet sur ces sites comme dans toute la région des deltas jusqu'à celui du Rhin, la mouture est exclusivement manuelle. C'est le cas dans les fermes et hameaux de Beugen (Boxmeer, Brabant Septentrional)¹⁹⁴⁰, de Katwijck (Hollande méridionale)¹⁹⁴¹ et de Hummelo (Gueldre)¹⁹⁴² à la fin de l'époque mérovingienne et à la période carolingienne, et la mouture sera encore manuelle à Houten (Utrecht)¹⁹⁴³ au milieu du XII^e, et probablement jusqu'au XIV^e siècle à Beugen. Témoignent de leur approvisionnement les cinq centaines de meules et d'ébauches de meules de petit format répertoriées dans l'*emporium* de Dorestad (Utrecht) aux VIII^e et IX^e siècles¹⁹⁴⁴.

Rappelons que ce constat d'une mouture exclusivement manuelle sur la plaine néerlandaise s'accorde avec l'examen des polyptyques carolingiens proposé par E. Champion. D'après les documents de l'abbaye de Saint-Bertin (Saint-Omer, Pas-de-Calais) dont dépend le territoire flamand occidental, aucun moulin à eau n'est installé à l'est de l'Aa, ce qui s'explique par le relief très plat et l'hydrographie qui en découle. D'ailleurs sur la carte de Cassini, ce territoire est couvert de moulins à vent que l'on retrouve de nos jours à Pitgam, Hondshoote ou encore sur l'éminence de Cassel (Nord). Après une longue absence sur ces terrains et malgré des occupations qui se densifient à partir du VIII^e siècle à la faveur d'importants travaux de drainage, l'homme ne pourra donc moulinier son grain sans effort qu'au Moyen Âge central à la faveur d'une mutation technologique. Ce qui explique, comme le montraient les exemples précédents, une pratique collective de la mouture avec des moulins manuels à perche.

Il faut néanmoins éviter de tirer des conclusions généralistes sur des entités géographiques entières et toujours aborder la topographie de manière précise, au cas par cas. Au bord de la plaine sablonneuse des estuaires néerlandais, les premières côtes de la Meuse peuvent immédiatement mettre à profit une légère déclivité pour l'installation de moulins hydrauliques à partir de retenues d'eau. C'est ce que montre le moulin de Gemert (Brabant septentrional) dont les vestiges des XIII^e-XIV^e

-
- 1934 Marck (Pas-de-Calais) « la Turquerie » (fouilles R. Blondeau, L. Pastor et T. Moriceau) : meules n° 1538, 1546 et 1547, 1551 à 1554
 1935 Saint-Folquin (Pas-de-Calais) « rue du Gibet » (fouille P. Lhommel) : meules n° 1603 et 1604
 1936 Bierne (Nord) « Fleur des Champs » (fouille J.-C. Routier) : meules n° 689 à 705
 1937 Steene (Nord) « rue du Château » (fouilles G. Faupin et A. Delaunay) : meules n° 1172 à 1179
 1938 Meules n° 706 à 708
 1939 Fouille T. Moriceau et L. Pastor, rapports en cours
 1940 BLOM, VAN DER VELDE 2015, p. 493-496
 1941 VAN DER VELDE 2008, p. 187
 1942 VAN DER VELDE 2015, p. 48-64
 1943 VAN DER VELDE 2001, p. 88-90
 1944 KARS 1980

siècles ont été fouillés en 1999¹⁹⁴⁵.

Par ailleurs, les systèmes d'aqueducs qui permettaient, à l'époque romaine, de s'affranchir de la topographie en apportant artificiellement l'eau courante sur des éminences, souffrent d'un défaut d'entretien depuis la fin de l'Antiquité et sont probablement désaffectés voire détruits pour la plupart. On ne trouvera donc plus de meules à entraînement central sur les plateaux.

14.5.3 Les moulins à eau

14.5.3.1 Les moulins et indices de moulins

Les fouilles de moulins à eau alto-médiévaux sont rares en Europe même si elles commencent à se multiplier¹⁹⁴⁶. Elles se comptent encore sur la moitié d'une seule main entre Seine et le Rhin.

Pour trouver des vestiges mérovingiens, il faut nous rendre dans l'Allier où des prospections subaquatiques menées dans le lit du Cher ont mis en évidence les restes d'un moulin et d'une pêcherie datés de la fin du VI^e au VII^e siècle par ¹⁴C¹⁹⁴⁷. À Paris sous le Quai Branly, une pêcherie a livré de possibles indices d'un autre moulin de la même époque¹⁹⁴⁸.

Dans notre zone d'étude et pour l'époque carolingienne, une fouille menée à Saleux (Somme) « les Coutures » a livré les traces d'un canal de dérivation creusé sur une centaine de mètres de longueur au bord de la Selle à la fin du VIII^e siècle. Il alimente un bassin avec un système de vannes localisé en bordure de l'emprise de fouille à l'écart de l'habitat. En l'absence de structures bâties et de meules identifiées, il pourrait aussi bien s'agir d'un moulin que d'une pêcherie¹⁹⁴⁹.

Au « Pré des Paillards » à Belle-Église (Oise), les vestiges d'un moulin carolingien ont été identifiés au fond de la vallée de l'Esches, petit affluent de l'Oise¹⁹⁵⁰. Ce moulin s'insère dans un paysage structuré autour du siège de comté pippinide de Chambly, situé 1,8 km au sud-est. Cependant, on ne peut le lier directement à ce centre urbain mais plutôt à l'occupation rurale mise en évidence sur place, dans le bas de versant de la vallée. D'ailleurs, la carte de Cassini indique plusieurs moulins sur le cours de l'Esches en amont de Chambly, trois dans la ville elle-même et encore quatre autres directement en aval. Chaque moulin permet aux populations qui lui sont proches d'aller faire moudre son grain sans trop se déplacer. L'occupation décelée au « Pré Paillard » s'illustre ainsi par une série de cabanes excavées, deux greniers, des silos ainsi que sept fours installés au bord du chemin qui mène au moulin vers le nord-est. Le moulin n'est donc pas établi au milieu d'un vide de population mais répond aux besoins des environs. Plusieurs marqueurs d'activités sont identifiés dans ce milieu humide en plus de la meunerie et sont principalement liés au textile : rouissage, travail des colorants.

Le moulin carolingien d'Audun-le-Tiche (Moselle)¹⁹⁵¹, dont les meules ont été étudiées par L. Jacquottey et T. Gluhak, est établi sur un ancien bras de l'Alzette, sous-affluent de la Moselle¹⁹⁵². Ses meules de grand diamètre sont très fragmentées (37 morceaux de roche volcanique) mais 5 à 6 individus sont reconstitués pour au moins trois couples avec des diamètres de 72 à 105 cm. La durée d'utilisation du moulin est estimée entre 20 et 30 ans et une activité de teillage des fibres textiles est pratiquée parallèlement à la mouture. Comme à Belle-Église et dans les exemples mérovingiens précédents, une activité annexe liée au milieu humide est pratiquée à l'endroit où est implanté le

1945 DE JONG 1999

1946 Voir les actes du colloque de Lons-le-Saunier : JACQUOTTEY, ROLLIER 2016

1947 TROUBAT 2011

1948 PION 2005

1949 HARNAY *et al.* 2014, p. 248 et 296

1950 LORQUET 1994 ; BERNARD 1998

1951 ROHMER 1996 ; ROHMER *et al.* 2016

1952 ROHMER *et al.* 2016, p. 317-321

moulin. Les textes carolingiens nous renseignent pourtant peu sur la généralisation de ces activités périphériques au moulin, ou au contraire les considèrent comme des activités à part entière indépendantes des revenus des moulins. Rares sont en effet les mentions de redevances de moulins qui comprennent autre chose que du grain, et celles-ci sont tantôt versées en argent, tantôt en animaux et produits d'élevage (volailles et porcs engraisés avec les résidus de mouture)¹⁹⁵³. Les références à ces activités se multiplient en revanche à partir du X^e siècle et il est probable que dans les faits, les activités pratiquées en milieu humide et permises par l'aménagements des biefs et des étangs des moulins à eau leur aient toujours été associées.

14.5.3.2 Les meules de grand format

Un fragment de catillus de grand format en meulière a été mis au jour à l'occasion de la construction d'un golf à Saint-Riquier-ès-Plains (Seine-Maritime)¹⁹⁵⁴. Il est daté de la transition entre les époques mérovingienne et carolingienne (deuxième moitié VII^e – début VIII^e siècle). Il provient d'un niveau sombre associé à un grand fossé et probablement un bâtiment sur dix poteaux, sur le flanc occidental d'un plateau descendant vers la Durdent 3 km avant que celle-ci ne se jette dans la Manche au nord. Il est cependant éloigné de tout système hydrographique qui pourrait favoriser son actionnement : le premier vallon peut-être périodiquement en eau qui rejoint la vallée amorce sa pente 200 m à l'ouest. D'autre part, la carte de Cassini indique plusieurs moulins sur la Durdent en contrebas, ce qui suggère que le fragment est situé à plusieurs centaines de mètres de son contexte primaire d'utilisation.

Deux autres fragments de grandes meules en meulière proviennent du « Chemin aux Errants » à Val-de-Reuil (Eure)¹⁹⁵⁵ mais seront présentés plus bas puisqu'ils apportent de précieux renseignements chronologiques sur l'évolution de la pratique de la mouture au cours du haut Moyen Âge. Aucun aménagement de cours d'eau alto-médiéval n'est cependant repéré sur le site.

À la sortie du village d'Habay-la-Vieille enfin (Prov. Luxembourg), un grand catillus de 85 cm de diamètre en roche volcanique a été ramassé à l'occasion de la construction d'une station d'épuration au bord de la Rulle¹⁹⁵⁶. Aucune opération n'a permis de relever d'éventuelles structures archéologiques, mais la meule présente une forme et des dimensions tout à fait comparables à celles des moulins carolingiens de Dieulouard (Meurthe-et-Moselle)¹⁹⁵⁷ et de « Rotbachtal » à Niederberg (Erftstadt, Rhénanie-du-Nord-Westphalie)¹⁹⁵⁸ ; on peut lui proposer une datation similaire. Aucun moulin n'apparaît plus à cet emplacement sur la carte de Ferraris à la fin du XVIII^e siècle.

Les données archéologiques concernant les meules de moulins hydrauliques du haut Moyen Âge sont donc plus qu'indigentes et concernent essentiellement la période carolingienne. Non seulement elles apparaissent très éparses, mais elles ne viennent que très peu appuyer ou contredire les textes. La meule de Saint-Riquier-ès-Plains est très vraisemblablement déplacée, et celle d'Habay-la-Vieille pourrait témoigner des rares cas de moulins carolingiens qui disparaissent au cours du Moyen Âge, tantôt pour des raisons de droit d'eau ou de navigabilité, tantôt pour des questions de rendement.

14.5.4 *Évolution et continuité des équipements de mouture*

14.5.4.1 Ce que nous disent les textes

1953 CHAMPION 1996, p. 62 et 66

1954 Saint-Riquier-ès-Plains (Seine-Maritime) « Golf de Saint-Riquier/Ocqueville » (diagnostic C. Beurion) : meule n° 1834

1955 Meules n° 133 et 134

1956 Meule n° 551

1957 GUCKER, GALLAND 2016, p. 272-273

1958 RÜNGER 2012, p. 189-191

S'appuyant sur les polyptyques carolingiens, E. Champion calcule le rapport entre la surface seigneuriale équipée de moulins et la surface seigneuriale totale. Il montre ainsi qu'entre Loire et Rhin au IX^e siècle, 45 à 74 % des surfaces seigneuriales (réserves) et 30 à 86 % des tenures ont directement accès à un moulin¹⁹⁵⁹. Saint-Bertin par exemple correspond à la tranche basse (48 et 36 %) puisque son territoire englobe une bonne partie de la Flandre occidentale dépourvue de moulins à eau ; au contraire Saint-Germain-des-Prés (Paris) dans le bassin de la Seine occupe le haut du classement avec respectivement 74 et 86 % de la population des réserves et des tenures qui peut facilement aller moudre son grain dans un moulin. Cependant, l'auteur indique qu'il n'est pas rare de parcourir 8 voire 10 km pour aller au moulin en faisant l'aller-retour sur la journée. Ainsi, à la fois en éliminant les régions dont la topographie est défavorable à l'installation d'équipements hydrauliques et en étendant les distances acceptables à 10 km, il parvient à un équipement en moulins à eau qui touche la quasi-totalité des paysans au IX^e siècle (91 et 96 % à Saint-Germain-des-Prés, 74 et 56 % à Saint-Bertin)¹⁹⁶⁰. Les régions de grande culture céréalière sont également mieux dotées que les terroirs viticoles et les terres d'élevage, d'où probablement l'écart entre les deux grandes abbayes prises en exemple ici. Saint-Bertin comprend de grandes zones pastorales aux conditions pédologiques opposées : le Boulonnais et la plaine flamande ; Saint-Germain-des-Prés dispose des vastes terres arables comprises entre Seine et Eure.

L'historien indique aussi qu'entre le IX^e et le XVIII^e siècle d'après les cartes de Cassini et de Ferraris, l'emplacement des moulins ne varie guère : seuls 16 % sont créés postérieurement à l'An Mil, et 11 % disparaissent¹⁹⁶¹. Les rivières françaises sont donc couvertes de moulins au moins dès l'époque carolingienne et il suffirait de se rapporter à ces cartes anciennes pour localiser la plupart des moulins du haut Moyen Âge. Par ailleurs, nous montrions précédemment qu'un gros tiers (37 %) des emplacements de découverte de meules romaines à entraînement central donnait lieu à une mention de moulin sur la carte de Cassini côté français. Cela indiquerait que, bien que non absolu, un certain principe de continuité existe pour définir l'emplacement des moulins. Cependant, les meules hydrauliques mérovingiennes sont encore inconnues avant la fin de la période, et les quelques siècles qui séparent les moulins gallo-romains des moulins carolingiens créent une importante marge d'incertitude. Pour nous rassurer, la lecture de Grégoire de Tours nous apprend qu'au VI^e siècle, une petite rivière « *fait tourner, devant la porte [de Dijon], des moulins avec une prodigieuse vélocité* »¹⁹⁶². À la même époque, Fortunatus nous offre la description poétique de la villa de Nicetius, établie sur la Moselle depuis laquelle « *l'onde sinueuse est apportée par des conduits rigides, et elle entraîne une meule qui fournit sa nourriture à la population* »¹⁹⁶³.

14.5.4.2 L'évolution perçue par les archéologues

Dans le hameau du « Chemin aux Errants » à Val-de-Reuil (Eure), alors que le regroupement de l'habitat prend de l'ampleur au cours du VII^e et du VIII^e siècle pour atteindre 2,5 ha, le premier catillus manuel est rejeté dans un puits ; un fragment de meta et trois fragments de meulière de catégorie indéterminée sont également rattachés à cette phase, bien que l'un de ces fragments puisse remonter au VI^e siècle. Il faut d'autre part exclure les fragments de meules en poudingue, en arkose grossière et en roche volcanique qui, par leur forme caractéristique, constituent des éléments résiduels de l'occupation antique. Un autre catillus manuel à perche, taillé en calcaire coquillier, est plus largement daté de la deuxième moitié du I^{er} millénaire. À la fin de la période mérovingienne et

1959 CHAMPION 1996, p. 34

1960 *Ibid.*, p. 34-41

1961 *Ibid.*, p. 41

1962 GRÉGOIRE DE TOURS, *Histoire des Francs*, III, 19

1963 FORTUNATUS, *Poésies*, III, XII, 37-38

à l'époque carolingienne, le hameau s'étend progressivement, installe des fours et des silos, et accueille plusieurs grands greniers sur poteaux pouvant engranger 3 à 6 m³ chacun, ce qui excède les besoins de la population sur place. Il se dote vraisemblablement d'un moulin à eau à ce moment puisque deux fragments de deux metas différentes en meulière atteignent 90 et 78 cm au VIII^e et à une date indéterminée du haut Moyen Âge¹⁹⁶⁴. Ces derniers sont en position détritique dans un puits et une fosse situés en plein centre de la zone de fouille, à peu de distance des ensembles de fours. Par ailleurs, la deuxième meta a été réemployée dans un moulin manuel, ce dont témoigne la seconde zone de mouture rendue concave et lustrée au centre de la première face active sur un diamètre de 49 cm (fig. 369). Son usage dans un moulin à eau est donc potentiellement éloigné dans le temps et dans l'espace de son rejet et laisse de nouveau la place à une mouture manuelle qui ne disparaît donc pas totalement ; d'autre part rappelons qu'aucune structure évoquant une circulation d'eau (fossé, canal) n'est appréhendée pour cette époque dans l'emprise de la parcelle explorée.

La mouture manuelle caractérise ainsi le début de l'occupation mais reste encore pratiquée par la suite malgré la probable présence dans les environs immédiats d'un moulin hydraulique et alors que commence à se mettre en place un certain contrôle sur le territoire autour du palais mérovingien de *Roitolanum* (Vaudreuil)¹⁹⁶⁵. La mise en place du moulin doit prendre place dans un territoire structuré puisque, outre l'investissement nécessaire à sa construction, son alimentation demande de disposer du droit d'eau dont les textes nous disent qu'il donne lieu à de nombreux conflits. C'est pourquoi à l'époque carolingienne, les moulins sont généralement la propriété directe du domaine qui place à leur tête un tenancier que le travail au moulin dispense de certaines corvées¹⁹⁶⁶. Juridiquement, ils sont directement rattachés à la réserve (cœur du domaine). Malgré tout, il semblerait d'après les sources médiévales que certains moulins soient régis en petite propriété individuelle ou par des sociétés regroupant plusieurs petits propriétaires ; tel pourrait être le statut d'un moulin comme celui de Belle-Église ou celui qui a fait fonctionner les meules de Val-de-Reuil.

Chronologiquement, la situation du site de Val-de-Reuil approche de ce que nous rapportent les sources écrites, c'est-à-dire que la plupart des moulins prennent position sur les rivières aux alentours de l'époque carolingienne avec le développement des grands domaines seigneuriaux, impé-

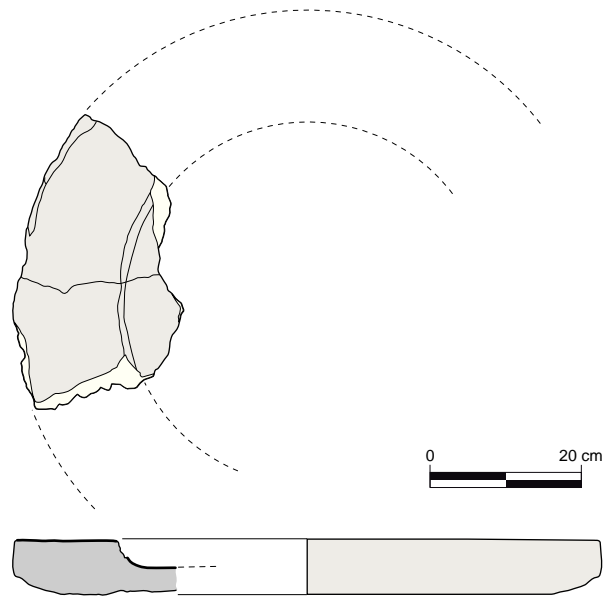


Figure 369 Val-de-Reuil (Eure) « le Chemin aux Errants ». Meta de grand format en meulière réutilisée dans un moulin manuel, probablement à perche..

1964 Meules n° 133 et 134

1965 ADRIAN 2015, p. 914

1966 CHAMPION 1996, p. 73

riaux et abbataiaux. Cependant à l'échelle de la région, cette dynamique apparente est un effet de source puisque nous ne disposons d'aucune donnée pour le V^e et la première moitié du VI^e siècle, et les indices restent très ténus jusqu'à la seconde moitié du VII^e. En remontant le temps au-delà du hiatus du V^e siècle, la présence d'un bief au fond de la *pars rustica* de la villa romaine du « Chemin aux Errants » suggérerait qu'un moulin existait au même endroit dans l'Antiquité malgré l'absence de meule adéquate. Un principe de continuité de l'emplacement des moulins semble donc pouvoir s'appliquer malgré les interruptions d'occupation successives. À défaut d'une mémoire populaire qui s'entretenirait d'elle-même pendant plusieurs siècles, ce principe peut tenir de la toponymie, comme c'est souvent le cas de nos jours : de nombreux lieux-dits « le Moulin » attestent la présence ancienne d'un équipement de mouture. Il peut plus simplement résulter d'une topographie particulièrement propice à un aménagement de cours d'eau, ce qui semble être le cas ici sur l'Eure, juste en amont de sa confluence avec la Seine impétueuse. La carte de Cassini n'indique plus de moulin à cet endroit précis au XVIII^e siècle, mais plusieurs sont signalés à quelques centaines de mètres de là, à la fois en amont et en aval de la rivière.

Finalement et très logiquement, la technologie du moulin à eau n'a pas disparu entre l'époque romaine et la période carolingienne où son usage prend une ampleur inédite. Il est resté en usage là où la population était rassemblée, essentiellement dans les villes. M. Arnoux rappelle ainsi que « *partout en Europe, de telles mentions [de moulins dans les villes ou à leur périphérie] sont précoces, mais elles peuvent témoigner aussi bien du maintien en fonction des installations héritées de l'Antiquité que d'un dynamisme précoce de l'économie urbaine* »¹⁹⁶⁷. Dans les campagnes et comme au II^e siècle dans les agglomérations de Gaule Belgique et de Germanie inférieure, des solutions de mouture à fort rendement apparaissent dès lors que la population commence à se concentrer de nouveau dans des hameaux. Ceux-ci se structurent cette fois sous l'influence de seigneurs locaux ou d'abbayes qui prennent progressivement le contrôle du territoire, ou encore selon certains auteurs sous forme de communautés paysannes plus ou moins auto-suffisantes. Ce modèle pose les bases matérielles, mais aussi socio-économiques, de celui qui apparaîtra après le X^e siècle comme immuable : le système féodal.

15 LES NEUF VIES DES MEULES

15.1 Remploi usuel

La dernière étape de la « vie » d'une meule est aussi souvent la première à laquelle assistent les archéologues lorsqu'ils retrouvent l'objet. Celui-ci a, la plupart du temps, était réemployé une ou plusieurs fois avant d'être rejeté quand ce n'est pas sa position de réemploi qui est directement mise au jour. C'est pourquoi il est si complexe de replacer les activités de mouture dans leur contexte sur la base des seuls fragments de meules. C'est aussi la raison pour laquelle il est si difficile de documenter le réemploi lui-même et sa fréquence. Lorsque les fragments de meules sont ramassés, ce qui est de plus en plus systématique lors des fouilles modernes, leur présence est mentionnée mais leur position est rarement documentée précisément. Il est donc impossible de produire de statistiques chiffrées sur la fréquence de tel type de réemploi : utiliser des fragments de meules avec d'autres morceaux de pierre et d'autres rebuts d'activités pour remblayer un trou est un réemploi mais sera souvent enregistré comme un simple rejet. Inversement, un fragment peut être simplement rejeté dans un empiècement préexistant et être perçu comme un réemploi par les archéologues. Et quel réemploi documenter lorsqu'un fragment est utilisé pour caler un poteau après avoir servi de support de percussion puis de pierre de foyer ? À l'inverse, en raison de leur état d'altération souvent

1967 ARNOUX 2008, p. 737

prononcé, les meules en roche volcanique ne paraîtront jamais réemployées comme outils car leurs surfaces d'origine se seront émiettées.

Le premier constat à tirer est celui d'un réemploi quasi-systématique des morceaux de meules, notamment dans les régions du nord de la Gaule souvent dépourvues de matériaux lithiques consolidés. Le réemploi en lui-même est donc un sujet de recherche à part entière puisque la meule connaît une réattribution fonctionnelle totale et chaque cas est particulier. Son usage ne concerne plus, ou rarement, la mouture mais a trait à toutes les disciplines possibles : métallurgie, agriculture, architecture, monde funéraire, artisanat du textile, de l'argile, du bois, de l'os, de la pierre, etc. Sans compter les études sur les dynamiques d'enfouissement. Nous ne pouvons donc qu'illustrer par une série d'exemples les possibilités de l'ouverture d'un tel champ de recherche.

15.1.1 Calage de poteaux

Le calage des poteaux des bâtiments peut intervenir de deux façons : leur soutien peut s'effectuer par-dessous en cas de sol trop meuble, ou en calage périphérique pour neutraliser le jeu latéral des poteaux. La première situation est illustrée par un bâtiment fouillé à l'entrée de la ville romaine de Vermand (Aisne)¹⁹⁶⁸. Cinq meules manuelles complètes, de 37,5 à 46 cm, reposaient à plat au fond des trous de poteaux entourant une cave (fig. 370) ; d'autres trous de poteaux comportaient de gros blocs de grès bruts. Le premier réflexe serait d'y voir le dépôt symbolique d'un mobilier associé aux divinités liées à la récolte et à l'alimentation¹⁹⁶⁹. Il paraît en effet aberrant de sacrifier de cette façon des meules en état de fonctionner, dont un moulin complet, alors que le milieu naturel livre des blocs de module comparable. Toutefois, la présence des blocs bruts dans les autres trous de poteaux indique l'importance architectonique qu'ont ces éléments pour l'équilibre du bâtiment. Chaque support évite aux poteaux de glisser dans la cave creusée entre eux. D'autre part, il convient de signaler que 2 metas sont disposées à l'envers, 1 à l'endroit ; 1 catillus est à l'endroit, l'autre à l'envers. Il ne semble donc pas y avoir de volonté de rendre ces meules symboliquement inutilisables comme ce peut être le cas de certains outils et d'armes trouvées en contexte rituel à l'époque gauloise. Il faut supposer que la valeur de 5 meules ayant déjà servi paraissait faible au regard du budget de construction du bâtiment et que celles-ci représentaient la meilleure solution de soutien des poteaux sur sol meuble. Par ailleurs, cet exemple est unique et ne trahit pas la répétition d'un geste rituel. Au contraire, il révèle l'adaptation des techniques de construction au milieu pédologique dans lequel l'humain décide de s'établir.

Le calage latéral et le soutien périphérique des poteaux au moyen de fragments est plus fréquent et fait même partie des réemplois les plus pratiqués. Le déroulement logique que nous percevons sur le terrain consiste en l'usage de fragments de meules d'une phase antérieure pour la construction d'un bâtiment de la phase suivante. Ce qui permet de déduire de leur position l'usage du ou des moulins au même endroit au cours de la première phase. À Brillon (Nord) les fragments d'un même moulin en arkose grossière sont employés pour le calage de trois poteaux d'un grand bâtiment (fig. 371). Il faut signaler que le calage de poteaux au moyen de fragments de meules n'intervient sporadiquement qu'à partir de La Tène finale. Auparavant et encore à cette époque, les meules hors d'usage sont principalement rejetées avec d'autres rebus dans d'anciens silos transformés en dépotoirs ou dans les fossés d'enclos qui connaissent le même usage.

1968 Vermand (Aisne) « rue Charles-de-Gaulle » (fouille C. Hosdez) : meules n° 41, 43, 44, 46 et 47

1969 DE CLERC, RENIERE 2015 : comm. orale lors du colloque de l'AGSTR à Haïfa (Israël)

Figure 370 Vermand (Aisne) « rue Charles-de-Gaulle ». À l'entrée de l'agglomération, cinq meules manuelles entières sont utilisées comme supports de poteaux au fond d'une cave. Photo C. Hosdez.

Figure 371 Trou de poteau d'un grand bâtiment de l'établissement rural gallo-romain de Brillon (Nord) « Parc d'activités de Sars-et-Rosières ». Les fragments de meules et de tuiles calaient le poteau dont on perçoit la trace en négatif. Photo L. Meurisse.

15.1.2 *Matériaux de construction*

La récupération de fragments de meules pour servir de matériaux de construction en élévation est assez rare puisque la construction en pierre l'est aussi, et surtout, les élévations ne sont qu'exceptionnellement conservées. On en retrouve par exemple dans les murs de la villa de Roly (Philippeville, Prov. Namur). En revanche, des fragments sont souvent mis au jour dans les fondations des bâtiments, ce qui leur donne la même utilité que ceux qui calent les poteaux porteurs. Ils forment un blocage de tout-venant au même titre que, encore une fois, toutes sortes de blocs de craie, de calcaire, de grès, etc. On en trouve par exemple dans la villa « Beitel – Delocht » de Kerkrade (Limbourg Néerlandais) ou dans la ville romaine de *Briga* au « Bois l'Abbé » (Eu, Seine-Maritime).

15.1.3 *Remblaiements et empierrements*

L'emploi de morceaux de roche, dont des fragments de meules hors d'usage est attesté pour le remblaiement et la stabilisation de niveaux de sol. C'est le cas dans la villa de Catigny (Oise) où une fosse est d'abord remblayée avec du limon puis scellée avec un niveau de pierres dont un fragment de meule, afin de stabiliser le terrain à cet endroit (fig. 372). Les empierrements de voies connaissent la même fonction afin de fournir une bande de roulement stabilisée aux voyageurs et aux véhicules. On y jette tous les morceaux de roche disponibles dans l'environnement immédiat : silex, blocs et éclats de grès, éléments de terre cuite et fragments de meules. Dans ces cas-là, il est impossible de rattacher les pièces à une période précise par son contexte archéologique puisque les routes ont fait l'objet de recharges fréquentes tout au long de la période romaine pour en entretenir le tracé. C'est le cas de la plupart des meules de Bruay-la-Buissière (Pas-de-Calais), de Marquette-lez-Lille et de Steene (Nord), de la « rue de la Meuse » à Arlon (Prov. Luxembourg), etc. Dans un cadre beaucoup plus révélateur, plusieurs empierrements que l'on interprète comme des supports de moulins à traction animale en Alsace et en Bourgogne ont également livré des fragments de meules, ce qui s'explique par la grande proximité fonctionnelle de ces radiers et des meules qu'ils pouvaient supporter¹⁹⁷⁰. Les morceaux hors d'usage sont aussitôt intégrés à la piste de circulation autour du moulin dès leur rupture.

Figure 372 Empierrement de remblai près du logis de la villa de Catigny (Oise) « les Terres Fortes ». Un fragment de meule se distingue au fond parmi les blocs de craie et de grès. Photo V. Bak.

1970 BRUN *et al.* 2017, p. 116

15.1.4 *Pierres foyères et soles de foyers :*

La circonscription de foyer est l'un des autres usages traditionnels des fragments de meules. Encore une fois, ce réemploi présente un côté très pratique puisqu'une fois brisés sur le lieu de la préparation alimentaire, les fragments de la meule sont directement évacués autour du foyer de la cuisine ou intégrés aux parois du four. Témoin assez clairement de cette nouvelle destination l'aspect brûlé et thermofracté des fragments. La roche volcanique se délite et devient pulvérulente ; il en est de même pour le calcaire qui amorce un processus de transformation en chaux. Les grès prennent un aspect rubéfié s'ils sont fortement chauffés, se contentent de noircir s'ils sont faiblement exposés ; quand ils contiennent des galets de silex, ceux-ci blanchissent ; les grains de quartz du Grès de Macquenoise deviennent laiteux et sa matrice fonce fortement, ce qui rend la roche parfois difficile à reconnaître. Enfin, des éclats thermiques se détachent des blocs.

Dépassant cet aspect opportuniste du réemploi des fragments, l'usage de meules complètes ou quasi-complètes est également avéré pour servir de soles de foyers. La meule fournit alors une surface rigide assez résistante à la chaleur et qui démarque clairement le contour du foyer. On en relève plusieurs exemplaires sur le site de la « ZAC Cathédrale » à Amiens (Somme) où sont formés des foyers domestiques (fig. 373), mais aussi en contexte de forge légère sur l'établissement rural gallo-romain du « Champ de Tramasure » à Silly (Prov. Hainaut) et dans la ville romaine d'Arlon (Prov. Luxembourg).

15.1.5 *Macro-outillage*

Le dernier réemploi flagrant des fragments de meules fait appel aux qualités intrinsèques du matériau et peut s'observer sur la grande majorité des sites. Il s'agit de leur usage comme outils de percussion posée et/ou lancée. Dans un paysage parfois dépourvu de ressources lithiques de qualité, les meules sont les seuls objets en pierre dont l'usage primaire comprenait déjà une forte dimension abrasive allié à une bonne résistance. Il est donc finalement assez rare que les fragments ne soit pas employés pour aiguiser des lames, pour broyer, pour abraser, polir, concasser, etc.

Figure 374 *Fragment de meule romaine en arkose grossière de type « Brillon » réemployé comme abraseur à main à Saint-Folquin (Pas-de-Calais) « rue du Gibet ».*

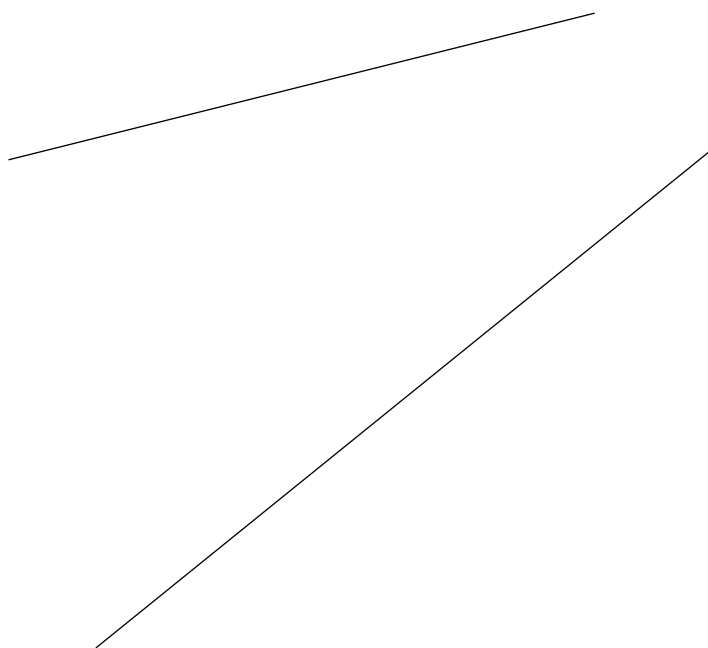
Figure 373 *Meta utilisée comme sole de foyer domestique dans le faubourg nord d'Amiens (Somme) « ZAC Cathédrale ». Photo D. Gemehl.*

Les roches fortement granulaires comme les arkoses grossières sont par exemple réemployées comme abraseurs. En témoignent les canaux à profil en U ou en V qui entament leur surface (fig. 374).

Dans l'atelier de potiers d'Apperville-Annebault dans l'Eure, ce sont des meules en poudingue à galets de silex qui sont profondément marquées par un usage en percussion posée diffuse (fig. 362). L'organisation des stigmates indique un emploi comme polissoir et le contexte artisanal suggère un entretien de l'outillage (lissoirs, etc.).

Les roches finement granulaires connaissent souvent un destin dévolu à l'aiguisage des lames (stigmates de percussion posée linéaire). On les trouve alors dans tous les contextes qui nécessitent un tranchant. L'avivage des lames de faux et du gros outillage métallique laisse en plus de ces stries des cupules et un éclatement qui témoignent d'un entretien des tranchants par percussion posée linéaire et par percussion lancée diffuse. On les assimile alors à des enclumettes par leur fonction. Cet usage est particulièrement marqué à l'Âge du Fer où les fragments de meules en grès quartzitique interviennent souvent en métallurgie légère. Les exemples les plus emblématiques sont ceux du « Raquet » à Sin-le-Noble et du « Mont de Rétiau » à Onnaing (Nord)¹⁹⁷¹ qui exhibent nettement les traces du façonnage de pointes de flèches sur l'ancienne face active (fig. 375). Un moule y est ménagé par piquage fin, et la pointe de flèche y est martelée en percussion lancée. Ces roches sont donc suffisamment résistantes pour servir d'enclumes pour le façonnage de petits objets.

A



B

Figure 375 Meules gauloises en grès quartzitique réemployées comme enclumes pour le façonnage de pointes de flèches en percussion posée et lancée légère. A - Catillus de Sin-le-Noble (Nord) « le Raquet ». B - Meta de Onnaing (Nord) « le Mont de Rétiau ».

1971 Meules n° 993 et 1090

15.2 Des objets symboliques ?

15.2.1 En contexte funéraire

La pratique du dépôt de meules dans les tombes est loin d'être récurrente, seuls de très rares individus provenant de contextes funéraires. Néanmoins, les découvertes se multiplient et méritent d'être pointées. Le premier exemple concerne l'une des meules rotatives les plus précoces de la région : une meta issue d'une inhumation en silo datée de La Tène C à Capelle-Fermont (Pas-de-Calais – fig. 376)¹⁹⁷². Rappelons que sur ce site, une autre meta entière reposait seule dans un silo voisin, et que la plupart des contextes de découverte des meules à La Tène moyenne sont des silos.

Deux autres tombes-silos fouillées dans le sud de la Seine-et-Marne à Varennes-sur-Seine « Proche le Marais du Colombier » et à Marolles-sur-Seine « Au Levant des Gours aux Lions » ont livré des fragments de meules, respectivement à La Tène A-B et La Tène B-C¹⁹⁷³. Une autre sépulture datée de La Tène C2-D1, cette fois à crémation et en fosse quadrangulaire, comprend les fragments de deux meules rotatives étudiées par M. Desmarest à Villers-Écalles (Seine-Maritime)¹⁹⁷⁴. Citons également la très récente découverte de Saint-Romain-de-Colbosc (Seine-Maritime) qui montre un cas analogue à celui de Villers-Écalles, 40 km à l'ouest¹⁹⁷⁵.

Il faut ensuite avancer jusqu'au II^e siècle de notre ère pour trouver, chez les Atrébates, des fragments de meules de type « Brillon » déposés verticalement dans trois tombes à crémation associées à la villa de Monchy-le-Preux (Pas-de-Calais – fig. 379)¹⁹⁷⁶. Enfin, les deux moitiés d'un catillus de type « Pompéi » ont été réemployées comme coffrage d'urne funéraire dans la nécropole du Faubourg de Beauvais à Amiens (Somme – fig. 378)¹⁹⁷⁷. Citons aussi les deux fragments, un de meule va-et-vient, l'autre de meule rotative, découverts dans le fossé d'enclos quadrangulaire d'une sépulture à crémation de La Tène finale à Bierne (Nord)¹⁹⁷⁸.

Dans le cas de Bierne, les fragments sont usés, brisés et donc rejetés après une utilisation normale. Ils pouvaient faire partie du mobilier de préparation des banquets funéraires mais si tel est le cas, ils ont dû en préparer beaucoup avant d'être hors d'usage. La situation est la même que dans les enclos fossoyés votifs de l'Âge du Fer décrits par M. Poux dans le reste de la Gaule¹⁹⁷⁹ : la majorité du mobilier livré par les fossés serait visiblement en position détritique suite à son emploi pour la préparation du banquet, et les meules font partie des assemblages mis au jour de manière récurrente dans ces contextes rituels. À Bruyères-sur-Oise (Val-d'Oise) pour l'illustrer en milieu non funéraire, un puits de La Tène D1 a livré une meule rotative peu utilisée et déposée au sommet d'un ensemble d'objets détruits et d'offrandes animales consommées. La publication parle des « *reliefs triés d'un probable repas collectif* »¹⁹⁸⁰. Le même cas de figure est observé dans le sud de la France, à Vieille-Toulouse (Haute-Garonne)¹⁹⁸¹, à Rodez (Aveyron)¹⁹⁸², et en Suisse sur la colline du Mormont (canton de Vaud)¹⁹⁸³.

Concernant les tombes-silos laténiennes de Capelle-Fermont et du sud de la Seine-et-Marne, ain-

1972 Meule n° 1364

1973 DELATTRE *et al.* 2000, p. 28

1974 MICHEL, PÉZENNEC 2016, p. 135, 139, 557-559

1975 Saint-Romain-de-Colbosc (Seine-Maritime), fouille J. Marian. Les meules sont en cours d'étude (P. Picavet).

1976 Meules n° 1581 à 1585

1977 Meule n° 1848

1978 Meule rotative n° 709

1979 POUX 2000

1980 TOUPET *et al.* 2005, p. 29

1981 VIDAL 1986

1982 GRUAT *et al.* 1991

1983 KAENEL, WEIDMANN 2007

si que les sépultures de Villers-Écalles et de Saint-Romain-de-Colbosc, des meules parfois entières (à Capelle-Fermont, Villers-Écalles et Saint-Romain-de-Colbosc) sont littéralement déposées auprès du défunt, sans trace des reliefs d'un banquet funéraire. La première inhumation concerne un corps de femme ; la meule reposait face active contre terre au centre du silo, le corps placé contre la paroi sur le même niveau (fig. 376). Celle de Marolles-sur-Seine comprenait un fragment de meule soutenant la tête de la défunte¹⁹⁸⁴, et à Varennes-sur-Seine des fragments de meules va-et-vient sont dispersés autour de deux squelettes de femmes inhumées dans un même silo¹⁹⁸⁵. Le sexe de l'individu de Villers-Écalles n'a pas pu être déterminé en raison de la trop forte fragmentation des ossements crémés ; un demi-catillus et les deux moitiés d'un autre ont été déposés aux côtés d'un vase recueillant l'amas osseux, de deux vases-situles cerclés de fer et d'un clé (fig. 377). La mise au jour de meules rotatives dans des sépultures, tout comme de sépultures en silo avec ou sans meule, commencent à montrer une certaine récurrence dans le nord de la Gaule au Second Âge du Fer. Évidemment dans le cas des silos, l'usage opportuniste d'une fosse déjà creusée vient immédiatement à l'esprit. Ces découvertes posent toutefois la question des pratiques de dépôt rituel. D'autant que, si des hommes sont parfois inhumés dans des silos, dans le cas des dépôts de meules, les quatre sujets dont le sexe a pu être évalué sont des femmes ; trois sont plutôt âgées (40-50 ans)¹⁹⁸⁶, et celle de Capelle-Fermont aurait entre 21 et 23 ans¹⁹⁸⁷. On peut comparer la meule qui les accompagne aux divers objets, vases, outils et armes habituellement déposés auprès des défunts et dont nous ne connaissons pas la signification exacte. Ici le lien avec les populations féminines, dont les études archéo-anthropologiques et ethnographiques montrent qu'elles procèdent à la mouture, est sensible.

Cependant, en considérant les forts taux de réemploi des fragments de meules pour des usages très pratiques, l'objet « meule » en lui-même n'a rien de sacré. Seul le geste est symbolique, ce

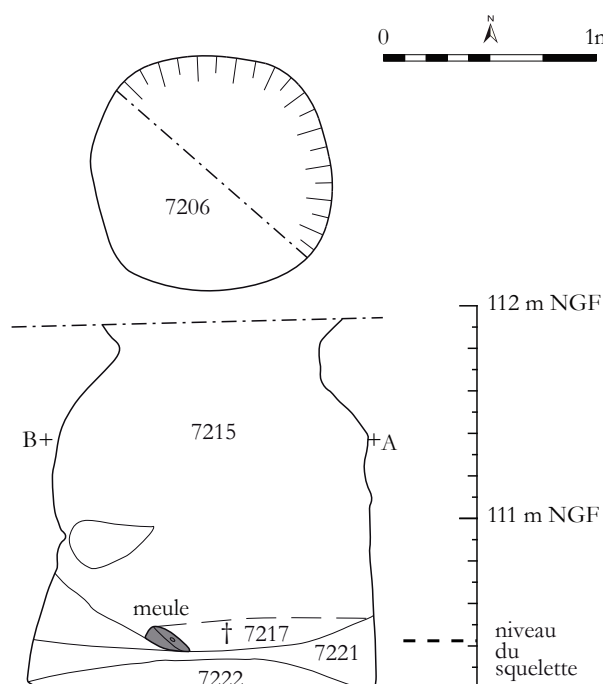


Figure 376 Silo 7206 de La Tène C, Capelle-Fermont « le Château Fort » (Pas-de-Calais). La meule repose à plat aux côtés d'un squelette féminin (7217). D'après MERKENBREACK et al. 2015, p. 154, fig. 153 : levé C. Lachaud, L. Wilket ; DAO : V. Merkenbreack (CDA CG62).

Figure 377 Tombe 2074 de La Tène C2-D1, Villers-Écalles « A150 section 2 » (Seine-Maritime). Les meules sont déposées avec des vases-situles cerclés et une clé. D'après MICHEL et al. 2017, p. 139, fig. 73 : Photo M. Michel (Évéha).

1984 DELATTRE et al. 2000, p. 11 et 27

1985 Ibid., p. 20 et 26

1986 DELATTRE et al. 2000, p. 12-13

1987 MERKENBREACK et al. 2015, p. 157

qui explique qu'une seule des meules du moulin, ou un fragment, soient retrouvés dans les tombes ; les autres continuent probablement d'être employés.

À l'époque romaine, les quelques cas relevés sont trop rares pour correspondre à une réelle pratique, sinon à une pratique du réemploi. Les deux moitiés de catillus pompéien de la rue de l'Union à Amiens (nécropole du Faubourg de Beauvais) servent clairement de coffrage : les deux parties étaient retournées et assemblées pour former une cavité dans laquelle l'urne était déposée (fig. 378). Les fragments de Monchy-le-Preux servaient simplement de marqueurs de tombes et/ou de coffrage de l'une des parois du creusement (fig. 379). Ces exemples ne traduisent qu'un opportunisme qui vise à répondre à des besoins pratiques en économisant les matériaux.

15.2.2 En milieu domestique

En milieu non funéraire, quelques cas peuvent encore évoquer un dépôt rituel, mais leur analyse est peu convaincante et renvoie plutôt à un stockage d'outillage. Par ailleurs, le caractère exceptionnel de ces exemples nous empêche de généraliser sur une éventuelle valeur symbolique des dépôts de meules. Leur découverte nous incite tout de même à nous pencher sur leur signification qui peut à

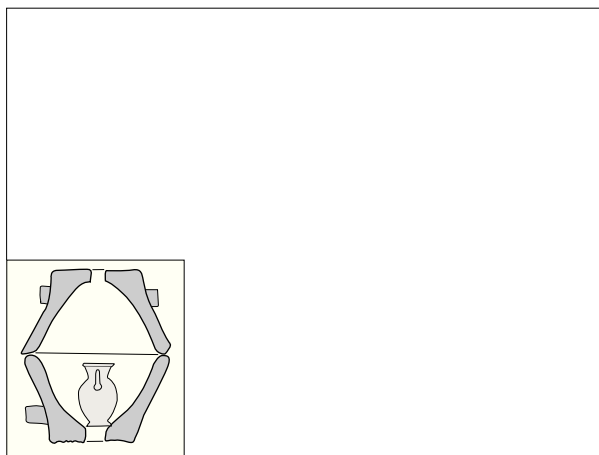


Figure 378 Catillus de type « Pompéi » réemployé comme coffrage d'urne funéraire. L'urne est datée de la fin du I^{er} – début du II^e siècle. Sépulture découverte dans la nécropole du Faubourg de Beauvais, rue de l'Union à Amiens (Somme). Dessin d'après PINSARD Ms 1374E, p. 247 (Bib. mun. d'Amiens).

Figure 379 Catillus de type « Brillon » posé verticalement devant la paroi de la tombe J19 du II^e siècle de Monchy-le-Preux (Pas-de-Calais) « Artoipôle ». Photo A. Jacques et C. Hosdez (Inrap).

certain égard rappeler les dépôts de meules pratiqués au Néolithique dans la vallée de l'Aisne¹⁹⁸⁸ ou ceux de pierres à aiguiser dans les trous de poteaux des fermes-étables gallo-romaines de la cité de Ménapiens¹⁹⁸⁹.

Citons pour La Tène finale le cas du moulin complet en grès quartzitique découvert dans une fosse à Carvin (Pas-de-Calais)¹⁹⁹⁰. Le site du « Parc du Château » est surtout connu pour son occupation néolithique, mais a fourni quelques vestiges de l'Âge du Fer indiquant la proximité d'un habitat. Parmi ceux-ci, une fosse profonde renfermait un moulin manuel gaulois complet en grès quartzitique fin. La situation des meules au sommet du comblement de la structure peut être soumise à débat, puisque le moulin est entier, utilisé (usure des faces actives) mais intact et fonctionnel. Il semble plus entreposé qu'abandonné, et il faut se poser la question du cadre de ce mode de dépôt. On peut penser à un dépôt rituel d'objets de la vie quotidienne en rapport avec la sphère domestique. Interprétation qui a été émise pour d'autres cas de La Tène finale ailleurs en Gaule. À Saverne (Bas-Rhin), deux couples de meules déposés dans un puits de l'*oppidum* médiomatricque du Fossé des Pandours sont accompagnés d'outils en fer et de céramiques non écrasées, le tout étant recouvert d'une couche organique¹⁹⁹¹. À Wiwersheim (Bas-Rhin) dans la « Zone d'activité du Kochersberg », une fosse contenait deux céramiques complètes et un autre moulin complet entreposés le long des parois. À Quetteville (Calvados) sur le site de « La Gohaigne », « *un fragment de catillus en poudingue a été découvert à la base du remplissage d'un petit silo. L'objet se trouvait accompagné d'un ensemble métallique plutôt fourni, regroupant un soc d'araire, une extrémité de pelle ferrée, une lame de faux ou de faucard, le cerclage probable d'un seau, ainsi que diverses pièces à douille non identifiées. Certains chercheurs voient dans cette combinaison l'expression d'un dépôt symbolique ou d'un rituel lié à l'agriculture* »¹⁹⁹². Toutefois, il faut probablement et plus simplement envisager un rangement de l'outillage en attendant son utilisation prochaine. Le stock a pu être oublié ou abandonné pour une raison ou pour une autre.

Autre contexte inhabituel, dans le fossé jouxtant l'entrée de l'*oppidum* d'Olloy-sur-Viroin (Prov. Namur), une meule est posée sur la tranche et coiffée d'une calotte crânienne¹⁹⁹³. Il nous faut reconnaître que, face à ce cas particulier, plusieurs explications aussi plausibles ou farfelues les unes que les autres peuvent se présenter : dépôt rituel visant à identifier une divinité protectrice de l'entrée de l'*oppidum* ? Mise en scène morbide et provocante ? Ou encore, actuellement plus vraisemblable, disposition fortuite de différents éléments détritiques ?

1988 HAMON 2005

1989 RENIERE, DE CLERCQ 2018

1990 Meules n° 1369 et 1370

1991 JODRY et FÉLIEU 2009

1992 ZAOUR *et al.* 2011, p. 453

1993 Meule n° 235 ; PLEUGER, WARMENBOL 2013, p. 251

CONCLUSION :

DE LA CULTURE MATÉRIELLE À L'IDENTITÉ CULTURELLE, APPROCHE SOCIO-ÉCONOMIQUE MULTI-SCALAIRE

Il y a 18 ans, l'archéologue M. Gras proposait dans la revue des *Annales* de « donner du sens à l'objet » en exploitant les multitudes de données mises au jour par les archéologues pour écrire entre les lignes de l'Histoire et compléter l'aperçu partiel que nous en avons à travers les textes¹⁹⁹⁴.

Les questionnements sur l'objet et sa matière sont anciens et ont été soulevés dès la fin du XIX^e siècle par des « érudits » partout où le terrain était bouleversé par les grandes exploitations meulières et au moment où naissait la géologie moderne au-delà de la recherche empirique de ressources. La problématique a été entretenue au cours du XX^e siècle à la faveur de découvertes sporadiques à travers l'Europe et le Bassin méditerranéen, mais aussi grâce à l'éclairage des grandes enquêtes ethnographiques. Aujourd'hui avec le développement de l'archéologie préventive, l'explosion des données matérielles autorise un renouvellement profond de ces réflexions. Après avoir littéralement repris plusieurs tonnes de ces données matérielles conservées dans les dépôts de mobilier archéologique, l'intérêt d'une telle étude apparaît clairement. La matière des objets nous informe sur leur origine, la cartographie de cette origine et des lieux de découverte nous dévoile des réseaux commerciaux complexes, et la forme des objets témoigne de compromis techniques constants : entre savoir-faire des producteurs et besoin des consommateurs. Les questions relatives à l'histoire des techniques et de l'économie profitent largement d'une interdisciplinarité assumée : archéologie, histoire, géologie, pédologie, paléobotanique et archéozoologie, mais en faisant aussi intervenir des systèmes d'information géographique (SIG) toujours plus performants. La cartographie à périmètre étendu des pièces étudiées distinguées par la roche qui les constitue et dont l'ensemble est pondéré par le nombre d'individus, révèle alors des phénomènes qui ont directement trait aux spécificités des terroirs traversés. Ces espaces géographiques sont naturellement déterminés par la nature des sols, ce qui implique la pratique d'activités agraires spécifiques à chacun, et fait naître des particularismes humains, économiques et sociaux qui en font des entités distinctes. Ces communautés appréhendent le milieu d'une manière qui leur est propre, en connaissent les ressources, notamment géologiques, qui le composent, et se forment des traditions techniques à partir de ces ressources.

L'invention du moulin rotatif étant extérieure au monde romain, celui-ci n'apparaît dans la littérature qu'au II^e siècle av. J.-C. chez Caton¹⁹⁹⁵. Seule l'archéologie apporte donc un éclairage sur les pratiques antérieures et sur la pénétration de l'innovation technique en Gaule. Par la suite et alors que les auteurs latins donnent des conseils théoriques sur l'implantation d'un domaine et le mobilier dont il faut disposer, l'archéologie montre l'adaptation dont les hommes font preuve vis-à-vis

1994 GRAS 2000

1995 CATON L'ANCIEN, *De l'Agriculture*, XII

de leur environnement. Enfin, et alors que les polyptyques carolingiens fournissent des données chiffrées sur l'équipement en moulins des abbayes et des domaines, et sur les personnes qui y ont accès, l'archéologie nous renseigne sur les pratiques vivrières exercées lors de la reconquête de milieux considérés hostiles ou avant que ne s'établisse complètement le contrôle des populations au début du Moyen Âge. En revanche l'étude des meules n'échappe pas à une règle assez générale en Europe du Nord-ouest : les V^e et VI^e siècles constituent un hiatus en matière d'information archéologique. Quand nous reprenons appui sur des données matérielles à la fin du VI^e siècle, les meules manuelles ont radicalement changé de forme et s'adaptent au système « à perche » dont l'origine exacte est toujours difficile à percevoir.

En embrassant l'ensemble du territoire compris entre l'estuaire de la Seine et celui du Rhin, la première impression est celle d'une grande variété des usages selon les terroirs. Non seulement les roches qui constituent les meules diffèrent d'une région à l'autre – ce qui se comprend d'un point de vue économique – mais leur forme change, révélant des habitudes techniques propres à chaque bassin de production. Ces deux aspects sont liés, et une province géologique dans laquelle une même roche est recherchée consciemment aura une tradition technique bien affirmée qui évoluera conjointement aux autres, mais aussi avec ses propres particularités. Cette tradition technique s'appuie sur une réponse à des besoins régionaux par ailleurs liés à la nature des sols et aux différentes pratiques agraires.

La grande innovation qui donne l'élan initial à ce mémoire est celle de l'application du mouvement rotatif au moulin à grain. La question de son origine tant géographique que socio-économique passionne les débats en histoire des techniques puisque l'adoption de ce nouvel outil de la vie quotidienne, conjointement avec d'autres améliorations techniques contemporaines, est riche de conséquences. Longtemps considérée comme étant d'origine romaine, la généralisation du moulin rotatif en Gaule était perçue comme un profond vecteur de romanisation. Le scénario de son invention et de son développement depuis le nord-est de la péninsule ibérique est aujourd'hui de plus en plus précis et crédible. Dès la fin du VI^e ou le début du V^e siècle av. J.-C., les premiers moulins rotatifs apparaissent dans un contexte particulier de regroupement de l'habitat sur des sites de hauteur, et montrent rapidement les signes d'une mise en commun des équipements avec des meules de grand format à traction périphérique. L'invention se répand dans les siècles suivants dans le sud de la Gaule puis vers le nord où le caractère regroupé et fortifié de l'habitat n'est pas la norme avant la fin de la période. S'il est difficile de percevoir comment elle parvient dans la vallée de l'Aisne au cours du III^e siècle av. J.-C., son adoption par les populations les plus septentrionales commence à révéler les grands traits d'un transfert technique qui intervient le temps d'une ou deux générations seulement. Chez les Atrébates à La Tène moyenne sont d'abord importées des productions rèmes et/ou suessiones. Puis est recherchée au plus proche la roche qui ressemble le plus à ce qui est importé en termes d'aspect (couleur, structure) et de propriétés physiques (abrasion, résistance). Alors qu'auparavant les meules va-et-vient étaient façonnées dans des roches dures, l'innovation est ici abordée avec des roches tendres, plus faciles à mettre en œuvre. Dès la fin de La Tène moyenne alors que l'innovation devient plus courante et sa production maîtrisée, les roches dures connues au moins depuis le Néolithique sont reprises en main. S'établit alors un système de production/distribution dont les variations permettent d'appréhender les changements socio-économiques qui interviennent au cours de l'histoire.

Alors que le moulin va-et-vient constituait déjà un élément structurant de l'unité domestique en faisant graviter autour de lui toute la préparation alimentaire, l'arrivée du mouvement rotatif procure à l'époque gauloise un certain confort à ceux, ou plutôt celles, qui pratiquaient la mouture plusieurs heures par jour. Il participe d'un mouvement général d'amélioration des rendements, de dégagement de surplus et mécaniquement de progrès technique et économique. Il se répand

dans le nord de la Gaule au moment où s'y établissent les Belges, où les campagnes adoptent des cultures monospécifiques, où la céramique commence à être tournée et où l'usage du métal se généralise dans l'artisanat et l'agriculture. Ce qui signifie que les paysans qui cultivent une céréale, les artisans capables de travailler le fer, les potiers, sont spécialisés et n'œuvrent plus à la production de l'ensemble de leur alimentation. Néanmoins, alors que la société se complexifie et se structure, le moulin reste domestique. Dans les cas les mieux documentés, on peut même en assigner un par foyer, pour chaque phase d'occupation et donc à chaque génération. À La Tène moyenne les meules et fragments hors d'usage sont la plupart du temps rejetés dans des silos transformés en dépotoirs, et à La Tène finale alors que les silos se raréfient, dans les fossés d'enclos proches des greniers. Les activités de mouture sont donc plutôt pratiquées près des structures de stockage que dans le bâtiment d'habitation proprement dit. Au duo meule/silo se joint parfois la femme qui fait, rarement mais plus que les hommes, l'objet d'un traitement funéraire en lien avec la conservation et le traitement des céréales. Ainsi par extension et en constatant les cas très ponctuels de dépôt de meules dans des sépultures féminines, on pourrait imaginer que le moulin manuel fait partie du « trousseau » de chaque femme au moment de son mariage. L'acquisition de l'outil représente en effet un budget relativement élevé que l'on affecterait plus facilement à l'occasion d'un événement important que dans le cadre des finances familiales quotidiennes. Le passage d'une mouture vivrière en milieu domestique à une mouture commerciale est donc fort de conséquences sociales après la conquête romaine.

À ce moment et hormis dans le bassin du Rhin où les changements sont assez radicaux, les nouvelles pratiques de la société gallo-romaine s'installent très progressivement en Gaule. La forme des meules amorce une mutation dès l'époque augustéenne, mais il faut attendre le milieu du I^{er} siècle pour que les activités de mouture connaissent un réel changement d'échelle en milieu civil et pour que les ateliers produisent des meules de grand format répondant à cette nouvelle demande. Le regroupement des activités de préparation alimentaire, nouveau en Gaule et en Germanie, ne l'est pas en Méditerranée et l'arrivée de populations méditerranéennes, militaires et civiles, est probablement pour quelque chose dans sa mise en place. On observe à l'époque augustéenne, comme dans le camp d'Haltern ou sur l'oppidum du Titelberg, que les premiers moulins de grand format sont de type méditerranée (type « Pompéi ») ; leur contexte est militaire au moins pour le premier, et en tous cas lié à l'arrivée de communautés romaines ou romanisées.

En milieu civil, le regroupement de population sans précédent qui démarre à ce moment et prend toute son ampleur au II^e siècle nécessite de mettre en place des solutions de transformation alimentaire excédant le cadre du foyer pour répondre aux nouveaux besoins collectifs. En ville, les boulangeries font alors partie des équipements urbains qui accompagnent les bains ou les édifices de spectacle. Cependant, la variété des formes que prend ce regroupement suggère que ces installations ne sont pas mises en place par l'État de manière uniforme mais lors de programmes éditaires propres à chaque ville, peut-être à l'initiative d'investisseurs aisés qui, en plus d'« offrir » des équipements aux habitants, en attendent un retour sur investissement. Les meules de grand format sont ainsi localisées à proximité de balnéaires, profitant d'une même adduction d'eau et peut-être d'une mise en commun des structures de combustion. Certaines villes voient alors s'établir des moulins hydrauliques alors que dans d'autres sont commandées aux ateliers régionaux des meules de type « Pompéi », symboles d'une identité romaine et d'une volonté de reconstituer de nouvelles Rome. C'est sur ce point que l'installation d'une boulangerie semble s'écarter des politiques municipales et entrer dans la sphère des activités commerciales privées. En effet à Bavay où la marque de Rome est prégnante, l'installation de boulangeries « à la romaine » aurait pu accompagner l'édification de l'un des plus grands forums de l'ouest de l'Empire, alors même qu'aucun cours d'eau ne passe à l'intérieur de la ville située sur une éminence. Au contraire, seules y sont enregistrées des meules à

entraînement central issues des ateliers les plus proches, ceux de Macquenoise. Ce choix est celui d'un investisseur qui préfère des moulins efficaces car à rotation rapide, dont les meules seront transportées à moindres frais (50 km), et profitant d'une adduction d'eau existante, et non celui d'une ville voulant donner l'image d'une petite Rome. À Amiens, différents types de meules de différentes origines géologiques et géographiques témoignent à l'inverse de l'activité de plusieurs investisseurs qui font appel à des ateliers différents. Des meules à entraînement central y côtoient des meules de type « Pompéi » sans que nous puissions établir de rapport chronologique entre les deux systèmes. À la campagne, le schéma est plus complexe qu'une simple dichotomie entre fermes dites « indigènes » et villas de modèle romain. Le regroupement semble s'opérer à l'initiative de groupes réduits, peut-être sous la houlette du maître de domaine, mais les liens d'interdépendance des établissements sont difficiles à mettre en évidence par l'archéologie. Le phénomène que nous constatons est celui d'une mise en commun des équipements de mouture dès lors que la population se rassemble : villas proprement dites, gros établissements ruraux dont le plan diffère de la villa classique, installations artisanales dont il faut nourrir le personnel, agglomérations routières, etc. Cette mise en commun pourrait déjà exister avec un matériel de mouture manuel mais, même en ouvrant des fenêtres de plusieurs centaines d'hectares sur le paysage antique, l'exploration demeure partielle et empêche d'être catégorique sur la question. On la constate beaucoup plus nettement avec la découverte de meules à entraînement périphérique qui permettent d'excéder les rendements du moulin manuel mais demandent un investissement encore modéré, et plus encore avec les meules à entraînement central qui peuvent nourrir une ou plusieurs centaines de personnes mais nécessitent de disposer de capitaux importants. Dans le système socio-économique romain, dans lequel les droits du sol et de l'eau sont complexes et contrôlés par l'État, il paraît plus probable que ces capitaux proviennent d'une élite financière et foncière que d'une cotisation de petits paysans libres. On ne peut toutefois l'exclure étant donnée, justement, la variété des situations et l'incertitude attachée au statut des établissements ruraux. Il est théoriquement possible que des individus enrichis par la pratique d'une activité rurale à forte valeur ajoutée destinée au marché urbain ou militaire, ou encore par l'exploitation commerciale d'un point de passage fréquenté (entrée d'agglomération, gué, pont), parviennent à financer l'installation d'un moulin à eau si celui-ci libère le personnel d'un travail fastidieux. C'est ce que signale d'ailleurs à un niveau technologique inférieur la prolifération dans les campagnes des moulins de type « Brillon », façonnés dans une seule roche particulièrement grossière et dont le lien avec l'alimentation du bétail semble majeur. Chaque établissement, de la plus petite ferme à la plus grande villa, est capable d'investir dans cet outil de transformation grâce auquel il accroît encore ses rendements. L'économie agro-pastorale mise en lumière est ici l'objet d'un compromis permanent entre excédents agricoles et financiers, besoin en fumier et en bêtes de somme, possibilité de leur réserver une partie des récoltes, ce qui en même temps oblige à cultiver de manière extensive et à limiter le pâturage. La généralisation de ces meules dans les campagnes entre le bassin de la Somme et celui du Rhin, là où l'élevage du bœuf devient une spécialité pour approvisionner les *limes*, montre une forte corrélation avec l'amélioration des pratiques zootechniques qui mène à une augmentation de la taille des bovins à l'époque romaine. Le surnombre de ces moulins ne peut pas être sans conséquences sur la pratique des activités agraires et constitue une réelle spécificité de la « ceinture loessique » du nord de la Gaule et de Germanie inférieure. Par ailleurs, c'est la première fois avant la Révolution industrielle que des meules spécifiques ont un usage précis. En effet au Moyen Âge, des moulins sont affectés à différentes tâches, mouture, broyage du malt ou de l'alimentation animale, mais ce sont les mêmes meules qui broient des produits différents. Seules s'en distinguent les meules tournant verticalement sur la tranche, absentes de nos corpus antiques, mais qui peuvent également broyer des produits différents (moulins à pommes, à tan, à chaux, à guède – ou waide, la teinture pastel).

Lorsque les premières occupations mérovingiennes livrent de nouveau des données à la fin du VI^e siècle, la mouture est toujours manuelle. Cependant, les indices de mise en commun des moulins, même manuels, sont cette fois assez tangibles. Des regroupements de population qui s'assimilent vite à des hameaux montrent ainsi un cloisonnement assez net de leurs activités. Les meules sont rassemblées à proximité de batteries de fours, rapprochant la préparation et la cuisson du pain en un seul endroit du village. Lorsque se répandent de nouveau les moulins hydrauliques dont nous avons très peu de traces matérielles, et après une période de silence historiographique, l'habitude d'un usage groupé est installée. Les historiens nous apprennent qu'à l'époque carolingienne, la quasi-intégralité de la population a un accès facile à un moulin à eau, mais aussi que leur installation peut être décidée à l'initiative de groupements d'individus privés. La norme est cependant à l'implantation de moulins domaniaux et abbaciaux dont le contrôle dans le cadre du système féodal ne s'établit que très progressivement et devient général à partir du XI^e siècle.

Cependant, comme le remarquait déjà M. Bloch en 1935, seules les zones peu favorables à l'entraînement de roues à eau maintiennent le cadre domestique d'une mouture manuelle. L'archéologie confirme largement ce sur quoi les sources écrites sont presque silencieuses : la plaine sablonneuse néerlandaise livre de grandes quantités de meules manuelles jusqu'au XI^e siècle, et en cherchant bien jusqu'au XIII^e ou au XIV^e siècle parallèlement à la généralisation du moulin à vent dans ce secteur. Elles sont encore massivement exportées depuis l'Eifel dans tout le bassin méridional de la Mer du Nord dès le VIII^e siècle et l'annexion de la Frise à l'Empire. La rareté des meules manuelles alto-médiévales sur le reste du territoire ne doit donc rien au hasard ni à une incapacité à repérer les traces de cette époque. Par comparaison avec la zone septentrionale largement approvisionnée, l'absence de preuve à l'intérieur des royaumes et de l'Empire franc devient preuve de l'absence. La mouture n'est plus manuelle que dans les zones les plus reculées et en dehors du système carolingien.

Ainsi de l'Âge du Fer à la fin de l'époque carolingienne, en passant du foyer au domaine commercial puis au cadre de la communauté villageoise, la mouture change plusieurs fois de signification sociale. Elle faisait partie intégrante de la vie quotidienne à l'Âge du Fer, le reste en partie dans les villes et les campagnes à l'époque romaine, et deviendra un moyen de domination des hommes au Moyen Âge.

L'examen des matériaux meuliers ouvre un autre pan, plus économique, de l'histoire des techniques. Il fait apparaître les contours de bassins techniques qui ne sont plus liés aux pratiques quotidiennes des populations mais directement au savoir-faire des artisans qui opèrent dans les différents districts géologiques, et dont les traditions techniques sont attachées à un type de matériau précis qui sera recherché avec une démarche empirique. C'est le cas du nord du Bassin parisien où sont extraits les calcaires lutétiens, du Pays de Caux d'où proviennent les poudingues tertiaires, du massif ardennais où sont sélectionnés les grès conglomératiques du Dévonien inférieur, ou encore du massif volcanique quaternaire de l'Eifel. Chaque zone de production/consommation est ainsi bien définie et déterminée notamment par la géographie physique. C'est-à-dire que pour ces biens de consommation courante, un centre meulier produit des marchandises qui sont ensuite dispersées essentiellement en fonction du coût de leur transport. Cependant, quelques anomalies apparaissent et laissent entrevoir les facteurs humains qui peuvent intervenir dans leur distribution.

Ainsi à la fin de l'Âge du Fer et jusqu'à la fin de l'époque romaine, trois zones sont distinguées par leurs traditions techniques : une frange littorale au bord de la Manche, un bassin ardenno-flamand au nord, et le centre-nord du Bassin parisien au sud. Les ateliers rhénans, par leur communication facilitée avec la Gaule continentale, montrent des traditions encore différentes et plus soumises aux variations liées aux bouleversements historiques.

Dans le Pays de Caux chez les Calètes, sont façonnées dès La Tène moyenne des meules en poudingue en portion de sphère ; celles-ci sont distribuées le long du littoral de la Manche jusqu'en Grande-Bretagne. Quand les Morins se voient dans l'obligation de façonner leurs propres meules entre la conquête de la Gaule et celle de la Bretagne, alors que les réseaux de communication sont rationalisés et se libèrent des relations de clientélisme qui avaient cours antérieurement, ils donnent à leurs roches régionales la forme des produits qu'ils importaient auparavant. La même tradition de façonnage se perpétue chez les Calètes jusqu'à la fin de l'époque romaine, ce qui révèle une transmission technique absolument continue autour de l'estuaire de la Seine malgré la conquête romaine qui ne semble pas avoir à ce niveau la moindre influence. Les espèces de céréales cultivées ne changent pas non plus et la mouture est pratiquée de la même façon dans le cadre d'une économie domestique essentiellement vivrière. Seule nouveauté à partir du I^{er} siècle, l'installation de moulins hydrauliques dans les villes, miroirs de Rome, se fait surtout par l'importation de grandes meules exogènes (roche volcanique du Massif Central et meulière d'Île-de-France). Quelques unes sont façonnées en poudingue et montrent une adaptation périodique à la demande, peut-être par des commandes isolées dont le but est de réduire les coûts du transport.

Plus au nord-est, le bassin flamand au nord et à l'ouest de l'Ardenne se fait une spécialité des meules tronconiques à la période gauloise. Celles-ci évoluent très progressivement vers des formes cylindriques à l'époque romaine et montrent ici l'adaptation relativement rapide, peut-être de l'ordre de deux générations, d'un même personnel aux nouveaux standards gallo-romains. La morphologie des trous d'emmanchements évolue de la même façon, très progressivement, mais leur transformation finale, conjointement avec celle des œils, témoigne d'un changement fonctionnel important. Le manche est maintenant indépendant de l'axe de rotation, et l'œil, doté d'un dispositif de centrage, s'élargit pour favoriser le passage du grain. Il est tentant d'associer cette évolution qui apparaît en même temps que le rayonnage des faces actives, à la mouture de céréales encore vêtues de leurs glumelles, plus volumineuses. Dans ce bassin technique, les mêmes aménagements sont adaptés à de nouvelles pratiques.

La vallée de l'Aisne et la moyenne vallée de l'Oise montrent à l'Âge du Fer une diversité de formes que C. Pommepuy imputait à la chronologie, les meules les plus trapues étant les plus anciennes, les plus plates les plus récentes. Toutefois, si les catillus cylindriques à cuvette supérieure sont effectivement assignés à La Tène finale, certaines formes trapues sont toujours produites à la même période ; il faut reconnaître notre méconnaissance de la grande variété, tant géologique qu'archéologique, que recèle cette région intermédiaire, zone tampon entre la Belgique et le reste de la Gaule chevelue. À l'époque romaine, les profils des meules manuelles comme de grand format sont uniformisés et les meules en calcaire à glauconie et nummulites ou en Grès de Fosses-Belleu présentent par exemple peu de différences avec celles en Grès de Macquenoise. La séparation entre Bassin parisien et bassin ardenno-flamand s'illustre alors d'une autre manière : par la direction des réseaux commerciaux et les schémas du rayonnage des faces actives.

À l'est après la conquête romaine, les ateliers de l'Eifel oriental adoptent une nouvelle façon de confectionner les meules dont la forme change radicalement à partir du milieu du I^{er} siècle. Les catillus manuels deviennent parfaitement cylindriques, leur face supérieure en cuvette est entourée d'un bandeau plat qui était absent auparavant, et surtout les surfaces sont travaillées au taillant droit (ciseau ou marteau taillant) alors que la pointe était employée à l'Âge du Fer. D'autre part, les encoches d'emmanchement supérieur (type 6) et les logements d'anille de soutien qui font une apparition soudaine paraissent directement découler d'une tradition technique méditerranéenne. Tous ces éléments tranchent fortement avec les productions précédentes qui évoluaient progressivement, et semblent révéler l'arrivée d'artisans et d'ouvriers d'origine méditerranéenne dans les carrières rhénanes. À défaut d'être eux-mêmes militaires, ces derniers auraient fait partie de l'immense mou-

vement de population qui a accompagné l'établissement du *limes* de Germanie dans la première moitié du I^{er} siècle. Cet élan, tant militaire que civil, s'est produit en peu de temps pour répondre à un besoin énorme en marchandises alimentaires et matérielles qu'il coûtait trop cher d'importer et dont il a fallu organiser la production sur place.

En somme, l'influence de la conquête romaine sur les techniques de production s'est fait sentir différemment selon les régions, avec une gradation d'est en ouest : la Germanie connaissant une profonde restructuration connaît des mutations majeures et soudaines destinées à alimenter les troupes et les nouvelles populations qui gravitent autour d'elles. Quand Tibère abandonne la Germanie intérieure, il laisse sur le *limes* 8 légions qui, avec les auxiliaires, amènent à 80 000 le nombre de personnes s'installant le long du Rhin dans la première moitié du I^{er} siècle. A. Tchernia estime que l'on peut aisément multiplier ce nombre par 4 pour prendre en compte les familles que fondent les soldats sur place, les marchands et les populations qui viennent profiter et participer à la grande dynamique urbanistique qui se met en place¹⁹⁹⁶. Pour les approvisionner, il faut établir une logistique considérable dont les carrières de l'Eifel sont un pivot essentiel, tant pour les meules que pour les matériaux de construction d'ailleurs. En Gaule Belgique, une zone civile intermédiaire subit l'influence de ces bouleversements en adaptant sa production aux nouveaux standards gallo-romains qui améliorent sensiblement la pratique de la mouture (rayonnage, système de liaison des meules et d'introduction du grain notamment), mais la fait évoluer très progressivement avec des traditions techniques inchangées (travail à la pointe – broche ou pic). Enfin la zone occidentale, autour de l'estuaire de la Seine, ne semble pas connaître la moindre transformation de ses techniques de production. Les meules en poudingue normand gardent tout à fait le même profil et leur réseau de distribution, bien que restreint à l'époque augusto-claudienne, reprend la place qu'il occupait à l'Âge du Fer le long de la Manche.

Assurant le lien entre ces grandes zones de production, des réseaux de circulation révèlent des rapports humains étroits entre des régions parfois distantes les unes des autres, et en montrent les mutations. La période laténienne est celle des liens de clientélisme entre peuples parfois distants et peut montrer des relations commerciales qui paraîtraient aberrantes dans une économie de marché rationnelle. C'est par exemple la seule période pendant laquelle l'Atrébatie, située immédiatement au nord des collines de l'Artois aux sources de la Scarpe et de l'Escaut, est mise en rapport avec la région picarde (Rèmes et/ou Suessions). Un couloir commercial y achemine les productions de la vallée de l'Aisne mais se referme dès la conquête romaine. Au I^{er} siècle de notre ère, le secteur des monts d'Artois devient au contraire une limite commerciale importante, séparant la circulation des productions ardennaise de celles du nord du Bassin parisien, et le restera au haut Moyen Âge. À partir de là, même les limites qui paraîtraient inversement illogiques car trop proches des carrières, comme celle atteinte par le Grès de Macquenoise à peine 50 km au sud des gisements, sont au contraire très rationnelles. Elles sont essentiellement liées à la géographie physique et à la présence d'autres productions au-delà de zones-tampons où chacune entre en concurrence avec ses voisines. Mais cette concurrence n'est pas une rude loi du marché qui verrait s'affronter producteurs et marchands de différentes origines au même endroit. Au contraire, chaque production se ménage sa zone commerciale dans une limite de transport raisonnable (6 à 10 jours de transport au maximum) et évite soigneusement les autres qui ont parcouru la même distance et deviennent moins chères passée cette limite. L'économie de marché ainsi mise en évidence par la distribution des roches meulières à l'époque romaine fait preuve d'une grande rationalité que n'outrepasse que l'approvisionnement de l'armée au départ de l'Eifel, et dont l'ampleur génère probablement d'importantes économies

d'échelle. Contrairement au commerce de certains biens de prestige qui atteignent d'énormes distances au prix de grands risques physiques et financiers, par exemple depuis l'Inde ou l'Arabie vers Rome, les marchandises d'utilité courante que constituent les meules et qui alimentent des réseaux régionaux, ne cherchent pas à aller le plus loin possible mais à fournir le plus efficacement possible tous les marchés accessibles. Dans cette logique, les calculs de coût du transport proposés par les historiens de l'économie et les rapports entre transport maritime, fluvial et terrestre sont peu adaptés et n'expliquent pas totalement le fonctionnement des systèmes commerciaux. Dans un bateau, les meules ne constituent en effet jamais une cargaison entière mais viennent compléter un ensemble de marchandises mixtes ; elles pourront alors atteindre de grandes distances. Dans un chariot en revanche, la distance atteinte est moindre mais les marchés atteints sont différents et aussi demandeurs les uns que les autres ; les tarifs ne sont donc jamais excessifs.

Finalement, ces rapports de coût servent aux historiens dits « primitivistes » à affirmer qu'une économie basée sur le transport routier est forcément peu efficace, et aux « modernistes » qu'une économie aussi efficace que l'économie romaine ne peut être basée sur le transport routier. En choisissant une seule marchandise emblématique, on peut certes les appliquer au cas du transport de l'Annone, et comparer un charriot transportant une tonne de grain sur 50 ou 100 km et un navire de 600 tonnes traversant la Méditerranée pour approvisionner Rome. Mais la réalité du commerce et du transport quotidien de biens de consommation courante au départ des ateliers régionaux montre que les situations sont variées, les marchés multiples et différemment desservis, et les moyens de transport sont multimodaux et adaptés à chaque situation. Certains marchés, même importants comme celui de Bavay, ne peuvent être approvisionnés que par la route, et à partir de là, la redistribution se fait également par la route. Le Grès de Macquenoise ne profite pas du tout de la facilité de circulation que représente la Sambre avant Bavay puisqu'embarquer sur la rivière signifierait de se passer de ce grand marché et atteindre trop rapidement des productions concurrentes. À l'inverse, Rouen ou Amiens sont desservies par des voies de communication multiples, routières et fluviales, par lesquelles des négociants de différents horizons peuvent les atteindre et y écouler leur marchandise.

Au haut Moyen Âge la situation est différente et peut difficilement être mise en évidence face à l'indigence des données disponibles. À l'intérieur des territoires francs, la première partie de l'époque mérovingienne se caractérise par un emploi de matériaux locaux qui révèle la faiblesse des réseaux de distribution et un certain repli sur soi des communautés les plus éloignées des centres de pouvoir. À partir du VIII^e siècle, l'on assiste à la mise en place d'un système bipartite calqué autant sur l'économie que sur la politique territoriale : ce qui correspond un temps à la Neustrie autour du bassin de la Seine et de la Somme est massivement approvisionné par la meulière d'Île-de-France ; les territoires organisés autour de la Mer du Nord (bassins de l'Escaut, de la Meuse, de la Moselle et du Rhin), correspondant politiquement à l'Austrasie, livrent exclusivement des meules en roche volcanique de l'Eifel. Ici encore, la ligne de partage des eaux du massif ardennais et de son prolongement des collines de l'Artois qui, rappelons-le, est loin d'être infranchissable, constitue la principale limite de distribution des matériaux meuliers. Le transport fluvio-maritime est extrêmement dynamique et crée un fourmillement économique le long de l'axe Manche – Mer du Nord et des grands fleuves qui s'y jettent. Le même modèle restera en vigueur tout au long du Moyen Âge, avec des meules noires distribuées au nord et à l'est, des meules blanches à l'ouest et au sud, et une zone artésienne toujours située à l'interface entre ces deux grands bassins commerciaux.

Toutes ces observations sur la perdurance dans le temps des traditions techniques et de l'orientation des réseaux commerciaux nous amènent à nous poser la question subsidiaire que sous-tend toute étude de mobilier archéologique : la culture matérielle est-elle le reflet d'une identité culturelle ?

Dans quelle mesure les conditions naturelles de géographie, de géologie et de pédologie ont-elles déterminé la mise en place des techniques de transformation alimentaire dans les différentes entités abordées ? Et les soubresauts de l'histoire ont-ils eu une influence sur l'exploitation des ressources en réponse à des besoins humains en mutation ?

Cette question est très difficile à aborder car souvent appréhendée de manière plus ou moins subjective à la lumière d'enquêtes ethnographiques que l'on tente de faire coller aux sources éparses qui témoignent de l'Antiquité. Le fait culturel est en effet souvent considéré comme relevant de l'immatériel mais peut s'exprimer matériellement à travers l'art. La caractérisation de l'identité d'une société exclut d'emblée l'objet usuel ou ne l'intègre qu'avec beaucoup de précautions à la faveur d'études de décors sur céramique par exemple¹⁹⁹⁷. D'autre part, la délicate frontière entre culture et ethnicité apparaît radicale lorsque l'on s'attaque aux questions relevant de l'identité d'un groupe humain. Dans le concept d'ethnicité, il n'est plus question de culture matérielle, mais d'un sentiment collectif d'appartenance à un peuple ou à une entité géographique donnée, souvent en lien avec l'origine de ce peuple et ses mythes fondateurs. Dans les études rassemblées par les néerlandais T. Derks et N. Roymans, les composantes essentielles de l'ethnicité sont le pouvoir, la religion, la loi, la classe et le genre¹⁹⁹⁸. Il faut donc éviter de faire l'amalgame un peu rapide entre la tradition technique transmise au sein d'un bassin techno-culturel et qui peut être l'expression d'une identité, l'ethnicité présumée du peuple qui la met en pratique, et plus encore des limites administratives qui n'englobent parfois que partiellement ces deux réalités¹⁹⁹⁹. L'exemple des différents schémas de rayonnement de la surface active des meules témoigne bien de cette transmission technique régionale sans pour autant que cette tradition définisse un sentiment d'identité régionale qui découlerait par exemple de l'implantation des Belges au nord de la Gaule au III^e siècle av. J.-C. La première est de l'ordre de l'inconscient – on transmet ce que l'on a appris parce que cette technique fonctionne et non pour se distinguer du voisin – la seconde demande un certain degré de conscience d'une appartenance, qu'elle soit politique, géographique, religieuse, etc.

L'identification du fait culturel doit donc faire appel à une approche pluridisciplinaire et multidimensionnelle dominée par l'anthropologie culturelle et la géographie humaine. En y introduisant la culture matérielle par le biais de l'étude de corpus solides, elle rejoint la notion de bassins définis en géographie moderne comme des entités territoriales occupées par une population qui fait montre d'habitudes conjointes et d'une unité culturelle que l'on peut traduire par la notion d'identité. Ce facteur culturel peut engendrer des contacts privilégiés au sein de cette même région, rapprocher ou opposer deux régions voisines suivant des habitudes notamment commerciales, mais s'exprime aussi par l'architecture, l'artisanat, l'alimentation et les pratiques funéraires ou religieuses. Comme le rappellent Mauss et Leroi-Gourhan²⁰⁰⁰, et plus récemment l'École néerlandaise d'archéologie pour les régions qui nous intéressent à la fin de l'Âge du Fer et à l'époque romaine²⁰⁰¹, ce travail ne peut être abordé par l'objet que par la mise en série d'importantes collections les plus caractéristiques possible des sociétés dont elles émanent. Et encore ce paramètre culturel ne peut être décelé que par le croisement de données d'ordres différents qui toutes aboutiront à un même résultat. Il n'est ainsi mis en évidence que dans trois zones précises de notre territoire d'investigation et dont la ligne Ardenne-Artois-Boulonnais constitue le pivot : la plaine flamande, le Bassin parisien et le couloir rhénan ; les littoraux s'individualisent aussi par les facilités de circulation qu'ils procurent.

Les traditions techniques s'illustrent d'abord par le choix des matériaux dont chaque bassin tech-

1997 DERKS, ROYMANS 2009, p. 3 ; VENANT 2016, p. 177 ; PECHE-QUILICHINI 2017

1998 DERKS, ROYMANS 2009, p. 1

1999 DERKS 2009 ; THEUWS 2009, p. 284 ; DECLERCQ 2010, p. 229

2000 MAUSS 1947, p. 26-27 ; LEROI-GOURHAN 1971, p. 24-25

2001 DERKS 2009, p. 241 ; FERNANDEZ-GÖTZ 2014

nique se fait une spécialité en maîtrisant leur mise en œuvre. Le nord du Bassin parisien est traditionnellement attaché aux calcaires, desquels se distingue localement le Grès de Fosses-Belleu ; le massif ardennais aux grès conglomératiques, et l'Eifel aux roches volcaniques. Ces dernières comportent une forte composante identitaire qui prend une forme extrême avec le développement d'une vraie signature technique et esthétique à l'époque romaine. Les surfaces des meules font l'objet d'un traitement très poussé au taillant droit que l'on assimile aisément à un décor alors que les autres productions sont simplement régularisées à la pointe. Cette signature en fait un produit reconnaissable et probablement désirable depuis les sources du Rhin jusqu'au mur d'Hadrien. Ces traditions techniques évoluent avec le temps suivant deux facteurs principaux : l'amélioration des conditions techniques de la prise en main des matériaux, et la réponse à l'évolution des besoins de la population.

Le premier facteur a eu toute son importance entre le III^e et le II^e siècle avant notre ère avec l'adoption du moulin rotatif dont la complexité a joué sur le choix des roches. Par la suite, chaque bassin technique est revenu aux matériaux qu'il maîtrisait auparavant pour le façonnage de meules va-et-vient. Le délai d'une à deux générations donné pour ces changements est important puisqu'en l'absence d'une transmission forte des traditions techniques, il serait suffisamment long pour entraîner une disparition des savoir-faire. C'est ce qu'il se passe dans le monde occidental actuel, où une grande partie des connaissances techniques ancestrales ont disparu en l'espace de 50 ans à cause d'une confiance exacerbée en une industrie répondant à tous les besoins. Or, quand les premiers moulins rotatifs sont produits dans le nord de la Gaule, tant la connaissance des matériaux que les techniques de leur mise en œuvre sont profondément intégrées.

La mise en évidence du second facteur est plus tardive et correspond à la généralisation de la pratique du rayonnage de la surface active des meules au nord de la Seine au début de la période romaine. La corrélation est forte avec la zone de culture des céréales vêtues, et le rayonnage semble répondre à un besoin d'économiser le temps de traitement des céréales en s'épargnant les tâches de décorticage dans une région où la culture des grains vêtus, épeautre et amidonnier, est non seulement une tradition culturelle, mais surtout une adaptation au climat et à la nature des sols. Le savoir-faire semble ici arriver avec les populations romaines ou méditerranéennes dans le nord de la Gaule et en Germanie, mais apparaît très vite approprié puisqu'au milieu du I^{er} siècle, la plupart des meules de la région sont rayonnées. Le rhabillage des meules étant très fréquent au fur et à mesure de l'usure des surfaces actives, sa pratique est individuelle et non liée à l'atelier d'origine. Elle est le fait, soit de rhabilleurs itinérants, soit de l'utilisateur lui-même. Dès le départ apparaissent donc des habitudes techniques propres à des micro-régions qui appliquent chacune un schéma de rayonnage particulier. Cela indique une tradition technique transmise de proche en proche, et propre à des entités culturelles voisines mais différentes. Ici encore, les monts d'Artois constituent une limite, la même qui sépare les cités des Nerviens et des Viromanduels, et plus tard les terroirs picard et flamand. Le rayonnage composé droit est pratiqué dans le sens horaire au sud, dans le sens antihoraire au nord. Une zone correspondant essentiellement au Hainaut actuel pratique un rayonnage « enchevêtré » ; les Tongres pratiquent un rayonnage « en chevrons » ; la zone rhénane et trévire préfère le rayonnage simple droit que l'on retrouve sur la frange littorale flamande par contacts commerciaux ; le rayonnage simple courbe est quasi-spécifique au Bassin parisien. Encore une fois se distinguent clairement le couloir rhénan, la plaine flamande au nord de l'Ardenne et de l'Artois, et le Bassin parisien. Le littoral de la Manche, principalement approvisionné par les ateliers normands, ne montre pas de rayonnage.

Sur le plan commercial interviennent encore les reliefs de l'Ardenne et de l'Artois. La notion culturelle attachée à l'échange marchand tient, comme la transmission des techniques, d'une transmission d'habitudes commerciales. Elle provoque une circulation des biens matériels à l'intérieur et à

l'extérieur d'une société par des contacts plus ou moins intenses et de différentes natures (en anthropologie : commerce, mariage, conquête, relations de clientélisme²⁰⁰²). La séparation des bassins versants qu'engendre la chaîne de collines reliant le massif ardennais au Boulonnais a théoriquement peu d'importance pour une distribution des biens supposée passer par la route sur un terrain aux reliefs peu accidentés. Elle prend pourtant toute son ampleur si l'on considère individuellement les deux milieux que séparent ces reliefs. Cette zone tampon correspond, non seulement à la ligne de partage des eaux entre le bassin de l'Escaut et ceux de la Somme / Seine-Oise-Marne, mais aussi à la limite supposée entre les territoires des Atrébates et des Nerviens au nord, et ceux des Ambiens, des Viromanduels et des Rèmes au sud. Le territoire des Morins, constitué de l'actuel Boulonnais, occupe une place à part dans le commerce meulier puisque, hormis à La Tène moyenne et à l'époque augusto-claudienne, il n'a pas de production propre et reçoit par la mer celles du Pays de Caux d'une part et du massif de l'Eifel d'autre part. Cette limite, calquée presque trait pour trait sur la ligne de partage des eaux, sépare déjà les meules hémisphériques des meules tronconiques à la fin de l'Âge du Fer. Elle perd son caractère typologique à l'époque romaine suite à la réorganisation territoriale d'Agrippa, mais garde une dimension commerciale puisqu'elle sépare les productions ardennaises de celles du Bassin parisien. Les conditions géographiques et les voies de communication qui avaient déjà dirigé les vagues de peuplement successives et l'organisation de leur implantation en Gaule du Nord continuent ainsi à jouer un rôle prépondérant dans l'organisation commerciale dès l'époque augustéenne. En plus d'être géographique, cette limite est donc revêtue d'une réalité humaine d'ordres politique et administratif, mais aussi culturel. Le caractère probablement boisé du secteur des sources de l'Escaut au sud du Cambrésis²⁰⁰³ doit alors être pris en considération puisqu'il renforce la séparation physique entre ces entités géographiques et entre les communautés humaines qui les occupent. De manière très rationnelle, il demande notamment aux commerçants de traverser une zone assez peu peuplée et donc un marché limité, avant d'atteindre un nouveau débouché. Pourtant les voies de communication routières, et notamment la grande route Bayay – Reims, favorisent les rapports commerciaux et la diffusion des biens de consommation quels qu'ils soient entre ces territoires. Ainsi, cette limite était largement dépassée par le commerce meulier à La Tène moyenne et finale. Rappelons-le, à cette époque la trouée de la Scarpe et de l'Escaut constituait un couloir commercial du sud vers le nord et révélait des liens étroits mais économiquement « aberrants » au sein du *Belgium* entre la vallée de l'Aisne (Viromanduels, Suessions et/ou Rèmes) et l'Artois (Atrébates).

Au-delà de cette limite géographique et administrative qui sépare Viromanduels et Nerviens à l'époque romaine, et de manière plus abstraite, il paraît opportun de parler ici d'habitude commerciale dépendant, non seulement de la géographie physique, mais également de la géographie humaine. Cette habitude s'associe à tous les paramètres développés plus haut pour régir l'approvisionnement d'une même « région », d'un même bassin économique dynamisé par un pôle central²⁰⁰⁴. Ces espaces divergent souvent des « régions » administratives que représentent en Gaule romaine les *Civitates*²⁰⁰⁵, et connaissent une vie économique propre bien qu'interconnectée avec les espaces voisins. Ils correspondent à des zones d'échanges intenses et de diffusion massive des matériaux aux marges desquelles les différentes productions se rencontrent et s'interpénètrent, notamment le long des axes de communication. Les limites administratives sont tantôt dépassées (entre Belgique et Germanie inférieure), tantôt suivies (entre Belgique « flamande » et Belgique « picarde »), mais les conditions d'établissement des limites commerciales sont dues à bien d'autres facteurs que

2002 MAUSS 1923

2003 DERU 2012, p. 135

2004 GIRARD 2004, p. 111

2005 TRANOY 2010, p. 112

celles qui régissent l'organisation administrative des territoires. Ainsi, avec des facteurs différents qui induisent des tracés divergents, le modèle théorique est respecté : un centre redistribue des marchandises à un territoire dont tous les points sont accessibles facilement ; administrativement, ce territoire correspond à la *Civitas*, commercialement il correspond au bassin économique.

La même limite géographique des monts d'Artois restera une réalité au fil du temps malgré une valse des dominations liée à une histoire complexe : limite entre Flandre/Artois et Picardie au cours du Moyen Âge et de l'Ancien Régime, entre Nord/Pas-de-Calais et Somme/Aisne après la Révolution, puis encore entre Nord-Pas-de-Calais et Picardie quand la France est régionalisée au XX^e siècle, jusqu'à la réforme territoriale de 2015 qui crée de toutes pièces une région Hauts-de-France unifiée. Cette vision des territoires est très caricaturale et s'autorise des sauts historiques s'affranchissant de toute nuance. Elle met néanmoins en évidence une série de coïncidences qui s'opposent à la profonde méfiance dont font preuve R. Gonzalez-Villaescusa et T. Jacquemin face aux théories de l'ethnogénèse appliquées à la Gaule Belgique²⁰⁰⁶. Mais dans leur militantisme anticolonialiste et anti-ethniste, ces auteurs ne prennent pas assez en compte l'*habitus* qui crée la cohésion des sociétés et qu'aborde bien W. De Clercq au sujet des Ménapiens²⁰⁰⁷. Ils considèrent finalement que tous les groupes d'individus sont équivalents, et qu'ils pourraient être transposés dans n'importe quelle entité territoriale. C'est probablement vrai d'un individu qui peut s'adapter à toutes les situations, mais justement pas d'un groupe. L'ethnographie comme l'archéologie montrent en effet qu'il existe des sociétés qui développent des habitudes et des pratiques propres en termes technique, artistique, alimentaire, etc. Et que ces pratiques sont intrinsèquement liées au milieu qui les accueille et aux ressources qu'ils recèlent : « *Les techniques de construction des maisons, de façonnage et de décoration des vases en céramique modelée constituent certains des modes d'expression de ces identités culturelles. Ces pratiques ne sont pas abandonnées après la conquête romaine, même si elles sont parfois enrichies par des usages more Romanorum, le plus souvent adaptés au contexte régional particulier* »²⁰⁰⁸. La meilleure illustration de ce principe d'expression des identités techno-culturelles est le moulin de type « Brillon », présent ici dans une région où le bœuf est majoritairement élevé, mais non dans toutes les régions d'élevage du bœuf, comme le *vallus* est développé chez les Trévires et non dans toutes les régions de culture de l'épeautre.

Ce qui est vrai en revanche, et particulièrement pour la Gaule Belgique et la Germanie inférieure, c'est que les limites administratives fixées parfois arbitrairement par le pouvoir sont des constructions et ne sont pas toujours calquées sur les contours de groupes culturellement homogènes. Mais ces quelques considérations ont trait à la géographie historique et non plus à l'histoire de l'économie et des techniques.

2006 GONZALEZ-VILLAESCUSA, JACQUEMIN 2011

2007 DE CLERCQ 2010, p. 227

2008 DE CLERCQ 2010, p. 227

BIBLIOGRAPHIE

- ACHART-COROMPT 2006** : ACHART-COROMPT N. (dir.), *Bussy-Lettrée (51) «Site 24-25, Europort de Vatry ZAC 2»*, Inrap, rapport de fouille préventive, Châlons, SRA Champagne-Ardenne, 2006, 290 p.
- ACHART-COROMPT 2009** : ACHART-COROMPT N. (dir.), *Sillery (Marne) «Le Clos Harlogne»*, Inrap, rapport de fouille préventive, Châlons, SRA Champagne-Ardenne, 2009, 3 vol. : 140, 304 et 100 p.
- ADRIAN 2001** : ADRIAN Y.-M., *Forêt domaniale de Monfort-sur-Risle (Eure) : les sites gallo-romains des parcelles 52 et 31, rapport de sondages*, Rouen, SRA de haute-Normandie, 2001.
- ADRIAN 2015** : ADRIAN Y.-M. (dir.), *Val-de-Reuil (27) « Le Chemin aux Errants » - Zone C - Volume 3 : le Moyen Âge et synthèse générale*, Inrap, rapport de fouille préventive, Rouen, SRA Haute-Normandie, 2015, 975 p.
- AGACHE 1978** : AGACHE R., *La Somme pré-romaine et romaine : d'après les prospections aériennes à basse altitude*, Amiens, Société des Archéologues de Picardie, 1978, 515 p. (Mémoires de la Société des antiquaires de Picardie, 24)
- AGUILERA et al. 2017** : AGUILERA M., BALASSE M., LEPETZ S., ZECH-MATTERNE V., « Amender les sols cultivés avec des fumiers et déchets domestiques : une origine multimillénaire pour un enjeu majeur du développement durable », dans BALASSE M., DILLMANN P. (dir.), *Regards croisés : quand les sciences archéologiques rencontrent l'innovation*, Paris, Éd. des archives contemporaines, 2017, p. 51-71.
- AKERRAZ, LENOIR 2002** : AKERRAZ A., LENOIR M. « Instruments de broyage en Maurétanie tingitane à l'époque romaine. Le cas de Volubilis », dans TREUIL R., PROCOPIOU H. (éd.), *Moudre et broyer. L'interprétation fonctionnelle de l'outillage de mouture et de broyage dans la Préhistoire et l'Antiquité. Actes de la Table Ronde internationale de Clermont-Ferrand, 30 novembre–2 décembre 1995*, Paris, CTHS, 2002, p. 197-207.
- ALLEN, FULFORD 1996** : ALLEN M., FULFORD M., « The Distribution of South-East Dorset Black Burnished Category I Pottery in South-West Britain », *Britannia*, 27, 1996, p. 223-281.
- ALONSO 1995** : ALONSO N., « Les premières meules rotatives manuelles dans le nord-est de la péninsule ibérique », dans AMOURETTI M.-CL., COMET G. (éd.), *La transmission des connaissances techniques : tables-rondes d'Aix-en-Provence avril 1993 – mai 1994*, Aix-en-Provence, Presses Universitaires de Provence, 1995, p. 15-23. (Cahier d'Histoire des techniques 3)
- ALONSO 1997** : ALONSO N., « Origen y expansión del molino rotativo bajo en el Mediterráneo occidental », dans GARCIA D., MEEKS D. (éd.), *Techniques et économie antiques et médiévales : le temps de l'innovation, Actes du colloque d'Aix-en-Provence (21-23 mai 1996)*, Paris, Errance, 1997, p. 15-19.
- ALONSO 2002** : ALONSO N., « Le moulin rotatif manuel au nord-est de la péninsule ibérique : une innovation technique dans le contexte domestique de la mouture des céréales », dans PROCOPIOU H., TREUIL R., *Moudre et broyer, l'interprétation fonctionnelle de l'outillage de mouture et de broyage dans la Préhistoire et l'Antiquité : Actes de la Table-ronde internationale de Clermont-Ferrand, 30 nov. – 2 déc. 1995, II Archéologie et Histoire : du Paléolithique au Moyen âge*, Paris, CTHS, 2002, p. 111-127.
- ALONSO et al. 2013** : ALONSO N., ANTOLÍN F., LÓPEZ D., CANTERO F.J., PRATS G., « The effect of dehusking on cereals: experimentation for archaeobotanical comparison », dans ANDERSON P.C., CHEVAL C., DURAND A., *Regards croisés sur les outils liés au travail des végétaux, XXXIII^e rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*, Antibes, APD-CA, 2013, p. 155-168.
- ALONSO 2014a** : ALONSO N. (éd.), *Reunió Molins i molta al Mediterrani occidental durant l'edat del ferro*, Lleida, Universitat de Lleida, 2014, 362 p. (Revista d'Arqueologia de Ponent 24)
- ALONSO 2014b** : ALONSO N., « Etnoarqueología del proceso de molienda manual de cereales: grañones, sémolas y harinas », dans ALONSO 2014a, p. 113-136.

- ALONSO et al. 2014** : ALONSO N., CANTERO F.J., JORNET R., LÓPEZ D., MONTES E., PRATS G., VALENZUELA S., « Milling wheat and barley with rotary querns : the Ouarten women (Dahmani, Kef, Tunisia) », dans SELSING L. (éd.), *Seen through a millstone, Actes du colloque de Bergen*, Stavanger, Arkeologisk museum – Universitetet i Stavanger, 2014, p. 11-30. (AmS Skritter 24)
- ALONSO, PEREZ JORDA 2014** : ALONSO N., PEREZ JORDA G., « Molins rotatius de petit format, de gran format i espais de producció en la cultura ibèrica de l'est peninsular », dans ALONSO 2014a, p. 239-255.
- ALONSO et al. 2016** : ALONSO N., PÉREZ G., LOPEZ D., « Les moulins rotatifs poussés du monde ibérique : caractéristiques et utilisation », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 597-617.
- ALONSO, FRANKEL 2017** : ALONSO N., FRANKEL R., « A survey of ancient grain milling systems in the Mediterranean », dans BUCHSENSCHUTZ et al. 2017a, p. 461-478.
- ALTARELLI HERZOG 1986** : ALTARELLI HERZOG V., *LES PROGRAMMES D'INSTALLATION DE MOULINS VILLAGEOIS. Quelles conditions pour leur réussite en milieu rural sabélien ?*, Rome, FAO, 1986, 82 p.
- AMEDRO, ROBASZYNSKI 1997** : AMEDRO F., ROBASZYNSKI F., « L'Aptien/Albien à Wissant et au tunnel sous la Manche à Sangatte (France) : la transgression éocétacée au nord du Bassin de Paris », *Géologie de la France*, 4, 1997, p. 15-26.
- AMOURETTI 1986** : AMOURETTI M.-CL., *Le pain et l'huile dans la Grèce antique : de l'aire au moulin*, Paris, Les Belles Lettres, 1986, 333 p. (Centre de Recherche d'Histoire Ancienne, 67 ; Annales Litt. de l'Université de Besançon, 328)
- AMOURETTI 1991** : AMOURETTI M.-C., « L'attelage dans l'Antiquité. Le prestige d'une erreur scientifique », *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations*. 46 (1), 1991, p. 219-232.
- AMOURETTI 1993** : AMOURETTI M.-C., « De l'ethnologie à l'économie. Le coût de l'outillage agricole dans la Grèce classique », dans *Mélanges Pierre Lévêque, Tome 7 : Anthropologie et société*, Besançon, Université de Franche-Comté, 1993, p. 1-13. (Annales littéraires de l'Université de Besançon, 491)
- AMOURETTI 1995** : AMOURETTI M.-CL., « La mouture des céréales : du mouvement alternatif au mouvement rotatif », dans AMOURETTI M.-CL., COMET G. (éd.), *La transmission des connaissances techniques : tables-rondes d'Aix-en-Provence avril 1993 – mai 1994*, Aix-en-Provence, Presses Universitaires de Provence, 1995, p. 33-47. (Cahier d'Histoire des techniques 3)
- AMOURIC 1997** : AMOURIC H., « L'anille et les meules », dans GARCIA D., MEEKS D. (éd.), *Techniques et économie antiques et médiévales : le temps de l'innovation, Actes du colloque d'Aix-en-Provence (21-23 mai 1996)*, Paris, Errance, 1997, p. 39-47. (Travaux du Centre Camille Jullian 21)
- ANDERSON et al. 2003** : ANDERSON T., AGUSTONI C., DUVAUCHELLE A., SERNEELS V., CASTELLA D., *Des artisans à la campagne : carrière de meules, forge et voie gallo-romaine à Châbles (FR)*, Fribourg, Academic Press Fribourg, 2003, 391 p. (Collection Archéologie Fribourgeoise, 19)
- ANDERSON et al. 2016** : ANDERSON T.J., JACCOTTEY L., CAMBESES A., SCARROW J.H., « Premier bilan sur les moulins pompéiens dans la péninsule ibérique », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 619-632.
- ANDERSON, JACCOTTEY 2017** : ANDERSON T., JACCOTTEY L., « Vers une classification et une normalisation des termes pour définir les carrières de meules », dans BUCHSENSCHUTZ et al. 2017a, p. 149-164.
- ANDREAU 1989** : ANDREAU J., « Recherches récentes sur les mines romaines. I. Propriété et mode d'exploitation », *Revue numismatique*, 31, 1989, p. 86-112.
- ANDREAU 1995** : ANDREAU J., « Présentation : Vingt ans après L'Économie antique de Moses I. Finley », *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, 50 (5), 1995, p. 947-960.
- ANDREAU 2010** : ANDREAU J., *L'économie du monde romain*, Paris, Ellipses Éd., 2010, 281 p. (Coll. Le monde : une histoire)

- ANONYME 1868** : ANONYME, « Découvertes archéologiques à Chimay », *Le Messenger des Sciences Historiques*, 1ère livraison, Gand, 1867-1868.
- ANTONELLI et al. 2001** : ANTONELLI F., NAPPI G., LAZZARINI L., « Roman millstones from Orvietto (Italy): Petrographic and geochemical data for a new archaeometric contribution », *Archaeometry*, 43 (2), 2001, p. 167-189.
- ANTONELLI et al. 2005** : ANTONELLI F., LAZZARINI L., LUNI M., « Preliminary study on the import of lavic millstones in Tripolitania and Cyrenaica (Libya) », *Journal of Cultural Heritage*, 6, 2005, p. 137-145.
- ANTONELLI, LAZZARINI 2010** : ANTONELLI F., LAZZARINI L., « Mediterranean trade of the most widespread Roman volcanic millstones from Italy and petrochemical markers of their raw materials », *Journal of Archaeological Science*, 37, 2010, p. 2081-2092.
- ANTONELLI, LAZZARINI 2012** : ANTONELLI F., LAZZARINI L., « The first archaeometric characterization of roman millstones found in the Aquileia archaeological site (Udine, Italy) », *Archaeometry*, 54 (1), 2012, p. 1-17.
- ANTONELLI et al. 2014** : ANTONELLI F., COLUMBU S., DE VOS RAAIJMAKERS M., ANDREOLI M., « An archaeometric contribution to the study of ancient millstones from the Mulargia area (Sardinia, Italy) through new analytical data on volcanic raw material and archaeological items from Hellenistic and Roman North Africa », *Journal of Archaeological Science*, 50, 2014, p. 243-261.
- ARGANT, TOURGON 2011** : ARGANT T., TOURGON D. (dir.), *Veauche (Loire) Volvon nord*, Archeodunum, rapport de fouille préventive, Chaponnay, SRA Pays-de-Loire, 2011, 3 vol., 484 p.
- ARNAUD 1993** : ARNAUD P., « De la durée à la distance : l'évaluation des distances maritimes dans le monde gréco-romain », *Histoire & Mesure*, 1993, 8 (3), p. 225-247.
- ARNAUD 2005** : ARNAUD P., *Les routes de la navigation antique. Itinéraires en Méditerranée*, Paris, Errance, 2005, 248 p.
- ARNAUD 2007** : ARNAUD P., « Diocletian's Prices Edict: the prices of seaborne transport and the average duration of maritime travel », *Journal of Roman Archaeology*, 20, 2007, p. 321-336.
- ARNOUX 2003** : ARNOUX M., « Moulins seigneuriaux et moulins royaux en Normandie : marché de l'énergie et institution (XII^e-XV^e siècles) », dans CAVACIOCCHI S. (éd.), *Economia e energia, secc. XIII-XVIII, Atti della "Trentaquattresima Settimana di Studi" 15-19 aprile 2002*, Firenze, Le Monnier, 2003, p. 505-520. (Serie II – Atti delle "Settimane di Studi" e altri Convegni, 34)
- ARNOUX 2008** : ARNOUX M., « Les moulins à eau en Europe occidentale (IX^e-XII^e siècle). Aux origines d'une économie institutionnelle de l'énergie hydraulique », dans *L'Acqua nei secoli altomedievali, Atti della LV Settimana di studio (Spoleto, 12-17 aprile 2007)*, Spolète, 2008, p.693-746.
- ARTHUIS et al. 2010** : ARTHUIS R., GUITTON D., MONTEIL M., MOUCHARD J., DE PERETTI O., « Archéologie portuaire estuarienne entre Loire et Seine : principaux résultats et questions d'ordre méthodologique. L'exemple des sites antiques d'Aizier (Eure) et de Rezé (Loire-Atlantique) », dans HUGOT L., TRANOY L. (éd.), *Les structures portuaires de l'arc Atlantique dans l'Antiquité. Actes de la Journée d'études de l'Université de La Rochelle, 24 janvier 2008*, Bordeaux, Fédération Aquitania, 2010, p. 61-82. (Supplément Aquitania)
- ASSELIN et al. 2017** : ASSELIN G., BRKOJEWITSCH G., MARQUIÉ S., MAUJEAN J., PRUNEYROLLES L., « Outils de mouture et de broyage d'époque tiberienne : la fouille préventive de la rue Paille-Maille à Metz (Moselle) », dans *BUCHSENSCHUTZ et al. 2017a*, p. 401-406.
- AUBERT et al. 2006** : AUBERT M., BOUILLER R., CAMUS G., COCHET A., D'ARCY D., GIOT D., JEAMBRUN M., ROCHE A., BONHOMMET N., *Carte géologique de la France au 1/50000, notice explicative de la carte de Clermont-Ferrand*, Orléans, Éd. BRGM, 2006, 64 p. (Notice n° 693)
- AUDEBERT, LE QUELLEC 2014** : AUDEBERT A., LE QUELLEC V., « Le matériel de mouture des habitats du Pôle d'activités

du Griffon, à Barenton-Bugny et Laon (Aisne) », dans DERU X., GONZÁLEZ VILLAESCUSA R. (dir.), *Consommer dans les campagnes de la Gaule romaine, Actes du X^e Congrès de l'association AGER*, Villeneuve d'Ascq, 2014, p. 67-84. (Revue du Nord, Coll. Art et Archéologie, Hors-série 21).

AUDOIN-ROUZEAU 1998 : AUDOIN-ROUZEAU F. « Cheptel antique, cheptel médiéval : mutations ou innovations ? », dans *L'innovation technique au Moyen Âge. Actes du VI^e Congrès international d'Archéologie Médiévale (1-5 Octobre 1996, Dijon – Mont Beuvray - Chenôve - Le Creusot - Montbard)*, Caen, Société d'Archéologie Médiévale, 1998, p. 30-34. (Actes des congrès de la Société d'archéologie médiévale, 6)

AUVERTIN 2018 : AUVERTIN R., *Habiter les agglomérations du nord de la Gaule. Analyse architecturale de la maison romaine*, thèse de doctorat dirigée par J. Arce et X. Deru à l'Université de Lille, Villeneuve d'Ascq, 2018, 637 p.

AZÉMA 2004 : AZÉMA J.-P., *Moulins du cuir et de la peau : moulins à tan et à chamoiser en France, XII^e-XX^e siècle*, Nonette, Éd. Créer, 2004, 216 p.

BAATZ 1994 : BAATZ D., « Eiserne Dosierkegel. Ein Beitrag zur römischen Mühlentechnik », *Saalburg Jahrbuch*, 47, 1994, p. 19-35.

BAATZ 1995 : BAATZ D., « Die Wassermühle bei Vitruv X, 5, 2 », *Saalburg Jahrbuch*, 48, 1995, p. 5-18.

BAATZ 2010 : BAATZ D., « Ein Handmühlenläufer aus dem Limeskastell Mainhardt (Kreis Schwäbisch Hall) », *Fundberichte aus Baden-Württemberg*, 31, 2010, p. 607-614.

BAELE et al. 2016 : BAELE J.M., DUPUIS C., QUESNEL F., « Cathodoluminescence and electron probe micro-analysis of silcretes and puddingstones: towards a better understanding of silcretization and sourcing quartzitic materials », *Proceedings of the Geologists' Association*, 127, 2016, p. 337-348.

BAK 2013 : BAK V. (dir.), *Les traces d'un atelier de glutinariarius à Béthencourt-sur-Somme (80) « Vallée des Marottes »*, Canal Seine – Nord Europe fouille 38, Inrap, rapport de fouille préventive, Amiens, SRA Picardie, 2013, 291 p.

BAKELS 2005 : BAKELS C., « Crops produced in the southern Netherlands and northern France during the early medieval period: a comparison », *Vegetal History and Archaeobotany*, 14, 2005, p. 394-399.

BAKELS 2009 : BAKELS C., « Études sur les plantes cultivées pendant le haut Moyen Âge en France septentrionale », dans *L'actualité de l'archéologie du haut Moyen-Âge en Picardie. Les apports de l'expérimentation à l'archéologie mérovingienne. Actes des XXIX^e journées internationales d'archéologie mérovingienne. Musée des Temps Barbares, Marle (Aisne) 26-28 septembre 2008*, Amiens, Société Archéologique de Picardie, 2009, p. 63-68. (Revue archéologique de Picardie, 1-2)

BAKKER 1999 : BAKKER J.T., *The mills-bakeries of Ostia: description and interpretation*, Amsterdam, J. C. Gieben, 1999, 217 p.

BALLEVRE et al. 2013 : BALLEVRE M., BOSSE V., DABARD M.-P., DUCASSOU C., FOURCADE S., PAQUETTE J.-L., PEUCAT J.-J., PITRA P., « Histoire géologique du Massif Armoricaïn : Actualité de la recherche », *Bulletin de la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne*, 10-11, 2013, p. 5-96.

BALMELLE, SINDONINO 2004 : BALMELLE A., SINDONINO S., *Reims, rue des Fuseliers, rue Chanzy, rue Rockefeller, Médiathèque Cathédrale, Vol. 1*, Inrap, rapport de fouille préventive, Châlons, SRA Champagne-Ardenne, 2004, 397 p.

BARAT et al. 1990 : BARAT, Y., TROMBETTA P.-J., MORIN J.-M. (dir.), *Un port de 2000 ans aux Mureaux. Des Gaulois à Charlemagne, Catalogue de l'exposition, 9 au 27 janvier 1990 à la Médiathèque des Mureaux*, Les Mureaux, Centre de Documentation sur le Patrimoine Local, 1990, 90 p.

BASSET 2013 : BASSET C. (dir.), *Orival (76) « Oppidum du Câtelier »*, rapport de fouille programmée, Rouen, SRA Haute-Normandie, 2013.

BASSET 2016 : BASSET C., « La basse vallée de la Seine : une zone d'interfaces en marge des réseaux d'échanges de la fin de l'âge du Fer ? », dans BLANCQUAERT G., MALRAIN F. (éd.), *Évolution des sociétés gauloises du Second Âge du Fer entre*

mutations internes et influences externes, actes du 38^e colloque de l'AFEAF, Amiens, 29 mai – 1^{er} juin 2014, Amiens, Société Archéologique de Picardie, 2016, p. 83-94. (Revue Archéologique de Picardie, n° spécial 30)

BASSET 2017 : BASSET C. (dir.), *L'oppidum du Câtelier Orival (76500), 16 juin au 11 juillet 2014*, rapport de fouille programmée, Rouen, SRA Haute-Normandie, 2017, 327 p.

BASSET et al. (rapport en cours) : BASSET C. et al., *Prospection thématique des occupations artisanales antiques en forêt de La Londe-Rouvray, juin 2015*, rapport en cours.

BAUCHET, LEPAREUX-COUTURIER 2016 : BAUCHET O., LEPAREUX-COUTURIER S., « Les meules de grand diamètre de l'établissement antique de Tremblay-en-France « le Nouret » (Seine-Saint-Denis) », dans JACOTTEY, ROLLIER 2016, p. 177-185.

BAUDAIS, LUNDSTRÖM-BAUDAIS 2002 : BAUDAIS D., LUNDSTRÖM-BAUDAIS K., « Enquête ethnoarchéologique dans un village du nord-ouest du Népal : les instruments de mouture et de broyage », dans PROCOPIOU H., TREUIL R., *Moudre et broyer. L'interprétation fonctionnelle de l'outillage de mouture et de broyage dans la Préhistoire et l'Antiquité. Actes de la Table Ronde internationale de Clermont-Ferrand, 30 novembre–2 décembre 1995*, Paris, CTHS, 2002, p. 155-180.

BAUG, JANSEN 2014 : BAUG I., JANSEN Ø.J., « Did the North Atlantic region constitute a market for quernstones from Norway during the Viking Age and the Middle Ages? », dans SELSING L. (éd.), *Seen through a millstone, Actes du colloque de Bergen*, Stavanger, Arkeologisk museum – Universitetet i Stavanger, 2014, p. 245-255. (AmS Skritter 24)

BAXTER 2015 : BAXTER M., *Exploratory Multivariate Analysis in Archaeology*, Clinton Corners, Elliot Werner Publications, 2015, 330 p.

BAYARD, MASSY 1983 : BAYARD D., MASSY J.-L., *Amiens romain, Samarobriva Ambianorum*, Amiens, Société archéologique de Picardie, 1983, 374 p. (Revue archéologique de Picardie, numéro spécial)

BAYARD 1996 : BAYARD D. « La romanisation des campagnes en Picardie à la lumière des fouilles récentes : problèmes d'échelles et de critères », dans BAYARD, COLLART 1996, p. 157-184.

BAYARD, COLLART 1996 : BAYARD D., COLLART J.-L. (éd.), *De la ferme indigène à la villa romaine. La romanisation de la Gaule. Actes colloque AGER II, Amiens, 1993*, Amiens, Société Archéologique de Picardie, 1996, 336 p. (Revue archéologique de Picardie, n° spécial 11)

BAYARD et al. 2005 : BAYARD D., COLLART J.-L., MAHÉO N. (dir.), *La marque de Rome. Samarobriva et les villes du Nord de la Gaule. Catalogue de l'exposition tenue au Musée de Picardie à Amiens du 14 février au 26 mai 2004*, Amiens, Musée de Picardie, 2005, 200 p.

BAYARD et al. 2011 : BAYARD D., BUCHEZ N., DEPAEPE P. (dir.), *Quinze ans d'archéologie préventive sur les grands tracés linéaires en Picardie (1^{ère} partie)*, Amiens, 2011. (Revue Archéologique de Picardie, 3-4)

BAYARD et al. 2014 : BAYARD D., BUCHEZ N., DEPAEPE P. (dir.), *Quinze ans d'archéologie préventive sur les grands tracés linéaires en Picardie (2^e partie)*, Amiens, 2014. (Revue Archéologique de Picardie, 3-4)

BAYARD, FICHTL 2016 : BAYARD D., FICHTL S., « Le «Camp César» de la Chaussée-Tirancourt (Somme) oppidum gaulois ou camp romain ? », dans BLANCQUAERT G., MALRAIN F. (éd.), *Évolution des sociétés gauloises du Second Âge du Fer entre mutations internes et influences externes, actes du 38^e colloque international de l'AFEAF, Amiens, 29 mai – 1^{er} juin 2014*, Amiens, Société Archéologique de Picardie, 2016, p. 343-362. (Revue Archéologique de Picardie, n° spécial 30)

BÉAL 1996 : BÉAL J.-C., « Pistor et Matériarius, à propos d'une stèle funéraire de Metz antique », *Revue Archéologique de l'Est*, 47, 1996, p.79-95.

BÉAL 2007 : BÉAL J.-C., « Transporteurs et propriétaires terriens en Gaule romaine : un bilan », *Revue Archéologique du Centre de la France*, 45-46, 2006-2007, p. 9-21.

BÉGUILLET 1775 : BÉGUILLET E., *Manuel du meunier et du charpentier de moulins, abrégé classique du traité de la mouture par économie*, Paris, Panckouche, 1775, 171 p.

- BELL 1994** : BELL M., « An Imperial Flour Mill on the Janiculum », dans *Le Ravitaillement en blé de Rome et des centres urbains des débuts de la République jusqu'au Haut-Empire. Actes du colloque international de Naples, 14-16 Février 1991*, Rome, École Française de Rome, 1994. p. 73-89. (Publications de l'École française de Rome, 196)
- BELLON et al. 2016** : BELLON C., JACCOTTEY L., GLUHAK T.M., « Le site de la rue du Docteur Horand à Lyon : meules et aménagements hydrauliques », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 137-148.
- BELMONT 2003** : BELMONT A., « Commerce et diffusion des meules de La Ferté-sous-Jouarre aux XV^e et XVIII^e siècles », dans BARBOFF M., GRIFFIN-KREMER C., KREMER R., SIGAUT F. (éd.), *Meules à grains, Actes du colloque international, La Ferté-sous-Jouarre, 16-19 mai 2002*, Paris, Éd. Ibis Press, Éd de la Maison des Sciences de l'Homme, 2003, p. 282-288.
- BELMONT, MANGARZ 2005** : BELMONT A., MANGARZ F. (dir.), *Mühlsteinbrüche. Erforschung, Schutz und Inwertsetzung eines kulturelles europäischer Industrie / Les meulières. Recherche, protection et valorisation d'un patrimoine industriel européen (Antiquité-XXI^e s.). Actes du colloque de Grenoble, 22-26 septembre 2005*, Mayence, RGZM, 2006, 240 p.
- BELMONT 2006** : BELMONT A., *La pierre à pain : les carrières de meules de moulins en France, du Moyen Âge à la révolution industrielle*, Grenoble, Presse Universitaire de Grenoble, 2006, 231 p.
- BELMONT et al. 2016** : BELMONT A., JACCOTTEY L., LEPAREUX-COUTURIER S., « Les meules à grain de l'Époque Médiévale et de la Renaissance : première approche », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 815-836.
- BELOE 1893** : BELOE E.M., « Exhibit at Ballot », *Proceedings of the Society of Antiquaries of London*, 14, 1893, p. 183.
- BELTRAME, BOETTO 1997** : BELTRAME C., BOETTO G., « Macine da relitti », *Archeologia Subacquea*, 2, 1997, p. 167-196.
- BEN REDJEB 1989** : BEN REDJEB T., « Rue des Jacobins, 1987 », *Gallia Informations*, 1, 1989, p. 250-251.
- BEN REDJEB et al. 2005** : BEN REDJEB T., DUVETTE L. QUEREL P., « Les campagnes antiques : bilans et perspectives », *Revue Archéologique de Picardie*, 3/4, 2005, p. 177-222.
- BENOIT 1998** : BENOIT P., « Au four et au moulin : innovation et conjoncture », dans BECK P. (éd.), *L'innovation technique au Moyen Âge. Actes du VI^e Congrès international d'Archéologie Médiévale (1-5 Octobre 1996, Dijon - Mont Beuvray - Chenôve - Le Creusot - Montbard)*, Caen, Société d'Archéologie Médiévale, 1998, p. 293-301. (*Actes des congrès de la Société d'archéologie médiévale*, 6)
- BERANOVÁ 1980** : BERANOVÁ M., *Zemědělství Starých Slovanů*, Pragues, Academia Praha, 1980, 395 p.
- BÉRATO 2004** : BÉRATO J., « L'établissement rural de "Saint-Martin" à Taradeau, Var, I^{er} s. av. J.-C.-VII^e s. ap. J.-C. », *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 37, 2004, p. 35-108.
- BERNARD et al. 1994** : BERNARD V., DIETRICH A., GENTILI F. KRIER V., LIMONDIN N., YENY E., *Aménagement des berges de l'Oise et pont en bois du I^{er} siècle de notre ère à Beaumont-sur-Oise*, Rapport de diagnostic - rescindement de l'Oise, Paris, AFAN, 1994, 37 p.
- BERNARD 1998** : BERNARD V., « Autour du moulin carolingien de Belle-Eglise (Oise). Éléments de techniques de charpenterie hydraulique », dans *L'innovation technique au Moyen Âge. Actes du VI^e Congrès international d'Archéologie Médiévale (1-5 Octobre 1996, Dijon - Mont Beuvray - Chenôve - Le Creusot - Montbard)*, Caen, Société d'Archéologie Médiévale, 1998, p. 77-80. (*Actes des congrès de la Société d'archéologie médiévale*, 6)
- BERNARD et al. 2016** : BERNARD V., BRISOTTO V., GLUHAK T.M., SIMON L., BAILLIEU M., « Une meunerie hydraulique d'époque romaine à Vannes (Morbihan, France) », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 99-117.
- BERNIGAUD et al. 2016** : BERNIGAUD N., OUZOULIAS P., LEPETZ S., WIETHOLD J., ZECH-MATTERNE V., SÉGUIER J.-M., REDDÉ M., « Exploitations agricoles et pratiques agro-pastorales dans les campagnes du nord-est de la Gaule (II^e s. av. J.-C. - V^e s. ap. J.-C.) : l'apport des données de l'archéologie préventive d'Île-de-France et de Lorraine », dans REDDÉ M. (éd.), *Méthodes d'analyse des différents paysages ruraux dans le Nord-Est de la Gaule romaine. Études comparées (hiérarchisation des exploitations ; potentialités agronomiques des sols ; systèmes de production ; systèmes sociaux)*, HAL open edition, 2016, p.63-137. [En ligne : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01253470>, consulté le 20/05/2018]

- BERNOUIS 1999** : BERNOUIS Ph., *Carte Archéologique de la Gaule, L'Orne 61*, Paris, Éd. de la Maison des sciences de l'homme, 1999, 279 p.
- BERTONCELLO, ECKERT 2012** : BERTONCELLO F., ECKERT D., « Voyager dans l'Empire romain ou le Tour de Gaule en 80 jours », *Mappemonde*, 106, 2012 [en ligne : <https://mappemonde-archivage.mgm.fr/num34/internet/int12201.html>, consulté le 23/05/2018].
- BESSAC 1987** : BESSAC J.-C., *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*, Paris, CNRS, 1987, 319 p. (*Revue Archéologique de Narbonnaise, supplément 14*)
- BESSON 1578** : BESSON J., *Theatre des instrumens mathematiques et mechaniques, avec l'interpretation des figures d'icelui*, Genève, 1578 (réédition 1596). [<http://www.istitutodatin.it/biblio/images/fr/riccard/10104/htm/elenco.htm> consulté le 22/03/2016]
- BEURION, DECHEZLEPRÊTRE 1998** : BEURION C., DECHEZLEPRÊTRE T., « Les sites fortifiés de hauteur de l'âge du Fer en Haute-Normandie », dans DELESTRE X., WOODCOCK A. (dir.), *Actes de la table-ronde archéologique, Dieppe, 17 et 18 septembre 1996*, Petit-Quevilly, Lewes, 1998, p. 37-56. (Proximus, 2)
- BEURION 2012** : BEURION C. (dir.), *Val-de-Reuil (27) « le Clos-Saint-Cyr – la Cerisaie »*, Une succession d'occupations rurales du néolithique au Haut-Empire, Vol. 1 texte, Inrap, Document Final de Synthèse de fouille, Rouen, SRA Normandie, 2012, 378 p.
- BILLEN 1989** : BILLEN C., « L'épeautre en Wallonie du bas Moyen Âge jusqu'à l'époque contemporaine. Une mise au point », dans DEVROEY J.-P., VAN MOL J.-J. (éd.), *L'épeautre (Triticum Spelta) : histoire et ethnologie*, Treignes, Éditions D.I.R.E., 1989, p. 177-190.
- BINET 2002** : BINET E. (dir.), *Amiens, Multiplexe Gaumont – Ancien garage Citroën, 2000*, Rapport de fouille préventive, Inrap, Amiens, 2002. (Rapport inédit, Amiens, SRA Picardie)
- BISTON 1836** : BISTON V., *Manuel théorique et pratique du chauffournier, 2^e édition*, Paris, Librairie Encyclopédique de Roret, 1836, 262 p.
- BIVER, STEAD 2016** : BIVER V., STEAD A., « Le domaine de la villa gallo-romaine de Schieren (G.-D. de Luxembourg) : contexte archéologique et résultats préliminaires des fouilles récentes », *Archaeologia Luxemburgensis*, 3, 2016, p. 42-63.
- BLAMANGIN 2004** : BLAMANGIN O., *Croisilles (62) « rue du Moulin »*, Inrap, Rapport de diagnostic archéologique, Lille, SRA Nord-Pas-de-Calais, 2004, 8 p.
- BLAMANGIN 2016** : BLAMANGIN O. (dir.), *Boulogne-sur-Mer (62) « rue E. Branly »*, Inrap, rapport de fouille préventive, Lille, SRA Nord-Pas-de-Calais, 2016, 349 p.
- BLANC, GÉLY 1997** : BLANC A., GÉLY J.-P., « Le Lutétien supérieur des anciennes carrières de Paris et de sa banlieue : essai de corrélation lithostratigraphiques et application à l'archéologie », dans LORENZ J., BENOIT P., OBERT D., *Pierres et Carrières. Géologie - Archéologie - Histoire. Journées Claude Lorenz, Novembre 1995*, Paris, Association des géologues du Bassin parisien, 1997, p. 175-181.
- BLANC et al. 2007** : BLANC P., VUICHARD PIGUERON N., « Avenches/Les Tourbières, moulin hydraulique, chroniques des fouilles archéologiques 2007 », *Bulletin de l'association Pro Aventico*, 49, 2007, p. 240-243.
- BLANC, CASTELLA 2016** : BLANC P., CASTELLA D., « Les moulins hydrauliques d'En Chaplix et des Tourbières à Avenches (Suisse) », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 119-136.
- BLANCQUAERT 1993** : BLANCQUAERT G., *Saint-Gilles-de-la-Neuville (Seine-Maritime) « la Chouette »*, AFAN, rapport d'évaluation détaillée, A29 section Le Havre - Yvetot, Rouen, SRA Haute-Normandie, 1993, 27 p.
- BLANCQUAERT 1995** : BLANCQUAERT G., *Une occupation laténienne, Cottévrard (Seine-Maritime) « la Plaine de la Bucaille »*, AFAN, rapport de fouille préventive, A29 Le Havre-Yvetot, Rouen, SRA Haute-Normandie, 1995, 73 p.

- BLANQUAERT *et al.* 1996** : BLANQUAERT G., DESFOSSÉS Y., ROUGIER R., *Les gisements protohistoriques sur le tracé autoroutier A 29 (Le Havre – Saint-Saëns)*, AFAN, Document Final de Synthèse inédit, 2 tomes, Rouen, SRA Haute-Normandie 1996.
- BLANQUAERT, DESFOSSÉS 1997** : BLANQUAERT G., et coll. DESFOSSÉS Y., « L'habitat rural à l'Âge du Fer en Pays de Caux », dans ROGERET I. (dir.), *Carte archéologique de la Gaule, La Seine-Maritime* 76, Paris, Éd. de la Maison des sciences de l'homme, 1997, p. 64-68.
- BLANQUAERT 2001** : BLANQUAERT G. (dir.), *Dourges (62), plate-forme multimodale, sondages et évaluations*, Inrap, rapport de synthèse, Lille, SRA Nord-Pas-de-Calais, 2001.
- BLANQUAERT *et al.* 2007** : BLANQUAERT G. (dir.), BOSSUT D., CATTEDDU I., CLAVEL V., *La plate-forme multimodale Delta 3 de Dourges (62) : résultats des fouilles préventives*, Lens, Gauheria, 2007, 119 p. (Gauheria, hors série)
- BLANQUAERT *et al.* 2012** : BLANQUAERT G., LEROYER C., LORHO T., MALRAIN F., ZECH-MATTERNE V., « Rythmes de créations et d'abandons des établissements ruraux du second âge du Fer et interactions environnementales », dans BERTONCELLO F., BRAEMER F. (dir.), *Variabilités environnementales, mutations sociales. Nature, intensités, échelles et temporalités des changements. XXXII^e rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*, Antibes, Éd. APDCA, 2012, p. 233-245.
- BLEU *et al.* 2016** : BLEU S., MILLE P., FRANC O., BERGER J.-F., BERNIGAUD N., et coll. de GAUCHER G., GIRADCLOS O., GOSLAR T., « Une structure hydraulique antique de la Maladière à Bourgoin-Jallieu (Isère, France) », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 169-176.
- BLOCH 1935** : BLOCH M., « Avènement et conquête du moulin à eau », *Annales d'histoire économique et sociale*, 7, 1935, p. 538-563.
- BLOM, VAN DER FEIJST 2007** : BLOM E., VAN DER FEIJST L., *Poeldijk Westhof, vindplaats B. Een inbeems-Romeinse nederzetting uit de 1e tot de 3e eeuw*, ADC ArcheoProjecten, Amersfoort, 2007, 128 p. (ADC Rapport 909)
- BLOM *et al.* 2012a** : BLOM E., VAN DER FEIJST L.M.B., VELDMAN H.A.P., *Bewoning en begraving in Ewijk. Een proefsleuvenonderzoek en archeologische opgraving in het plangebied, Keizershoeve II, gemeente Beuningen*, ADC ArcheoProjecten, Amersfoort, 2012, 221 p. (ADC Rapport 3150)
- BLOM *et al.* 2012b** : BLOM E., VAN DER VELDE H.M., *De archeologie van Boxmeer-Sterckwijk: 4500 jaar wonen, werken en begraven langs de Maas*, ADC ArcheoProjecten, Amersfoort, 2015, 678 p. (ADC Monografie 18 / ADC Rapport 3500)
- BLOM, VAN DER VELDE 2015** : BLOM E., VAN DER VELDE H.M., *De archeologie van Boxmeer-Sterckwijk: 4500 jaar wonen, werken en begraven langs de Maas*, ADC ArcheoProjecten, ADC Rapport 3500, Amersfoort, 2015, 678 p. (ADC Monografie 18)
- BLONDEAU 2011** : BLONDEAU R. (dir.), *Les Rues-des-Vignes « Rue du Cimetière/Rue du Stade » 2008, Vol. 1 texte*, Rapport d'archéologie préventive, Archéopole, rapport de fouille préventive, Lille, SRA Nord-Pas-de-Calais, 2011, 434 p.
- BLONDEAU 2015** : BLONDEAU R. (dir.), *Courcelles-lès-Lens « Éco-quartier de la Marlière, tranche 6 »*, Evéha, rapport de fouille préventive, Lille, SRA Nord-Pas-de-Calais, 2015, vol. 1 texte : 693 p.
- BOETTO 2010** : BOETTO G., « Le port vu de la mer: l'apport de l'archéologie navale à l'étude des ports antiques », *Bollettino di Archeologia on line*, 1, 2010, p. 112-128. (Volume speciale B/B7/9)
- BOISSON 2017** : BOISSON J. (dir.), *Harfleur « Seine-Maritime » les Côteaux du Calvaire*, Archéopole, rapport de fouille préventive, Rouen, SRA Haute-Normandie, 2017, 7 vol. : 144 p., 492 p., 434 p., 603 p., 594 p., 749 p., 239 p.
- BOLTENHAGEN *et al.* 1967** : BOLTENHAGEN C., MÉNILLET F., TERNET Y., *Carte géologique de la France au 1/50000, notice explicative de la feuille de Montivilliers-Étretat*, Orléans, Éd. BRGM, 1967, 13 p. (Notice n° 74)

- BONAVENTURE 2014** : BONAVENTURE B., « Une approche des réseaux économiques régionaux au Ier siècle av. J.-C. : l'exemple des céramiques de stockage dans le Nord-Est de la Gaule », dans HORNUNG S., *Produktion, Distribution, Ökonomie. Siedlungs- und Wirtschaftsmuster der Latènezeit, Akten des internationalen Kolloquiums (Otzenhausen, 28.-30. Oktober 2011)*, Bonn, Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH, 2014, p. 129-148. (Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie, 258)
- BONNAMOUR, JACCOTTEY 2016** : BONNAMOUR L., JACCOTTEY L., « Les premiers moulins de la Saône et du Doubs », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 483-492.
- BONSANGUE 2014** : BONSANGUE M.-L., « Narbonne, un "port de stockage" de la Méditerranée occidentale sous le Haut-Empire », dans APICELLA C., HAACK M.-L., LEROUXEL F. (éd.), *Les affaires de M. Andraeu. Économie et société du monde romain*, Bordeaux, Ausonius Éd., 2014, p. 177-193. (Scripta Antiqua, 61)
- BONTE et al. 1971** : BONTE A., DESTOMBES J.-P., THIBAUT P.-M., SOMMÉ J., RAMON S., *Carte géologique de la France au 1/50000, notice explicative de la feuille de Guînes*, Orléans, Éd. BRGM, 1971, 17 p. (Notice n° 6)
- BONTE et al. 1986** : BONTE A., COLBEAUX J.-P., LEPLAT J., SOMMÉ J., *Carte géologique de la France au 1/50000, notice explicative de la feuille de Boulogne-sur-Mer*, Orléans, Éd. BRGM, 1986, 26 p. (Notice n° 10)
- BORGARD 2005** : BORGARD P., « Les amphores à alun (I^{er} siècle avant J.-C. – IV^e siècle après J.-C.) », dans BORGARD P., BRUN J.-P., PICON M. (éd.), *L'alun de Méditerranée*, Naples, Publications du Centre Jean Bérard, 2005, p. 157-169.
- BORTOLUZZI, TESSIER 2002** : BORTOLUZZI E.C., TESSIER D., « La pratique du chaulage en système de semis direct. Une expérience au sud du Brésil (Rio Grande do Sul) », *Étude et Gestion des Sols*, 9 (3), 2002, p. 187 à 196.
- BOSQUET et al. 2016** : BOSQUET D., CONSTANTIN C., GOEMAERE E., HAMON C., JADIN I., SALOMON H., « Provenance, exploitation et utilisation de l'hématite oolithique au Néolithique ancien en Belgique : contextes et problématiques », *Anthropologica et Præhistorica*, 125, 2016, p. 121-151.
- BOSTYN et al. 2014** : BOSTYN F., BEUGNIER V., MARTIAL E., MÉDARD F., MONCHABLON C., PRAUD I., « Habitat et économie au Néolithique final. L'exemple du site de Raillencourt-Sainte-olle (Nord) entre activités domestiques et productions artisanales », *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 111 (4), 2014, p. 679-726.
- BOULEN et al. 2012** : BOULEN M., CRÉTEUR Y., FECHNER K., LOISQ S., ZECH-MATTERNE V., « Environnement et exploitation des sols autour des sites protohistoriques champenois, première confrontation des résultats archéobotaniques, malacologiques et pédologiques », dans SCHÖNFELDER M., SIEVERS S., *L'âge du Fer entre la Campagne et la vallée du Rhin, 3^e colloque international de l'Association Française pour l'Étude de l'âge du Fer du 13 au 16 mai 2010 à Aschaffenburg*, Mainz, RGZM, 2012, p. 41-76.
- BOYER, BUCHSENSCHUTZ 1998** : BOYER F., BUCHSENSCHUTZ O., « Les conditions d'une interprétation fonctionnelle des moulins "celtiques" rotatifs à main sont-elles réunies ? », *Revue Archéologique du Centre de la France*, 37, 1998, p. 197-206.
- BOYER, BUCHSENSCHUTZ 2000** : BOYER F., BUCHSENSCHUTZ O., « Les meules rotatives manuelles », dans BERTHAUD G., *Mazières-en-Mauges gallo-romain (Maine-et-Loire), un quartier à vocation artisanale et domestique*, 2000, p. 171-185.
- BOYER, JOUIN 2001** : BOYER F., JOUIN M., « Les meules rotatives antiques du vicus de Vertault. Morphologie, lithologie et tracéologie du corpus conservé au musée de Châtillon-sur-Seine. Bilan des mentions dans les fouilles anciennes et confrontation avec le corpus étudié », *Bulletin archéologique et historique du Châtillonnais*, 6 (4), 2001, p. 27-50.
- BOYER et al. 2010** : BOYER F., CECCHINI M., GARCIA CH., GUADAGNIN R., Étude archéologique du site de production meulière découvert dans la vallée de l'Ysieux (Val-d'Oise), Villiers-le-Bel, Association J.P.G.F. de Villiers-le-Bel, 2010, 41 p. (Bulletin trimestriel, 1)
- BOYER, FRONTEAU 2011** : BOYER F., FRONTEAU G., « Les géomatériaux meuliers : de l'identification des sources géologiques à la définition de catégories de gisements », dans BUCHSENSCHUTZ et al. 2011, p. 121-135.

- BRANDT 1993** : BRANDT O., « Recent research on the tomb of Eurysaces », *Opuscula Romana*, 19, 1993, p. 13-17.
- BRETAGNE et al. 1998** : BRETAGNE P., CATTEDU I., CLOTUCHE R., GAUDEFROY S., ROBERT B., *Fouilles archéologiques réalisées sur le site de Toyota, Onnaing (Nord)*, AFAN, rapport de fouille préventive, Lille, SRA Nord-Pas-de-Calais, 1998, 334 p.
- BRETON 2016** : BRETON D., *ZA du Pucheuil, Saint-Saëns, (Seine-Maritime)*, Inrap, rapport de diagnostic, Rouen, SRA Haute-Normandie, 2016, 69 p.
- BRIQUET 1903** : BRIQUET A., « Le Crétacique inférieur dans le sud du Bas Boulonnais », *Annales de la Société Géologique du Nord*, 32, 1903, p. 2-11.
- BRUGGEMAN 2003** : BRUGGEMAN J., « Les meules en Flandres d'après les comptes et prisées du Moyen-âge à la Révolution », dans BARBOFF M., GRIFFIN-KREMER C., KREMER R., SIGAUT F. (éd.), *Meules à grains, Actes du colloque international, La Ferté-sous-Jouarre, 16-19 mai 2002*, Paris, Éd. Ibis Press, Éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, 2003, p. 231-238.
- BRUGGEMAN 2007** : BRUGGEMAN J., *Lille, terre de moulins*, Villeneuve d'Ascq, Éd. ARAM, 2007, 511 p.
- BRULET 2013** : BRULET R., « La nouvelle identité urbaine au V^e siècle dans le Nord de la Gaule », dans POBLOME J. (éd.), *Exempli Gratia. Sagalassos, Marc Waelkens and Interdisciplinary Archaeology*, Leuven, Leuven University Press, 2013, p. 185-199.
- BRUN, BORRÉANI 1998** : BRUN J.-P., BORRÉANI M., « Deux moulins hydrauliques du Haut-Empire romain en Narbonnaise, *Villae* des Mesclans à La Crau et de Saint-Pierre / Les Laurons aux Arcs (Var) », *Gallia*, 55, 1998, p. 279-326.
- BRUN 2012** : BRUN J.-P., *Techniques et économies de la Méditerranée antique : Leçon inaugurale prononcée le jeudi 5 avril 2012*, Paris, Collège de France, 2012, 86 p.
- BRUN 2016** : BRUN J.-P., « Les moulins hydrauliques dans l'Antiquité », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 21-50.
- BRUN et al. 2017** : BRUN J.-P., JACCOTTEY L., JODRY F., LEPAREUX-COUTURIER S., PICAVET P. et ROBIN B., « Pistes pour l'identification des activités de mouture sur les sites ruraux de la Gaule romaine », dans TRÉMENT F. (dir.), *Produire, transformer et stocker dans les campagnes de la Gaule romaine, actes du XI^e congrès AGER, Clermont-Ferrand, 11-13 juin 2014*, Tours, Fédération pour l'édition de la Revue archéologique du centre de la France, 2017, p. 22-45. (Revue Archéologique du Centre, supplément 38)
- BRUN, DEBORD 1991** : BRUN P., DEBORD J., « Monnaies trouvées en fouilles sur l'oppidum de Pommiers (Aisne) », *Revue numismatique*, 33, 1991, p. 43-59.
- BRUNAU 2000** : BRUNAU J.-L., « Propriétés divines, possessions humaines, la fonction symbolique de l'enclos », dans *Les enclos celtiques - Actes de la table ronde de Ribemont-sur-Ancre (Somme)*, Amiens, Société Archéologique de Picardie, 2000, p. 271-278. (Revue Archéologique de Picardie, 1-2)
- BRUNET 1997** : BRUNET M., « Le moulin délien », dans GARCIA D., MEEKS D. (éd.), *Techniques et économie antiques et médiévales : le temps de l'innovation, Actes du colloque d'Aix-en-Provence (21-23 mai 1996)*, Paris, Errance, 1997, p. 29-38.
- BUCHSENSCHUTZ 1996** : BUCHSENSCHUTZ O., « Chronologie - Mode d'emploi », dans *Table-ronde de Ribemont-sur-Ancre (Somme): la chronologie du second âge du fer en Gaule du Nord / La ferme laténienne de Jaux (Oise) et sa nécropole*, Amiens, Société archéologique de Picardie, 1996, p. 9-10. (REVUE ARCHÉOLOGIQUE DE PICARDIE, n°3/4)
- BUCHSENSCHUTZ, BOYER 1999** : BUCHSENSCHUTZ O., BOYER F., « Les meules », dans BUCHSENSCHUTZ O., GUILLAUMET J.-P., RALSTON I. (dir.), *Les remparts de Bibracte, recherches récentes sur la Porte du Rebut et le tracé des fortifications*, Glux-en-Glenne, Centre archéologique européen du Mont-Beuvray, 1999, p. 212-216. (Coll. Bibracte 3)
- BUCHSENSCHUTZ et al. 2011** : BUCHSENSCHUTZ O., JACCOTTEY L., JODRY F., BLANCHARD J.-L. (éd.), *Évolution typologique et technique des meules du Néolithique à l'an mille sur le territoire français, actes des III^e rencontres de l'Archéosite gaulois*, Bordeaux, Fédération Aquitania, 2011, 487 p. (Supplément Aquitania 23)

- BUCHSENSCHUTZ et al. 2016** : BUCHSENSCHUTZ O., JACCOTTEY L., JODRY F., LEPAREUX-COUTURIER S., PICAVET P., POLINSKI A., ROBIN B., « Première esquisse d'une typologie des meules de moulins hydrauliques antiques en France », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 747-773.
- BUCHSENSCHUTZ et al. 2017a** : BUCHSENSCHUTZ O., FRONTEAU G., LEPAREUX-COUTURIER S. (éd.), *Les meules à grain du Néolithique à l'Époque Médiévale : technique, culture, diffusion, Actes du 2^e colloque du Groupe Meule, Reims du 15 au 17 mai 2014*, Dijon, Société Archéologique de l'Est, 2017, 528 p. (Revue Archéologique de l'Est, supplément 43)
- BUCHSENSCHUTZ et al. 2017b** : BUCHSENSCHUTZ O., FRONTEAU G., JACCOTTEY L., JODRY F., SAUREL M., « Les meules gauloises d'Acy-Romance (08), 'La Warde' », dans BUCHSENSCHUTZ et al. 2017a, p. 117-134.
- BUCQUET 1790** : BUCQUET C., *Manuel du meunier, et du constructeur de moulin à eau et à grains*, Paris, Onfroy, 1790, 125 p.
- BULOURDE 2001** : BULOURDE M., *Processus d'altération des basaltes du Mont Cameroun : approche géochimique*, Thèse de doctorat en géologie appliquée, Université Rennes 1, 2001, 270 p. (Mémoires Géosciences Rennes, 100)
- BUTLER 2005** : BUTLER M., « Nideggen, Kreis Düren. Eine seltene Mühlenachse aus einer *villa rustica* in Schmidt », dans KUNOW J., *Archäologie im Rheinland 2004*, Stuttgart, Landschaftsverband, 2005, p. 120.
- BYHET 2003** : BYHET T., « FOUILLES SUR LE forum de Bavay (1993-1998) IV. Un sanctuaire de carrefour au sud du forum ? », *Revue du Nord*, 85 (353), 2003, p. 209-228.
- CARBILLET, JODRY 2017** : CARBILLET A., JODRY F. « Les outils de mouture du Palais d'Amathonte (Chypre) à l'âge du Fer. Premiers résultats. », dans BUCHSENSCHUTZ et al. 2017a, p. 449-460.
- CAREL 1991** : CAREL P., *Rapport de fouille, chantier Delacroix. Beaux Arts*, AFAN, Document Final de Synthèse 8, Rouen, SRA Haute-Normandie, 1991.
- CARMELEZ 1990** : CARMELEZ J.C., « Bavay : l'exploration archéologique au sud du forum : les fouilles préliminaires à la construction du musée archéologique », *Revue du Nord*, 72 (286), 1990, p. 75-123.
- CARRIÉ 1975** : CARRIÉ J.-M. « Les distributions alimentaires dans les cités de l'Empire romain tardif », *Mélanges de l'École française de Rome. Antiquité*, 87 (2), 1975, p. 995-1101.
- CARVER 1990** : CARVER M.O.H., « Pre-Viking traffic in the North Sea », dans McGRAIL S. (éd.), *Maritime Celts, Frisians and Saxons. Papers presented to a conference at Oxford in November 1988*, Londres, Council for British Archaeology, 1990, p. 117-125. (CBA Research Report 71)
- CASTELLA et al. 1994** : CASTELLA D., et coll. de BEZAT E., BEZAT P.-A., *Le moulin hydraulique gallo-romain d'Avenches "En Chaplix" (fouilles 1990-1991)*, Lausanne, Association Pro Aventico, 1994, 155 p. (Cahiers d'archéologie romande, 62 ; Aventicum, 6)
- CASTELLA, ANDERSON 2004** : CASTELLA D., ANDERSON T., « Les meules du musée romain d'Avenches », *Bulletin de l'Association Pro Aventico*, 46, 2004, p.115-169.
- CAUVIN 1839** : CAUVIN A (éd.), *Dictionnaire du commerce et de l'industrie, Vol. 3*, Bruxelles, Ed. Dubois, 1839, 480 p.
- CAVALLO et al. 2008** : CAVALLO Ch., KOOISTRA L. I., DÜTTING M. K., « Food supply to the Roman army in the Rhine delta », dans STALLIBRASS S., THOMAS R. (éd.), *Feeding the Roman Army, the Archaeological of Production and Supply in NW Europe*, Oxford, Oxbow Books, 2008, p. 69-82.
- CELET 1968** : CELET P., *Carte géologique de la France au 1/50000, notice explicative de la feuille de Cambrai*, Orléans, Éd. BRGM, 1968, 8 p. (Notice n° 36)
- CEPARANO 1998** : CEPARANO M.-L., « I pistrina nei Regionari di IV secolo », *Mélanges de l'École Française de Rome, Antiquité*, 110 (2), 1998, p. 917-927.

- CHAMBON 1954** : CHAMBON R., « La trouée de l'Oise avant et pendant la domination romaine », *Documents et Rapports de la Société Royale d'archéologie et de paléontologie de l'arrondissement judiciaire de Charleroi*, 49, 1951-1954, p. 1-64.
- CHAMPAGNE et al. 1997** : CHAMPAGNE F., FERDIÈRE A., RIALLAND Y., « Redécouverte d'un moulin à eau augustéen sur l'Yèvre (Cher) », *Revue archéologique du Centre de la France*, 36, 1997, p. 157-160.
- CHAMPION 1996** : CHAMPION E., *Moulins et meuniers carolingiens dans les polyptyques entre Loire et Rhin*, Paris, AEDEH/Vulcain, 1996, 93 p. (Coll. Histoire et Patrimoine)
- CHAOUALI 2013** : CHAOUALI M., « Une nouvelle inscription des carrières de marbre de Chimtou (l'antique *Simitthus*) », *Zeitschrift für Papyrologie und Epigraphik*, 187, 2013, p. 305-309.
- CHASTAGNOL 1980** : CHASTAGNOL A., « Remarques sur les salaires et rémunérations au IV^e siècle », dans *Les « dévaluations » à Rome. Époque républicaine et impériale. Volume 2. Actes du Colloque de Gdansk (19-21 octobre 1978)*, Rome, École Française de Rome, 1980, p. 215-233. (*Publications de l'École française de Rome*, 37-2)
- CHASTAGNOL 1981** : CHASTAGNOL A., « L'inscription constantinienne d'Orcistus », *Mélanges de l'École française de Rome. Antiquité*, 93 (1), 1981, p. 381-416.
- CHASTAGNOL 1994** : CHASTAGNOL A., *L'évolution politique, sociale et économique du monde romain de Dioclétien à Julien*, 284-363, Paris, SEDES, 1994, 394 p.
- CHAUSSAT 2009** : CHAUSSAT A.-G., *Les meules à main rotatives en Basse-Normandie, corpus n° 1 : les meules antiques*, Mémoire de Master 2, Université de Caen, 2009, 163 p.
- CHAUSSAT 2011** : CHAUSSAT A.-G., « Les œils des meta à partir de la base de données du Groupe Meule », dans BUCHSENSCHUTZ et al. 2011, p. 359-366.
- CHOLET 2010** : CHOLET L., « Le théâtre, les grands thermes, les petits thermes, l'occupation privée », dans MANTEL E. (dir.), *Briga, ou l'histoire d'une bourgade antique peu à peu dévoilée en Forêt d'Eu*, Blangy-sur-Bresle, FATRA, 2010, p. 31-39.
- CHRISTIAN 1825** : CHRISTIAN G.-J., *Traité de mécanique industrielle ou exposé de la science de la mécanique déduite de l'expérience et de l'observation, principalement à l'usage des manufacturiers et des artistes, Tome 3*, Paris, Bachelier, 1825, 482 p.
- CLARKSON, BELLAS 2014** : CLARKSON C., BELLAS A., « Mapping stone: using GIS spatial modelling to predict lithic source zones », *Journal of Archaeological Sciences*, 46, 2014, p. 324-333.
- CLOTUCHE 2009** : CLOTUCHE R., « The Scheldt Valley Commercial Activity Zone: 350 Hectares of the Gallo-Roman Landscape », *Britannia*, 40, 2009, p. 41-64.
- CLOTUCHE 2016** : CLOTUCHE R., « Les agglomérations du territoire nervien : concentration de romanité », dans *Rome en pays nervien, retour sur notre passé antique. Catalogue d'exposition présentée en 2015 au musée du Forum antique de Bavay*, Bavay, Forum antique de Bavay, 2016, p. 129-140.
- COCHET 1866** : COCHET J. B. D., *La Seine inférieure historique et archéologique, époques gauloise, romaine et franque*, Paris, Librairie historique et archéologique de Derache, 2^e édition, 1866, 614 p.
- COCHET 1871** : COCHET J. B. D., *Répertoire archéologique du département de la Seine-Inférieure*, Rouen, Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, 1871, 652 p.
- COLIN, PICOT 2009** : COLIN S., PICOT J. (dir.), *Évaluation de la ressource dans le cadre du schéma départemental des carrières, département du Pas-de-Calais, Rapport BRGM/RP – 57782-FR*, Orléans, BRGM, 2009, 85 p.
- COLLART 1996** : COLLART J.-L., « La naissance de la villa en Picardie : la ferme gallo-romaine précoce », dans BAYARD, COLLART 1996, p. 121-156.

- COLUMEAU 2005** : COLUMEAU P., « Comportement alimentaire et analyse micro-régionale : trois exemples en Gaule du sud pour les périodes anciennes », dans BOUET A., VERDIN F., *Territoires et paysages de l'Âge du Fer au Moyen Âge. Mélanges offerts à Philippe Leveau*, Bordeaux, Ausonius Éd., 2005, p. 247-256. (Mémoires, 16)
- COMET 1992** : COMET G., *Le paysan et son outil. Essai d'histoire technique des céréales (France. VIII^e-XV^e siècle)*, Rome, École Française de Rome, 1992, 711 p., 60 pl. (Collection de l'École Française de Rome, 165)
- COQUELET 2011** : COQUELET C., *Les capitales de cité des provinces de Belgique et de Germanie*, étude urbanistique, Louvain-la-Neuve, Presses Universitaires de Louvain, 2011, 368 p.
- COQUELET et al. 2013** : COQUELET C., CREEMERS G., DREESEN R., GOEMAERE E., « Les "pierres blanches" dans les monuments publics et funéraires de la cité des Tongres », *Signa*, 2, 2013, p. 29-34.
- COQUELET 2016** : COQUELET C. (dir.), *Abstract book of the international conference "Roman ornamental stones in north-western Europe. Natural resources, manufacturing, supply, life & after-life"*, Gallo-romains Museum, Tongeren (Belgium), 20-22 April 2016, Tongres, 2016, 52 p. (Coll. Rapports, Archéologie, 2)
- CORSIEZ 2016** : CORSIEZ A., « Commercialisation de la céramique et concurrence à l'époque romaine dans les territoires suessions, rèmes et viromanduels », *Revue du Nord*, 98 (418), 2016, p. 69-90.
- CORTEEL et al. 2004** : CORTEEL C., VAN DEN HAUTE P., VERNIERS J., « New sedimentological and petrographical observations on the Devonian Burnot Formation in the Belgian Rhenohercynian Basin », *Geologica Belgica*, 7 (1-2), 2004, p. 41-54.
- COURTOY 1920** : COURTOY F., « Les accroissements du musée archéologique de Namur 1908-1918 », *Annales de la Société Archéologique de Namur*, 34, 1920, p. 254-269.
- CRAWFORD, REYNOLDS 1979** : CRAWFORD M.H., REYNOLDS J.M., « The Aezani Copy of the Price Edict », *Zeitschrift für Papyrologie und Epigraphik*, 34, 1979, p. 163-210.
- CRAWFORD, RÖDER 1955** : CRAWFORD O.G.S., RÖDER J., « The quern quarries of Mayen in the Eifel », *Antiquity*, 29 (114), 1955, p. 68-76.
- CROGIEZ 1997** : CROGIEZ S., « Voies romaines et circulation monétaire », dans ROGERET I. (dir.), *Carte archéologique de la Gaule, La Seine-Maritime 76*, Paris, Éd. de la Maison des sciences de l'homme, 1997, p. 73.
- CUNLIFFE 1993** : CUNLIFFE B., *La Gaule et ses voisins : le grand commerce dans l'antiquité*, Paris, Picard, 1993, 253 p.
- CUNLIFFE, DE JERSEY 1997** : CUNLIFFE B., DE JERSEY P., *Armorica and Britain. Cross-Channel relationships in the late first millennium BC*, Oxford, Oxford University Committee for Archaeology, 1997, 117 p.
- CURLE 1911** : CURLE J., *A Roman Frontier Post and its People: The Fort of Newstead in the Parish of Melrose*, Glasgow, 1911, 431 p.
- CURWEN 1937** : CURWEN E. C., « Querns », *Antiquity*, 11 (42), 1937, p. 133-151.
- CURWEN 1941** : CURWEN E. C., « More about querns », *Antiquity*, 15 (57), 1941, p. 15-32.
- CURWEN 1944** : CURWEN E. C., « The problem of Early Water-mills », *Antiquity*, 18 (71), 1944, p. 130-146.
- CZYSZ 2016** : CZYSZ W., « Le moulin à eau du haut Moyen Âge (VIII^e siècle) dans la vallée de la Paar près de Dasing (Bavière) », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 257-268.
- D'OTREPPE 1994** : D'OTREPPE H., « Des «meules» ovoïdes près de Schlommefurt (Saint-Vith) », *Glain et Salm Haute Ardenne*, 41, 1994, p. 94-95.
- DANIELISOVÁ 2015** : DANIELISOVÁ A., « Surplus Production and Basic Aspects of Subsistence Economy », dans DANIELISOVÁ A., FERNÁNDEZ-GÖTZ, M. (éd.), *Persistent Economic Ways of Living. Production, Distribution, and Consumption in Late Prehistory and Early History*, Budapest, Archaeolingua, 2015, p. 97-111.

- DASSIBAT et al. 1982** : DASSIBAT C., DORÉ F., KUNTZ G., LE GALL J., RIOULT M., VERRON G., *Carte géologique de la France au 1/50000, notice explicative de la feuille d'Alençon*, Orléans, Éd. BRGM, 1982, 70 p. (Notice n° 251)
- DE CLERCK 1983** : DE CLERCK M., *Vicus Tienen - Eerste resultaten van een systematisch onderzoek naar een Romeins verleden*, Tienen, Stedelijk Museum 'Het Toreke', 1983, 356 p.
- DE CLERCQ et al. 2007** : DE CLERCQ W., DERU X., MORTIER S., « Un ensemble augusto-tibérien découvert à Aalter, (Flandre orientale, Belgique) et les premières importations de céramique gallo-belge dans le nord de la *civitas menapiorum* », dans SFECAG, *Actes du Congrès de Langres*, 2007, p. 501-506.
- DE CLERCQ 2010** : DE CLERCQ W., « Aux confins septentrionaux des Gaules, la « romanisation » des campagnes du nord de la *civitas Menapiorum* », dans OUZOULIAS P., TRANOY L. (dir.), *Comment les Gaules devinrent romaines*, Paris, La Découverte, 2010, p. 213-229. (Hors collection Sciences Humaines)
- DE CLERCQ 2011** : DE CLERCQ W., « Roman rural settlements in Flanders. Perspectives on a 'non-villa' landscape in *extrema Galliarum* », dans ROYMANS N., DERKS T. (dir.), *Villa landscapes in the Roman North, economy, culture and lifestyles*, Amsterdam, Amsterdam University Press, 2011, p. 235-258. (Amsterdam Archaeological Studies 17)
- DE CLERCQ, RENIERE 2015** : DE CLERCQ W., RENIERE S., « Millstone and quern deposition in the *Civitas Menapiorum*: The second life of daily used grinding tools », communication orale présentée lors de l'*international conference of the Association for Ground Stone Research Ground Stone Artifacts: Quarrying, Production, Function and Exchange*, in Haifa 5-9 juillet 2015.
- DE GROOT 2005** : DE GROOT T., *De Romeinse villa Meerssen-Onderste Herkenberg. De resultaten van het waardstellend archeologisch onderzoek in 2003 in relatie tot de onderzoeksgeschiedenis en landschappelijke context van het villacomplex*, ROB, Amersfoort, 2005, 77 p. (ROB Rapportage Archeologische Monumentenzorg 125)
- DE JONG 1999** : DE JONG T., *De Watermolen van Gemert opgespoord*, Amersfoort, ROB, 1999, 66 p. (ArcheoService Rapport nr. 8)
- DE PAEPE, VERMEULEN 1988** : DE PAEPE P., VERMEULEN F., « Archeo-petrografisch onderzoek van natuursteen gevonden in enkele Gallo-Romeinse nederzettingen uit het Gentse », *VOBOV-info*, 32-33, 1988, p. 1-15.
- DE RUYT 2002** : DE RUYT C., « Boulangers et foulons d'Ostie à l'époque impériale, quelques réflexions sur l'implantation de leurs ateliers et sur leurs fonctions précises dans la ville portuaire », dans BEAL J.-C., GOYON J.-C., *Les artisans dans la ville antique*, Lyon, Université Lumière – Lyon 2, 2002, p. 49-55. (Coll. Archéologie et Histoire de l'Antiquité Université Lumière – Lyon 2, 6)
- DE WEERD 1990** : DE WEERD, « Barges of the Zwammerdam type and their building procedures », dans McGRAIL S. (éd.), *Maritime Celts, Frisians and Saxons. Papers presented to a conference at Oxford in November 1988*, Londres, Council for British Archaeology, 1990, p. 75-76. (CBA Research Report 71)
- DEBORD 1990** : DEBORD J., « Les fouilles du site gaulois tardif de Villeneuve-Saint-Germain (Aisne) », *Bulletin de la Société archéologique, historique et scientifique de Soissons*, 35, 1990, p. 137-170.
- DECAENS 1980** : DECAENS J., « Circonscription de Haute-Normandie », *Gallia*, 38 (2), 1980, p. 349-366.
- DEFFRESSIGNE et al. 2016** : DEFFRESSIGNE S., ALLENET DE RIBEMONT G., CHAUSSÉ C., JOLLY-SAAD M.-C., LEROYER C., WIETHOLD J., ZECH-MATTERNE V., « Un moulin en bois de la première moitié du Ier siècle à Art-sur-Meurthe, l'Embanie (département Meurthe-et-Moselle, France) », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 75-89.
- DEFGNÉE et al. 2008** : DEFGNÉE A., HENROTAY D., COLLETTE O., « Un atelier de foulons gallo-romains à Arlon (province du Luxembourg, Belgique). Analyses chimiques et archéobotaniques du contenu de cuves », *Les Nouvelles de l'Archéologie*, 114, 2008, p. 47-52.
- DEFLORENNE 1973** : DEFLORENNE A., *Le Château de Macquenoise et le camp d'arkose, synthèse de documents archéologiques et historiques sur la région de Macquenoise*, Vervins, Cercle archéologique et historique de la Thiérache, 1973, 56 p.

- DEFLORENNE (rapport en cours) :** DEFLORENNE C., *Lesquin (Nord) « ZAC du Mélantois »*, Inrap, rapport en cours.
- DEHÉRAIN 1894 :** DEHÉRAIN P.-P., « La Science et l'Agriculture. Les engrais, amendements et engrais minéraux », *Revue des Deux Mondes* (4^e période), 124, 1894, p. 891-922.
- DEHÉRAIN 1899 :** DEHÉRAIN P.-P., « La Science et l'Agriculture. La terre arable, chaulage et marnage », *Revue des Deux Mondes* (4^e période), 156, 1899, p. 202-228.
- DELATTRE 1960 :** DELATTRE CH., *Carte géologique de la France au 1/50000, notice explicative de la feuille de Béthune*, Orléans, Éd. BRGM, 1960, 6 p. (Notice n° 19)
- DELATTRE et al. 2000 :** DELATTRE V., BULARD A., GOUGE P., PIHUIT P., « De la relégation sociale à l'hypothèse des of-frandes : l'exemple des dépôts en silos protohistoriques au confluent Seine-Yonne (Seine-et-Marne) », *Revue archéologique du Centre de la France*, 39, 2000, p. 5-30.
- DELAUNEY (rapport en cours) :** DELAUNAY A., *Steene (Nord) « le Château II »*, Archéopole, rapport en cours.
- DELEPIERRE 2009 :** DELEPIERRE G., *Ruitz (62) « Secteur des Meurets »*, Archéopole, rapport de fouille préventive, Lille, SRA Nord-Pas-de-Calais, 2009, 356 p.
- DELMAIRE 1996 :** DELMAIRE R. (dir.), *Carte archéologique de la Gaule, Le Nord 59*, Paris, Éd. de la Maison des sciences de l'homme, 1996, 492 p.
- DELYE 2007 :** DELYE E., « Modave/Modave : un *murus gallicus* en territoire condruze à Pont-de-Bonne », *Chroniques de l'Archéologie Wallonne*, 14, 2007, p. 106-107.
- DEMANET, VILVORDER 2013 :** DEMANET J.-C., VILVORDER F., « Une meunerie dans le vicus de Liberchies (Pont-à-Celles, Hainaut) », *Signa*, 2, 2013, p. 48-52.
- DEMANET et al. 2014 :** DEMANET J.-C., LURQUIN E., BAYOT W., SOLLAS X., CLAVEL PH., VERGAUTS P., « Pont-à-Celles/Luttre : campagne de fouilles 2013 de Pro Germiniaco au vicus des Bons-Villers à Liberchies », *Chronique de l'Archéologie Wallonne*, 22, 2014, p. 109-110.
- DEMAROLLE, PETIT 2010 :** DEMAROLLE J.-M., PETIT J.-P., « Réflexions sur les structures architecturales et techniques des métiers de bouche en Gaule Belgique et dans les Germanies », dans BEDON R. (éd.), *Macella, Tabernae, Portus. Les structures matérielles de l'économie en Gaule romaine et dans les régions voisines*, Limoges, Presses Universitaires de Limoges, 2009-2010, p. 299-324. (Caesarodum, XLIII-XLIV)
- DEMBINSKA 1985 :** DEMBINSKA M., « Différents systèmes de mouture en Europe de l'Est au Moyen-Age », dans GAST M., SIGAUT F., *Les techniques de conservation des grains à long terme*, 3, 1, Paris, CNRS, 1985, p. 109-118.
- DEMOLON et al. 1990 :** DEMOLON P., HALBOUT H., LOUIS E., LOUIS-VANBAUCE M., *Douai, cité médiévale, bilan d'archéologie et d'histoire*, Douai, Société Archéologique de Douai, 1990, 69 p. (Archaeologica Duacensis, 3)
- DEMOUGIN 2012 :** DEMOUGIN S., « Des collèges en Gaule Belgique », dans DONDIN-PAYRE M., TRAN N. (éd.), *Collegia, le phénomène associatif dans l'Occident romain*, Bordeaux, Ausonius Éd., 2012, p. 155-164.
- DERKS, ROYMANS 2009 :** DERKS T., ROYMANS N. (éd.), *Ethnic Constructs in Antiquity, The Role of Power and Tradition*, Amsterdam, Amsterdam University Press, 2009, p. 239-282.
- DERREUMAUX et al. 2003 :** DERREUMAUX M., MATTERNE V., MALRAIN F., « Indices archéologiques et archéo-botaniques du traitement des céréales du 2^e âge du Fer à la fin de la période gallo-romaine en France septentrionale », dans ANDERSON P.C., CUMMINGS L.S., SCHIPPERS T.K., SIMONEL B. (dir.), *Le traitement des récoltes : un regard sur la diversité, du Néolithique au présent, Actes des XXIII^e rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, 2002*, Antibes, APDCA, 2003, p. 219-234.
- DERREUMAUX 2005 :** DERREUMAUX M., « How to detect fodder and litter? A case study from the Roman site "Le Marais de Dourges" », *Vegetation History and Archaeobotany*, 14, 2005, p. 373-385.

- DERU et al. 2007** : DERU X., CHAMPARNAUD L., DABO S., FLORENT G., « Chronologie, céramique et statistiques », *SFECAG, actes du Congrès de Langres*, 2007, p. 49-60.
- DERU 2012** : DERU X., « L'occupation du Cambrésis à la période romaine. Résultats des campagnes de prospections systématiques », *Revue du Nord*, 94 (398), 2012, p. 121-141.
- DERU et al. 2012** : DERU X., SÉVERIN C., LOUIS É., « Introduction à l'occupation romaine dans le Douaisis », dans LEROY-LANGELIN E., WILLOT J.-M. (éd.), *Du Néolithique aux Temps modernes. 40 ans d'archéologie territoriale. Mélanges offerts à Pierre Demolon*, Villeneuve d'Ascq, Université Lille 3, 2012, p. 111-124. (*Revue du Nord*, hors-série)
- DERU 2016** : DERU X., *La Gaule Belgique*, Paris, Éd. Picard, 2016, 138 p.
- DERVILLE 1990** : DERVILLE A., « Moulins, cultures industrielles et marchands dans les campagnes artésiennes et flamandes », *Revue du Nord*, 72 (287), 1990, p. 575-592.
- DERVILLE 1999** : DERVILLE A., *L'agriculture du Nord au Moyen Âge (Artois, Cambrésis, Flandre wallonne)*, Villeneuve d'Ascq, Presses Universitaires du Septentrion, 1999, 339 p.
- DESBAT 2004** : DESBAT A., « Les tours de potiers antiques », dans FEUGÈRE M., GÉROLD J.-C. (dir.), *Le tournage, des origines à l'an Mil. Actes du colloque de Niederbronn, octobre 2003*, Montagnac, Éd. Mergoïl, 2004, p. 137-154. (Monographies Instrumentum, 27)
- DESCHIETER 1994** : DESCHIETER J., « Een Gallo-Romeinse nederzetting te Menen », *Westvlaamse Archaeologica*, 10, 1994, p. 5-22.
- DESCHODT 2005** : DESCHODT L., « Un aménagement hydraulique du v^e siècle ap. J.-C., à Etouvie (Amiens, Somme) », dans PETIT C. (dir.), *Occupation et gestion des plaines alluviales dans le nord de la France de l'Âge du Fer à l'époque gallo-romaine, Actes de la table-ronde de Molesme, 17-18 septembre 1999*, Besançon, Presses Universitaires de Franche-Comté, 2005, p. 165-172. (Annales Littéraires de l'Université de Franche-Comté, 786. Série « Environnement, sociétés et archéologie », 8)
- DESFOSSÉS 1992** : DESFOSSÉS Y., *Auzouville-Auberbosc (Seine-Maritime) « le Passe Vite »*, AFAN, rapport d'évaluation A29 section Le Havre - Yvetot, Rouen, SRA Haute-Normandie, 1992, 12 p.
- DESFOSSÉS 1996** : DESFOSSÉS Y., « L'évolution de la ferme indigène en Pays de Caux : l'apport des fouilles de l'autoroute A29 Le Havre/ Saint-Saëns (Seine Maritime) : premiers résultats », dans BAYARD, COLLART 1996, p. 203-208.
- DESMASURES 1984** : DESMASURES A., *Histoire de Saint-Michel-en-Thiérache, T.1*, Hirson, Éd. du Chertemps, 1984 (1^{ère} éd. 1883).
- DESOIGNIES 1966** : DESOIGNIES J., *Carte géologique de la France au 1/50000, notice explicative de la carte de Valenciennes*, Orléans, Éd. BRGM, 1966, 14 p. (Notice n° 28)
- DESOIGNIES, SANGNIER 1968** : DESOIGNIES J., SANGNIER P., *Carte géologique de la France au 1/50000, notice explicative de la feuille de Carvin*, Orléans, Éd. BRGM, 1968, 27 p. (Notice n° 20)
- DEVLEESCHOUWER et al. 2006** : DEVLEESCHOUWER X., GOEMAERE E., MULLARD C., « Les carrières souterraines abandonnées d'ardoise et de coticule à Vielsalm et Bertrix (Province de Luxembourg, Belgique): développement d'un outil de gestion SIG », dans *Géologie de l'Ardenne occidentale, Journées spécialisées Givet, 4-6 mai 2006*, Orléans, Éd. Du BRGM, 2006, p. 135-140. (Géologie de la France, 1-2)
- DEVROEY 1979** : DEVROEY J.-P., « Les services de transport à l'abbaye de Prüm au IX^{ème} siècle », *Revue du Nord*, 61 (242), 1979, p. 543-569.
- DEVROEY 1993** : DEVROEY J.-P., « Courants et réseaux d'échange dans l'économie francque entre Loire et Rhin », dans *Mercati e mercanti nell'alto medioevo : l'area Euroasiatica e l'area Mediterranea ; 23-29 aprile 1992*, Spoleto, Presso la sede del Centro, 1993, p. 327-393. (Settimane di studio del Centro italiano di studi sull'alto Medioevo, 40)

- DEVROEY 2006** : DEVROEY J.-P., *Puissants et misérables. Système social et monde paysan dans l'Europe des Francs (VI^e-IX^e siècles)*, Bruxelles, Académie royale de Belgique, 2006, 727 p.
- DEVROEY 2013** : DEVROEY J.-P., « La céréaliculture au haut Moyen Âge (III^e-XI^e siècles AD): Apports archéologiques et problèmes historiques récents », *Vie Archéologique*, 72, 2013, p. 59-66.
- DIDEROT, D'ALEMBERT 1751** : DIDEROT D., D'ALEMBERT J., *L'encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers, Première édition, T. 10*, 1751 (parution 1765), 927 p.
- DIJKMAN 1994** : DIJKMAN W., « Maas-Tricht, lieu de défense et centre religieux », dans DEMOLON P., GALINIÉ H., VERHAEGHE F. (éd.), *Archéologie des villes dans le Nord-Ouest de l'Europe (VII^e-XIII^e siècle)*, Actes du IV^e Congrès International d'Archéologie Médiévale (Douai, 26, 27, 28 septembre 1991), Caen, Société d'Archéologie Médiévale, 1994, p. 35-39. (Actes des congrès de la Société d'archéologie médiévale, 4)
- DIJKSTRA, VAN DER VELDE 2011** : DIJKSTRA M., VAN DER VELDE H., « House plots, pots and pins. Transformations in the Rhine estuary during the Early Middle Ages », dans PANHUYSEN T.A.S.M., *Transformations in North-Western Europe (AD 300-1000)*, Proceedings of the 60th Sachsensymposium, Maastricht, 19-23 September 2009, Hannover, Niedersächsisches Landesmuseum Hannover, 2011, p.13-26.
- DOLLÉ 1969** : DOLLÉ P., « Sédimentation du Quaternaire sur le bord Nord de l'Anticlinal d'Artois », *Annales de la Société Géologique du Nord*, 89 (1), 1969, p. 111-116.
- DOMERGUE 1983** : DOMERGUE C., *La Mine antique d'Aljustrel (Portugal) et les tables de bronze de Vipasca*, Paris, E. de Boccard, 1983, 210 p. (Publications du Centre Pierre Paris 9, Collection de la Maison des pays ibériques 12)
- DOMERGUE 2008** : DOMERGUE C., *Les mines antiques, la production des métaux aux époques grecque et romaine*, Ed. Picard, Paris, 2008, 240 p.
- DONDIN-PAYRE, TRAN 2012** : DONDIN-PAYRE M., TRAN N., « Introduction », dans DONDIN-PAYRE M., TRAN N. (éd.), *Collegia, le phénomène associatif dans l'Occident romain*, Bordeaux, Ausonius, 2012, p. 9-12.
- DONNART 2015** : DONNART K., *Le macro-outillage dans l'Ouest de la France : pratiques économiques et techniques des premières sociétés agropastorales*, thèse de doctorat soutenue à l'Université de Rennes 1, 2015, 2 vol. : 664 p., 216 p.
- DORÉ et al. 1993** : DORÉ F., DUPRET L., et coll. PELLERIN J., RIOULT M., LECOINTE A., VERRON G., *Carte géologique de la France au 1/50000, notice explicative de la feuille de Condé-sur-Noireau*, Orléans, Éd. BRGM, 1993, 74 p. (Notice n° 175)
- DOYEN 2007** : DOYEN J.-M., *Économie, monnaie et Société à Reims sous l'Empire romain : recherches sur la circulation monétaire en Gaule septentrionale intérieure*, Reims, Société archéologique champenoise, 2007, 624 p. (Coll. Archéologie urbaine à Reims 7. Bulletin de la Société archéologique champenoise, 100, 1-2)
- DREESSEN, DUSAR 2011** : DREESSEN R., DUSAR M., « Duivelsstenen in Limburg: zwerfstenen, megalieten of getuigenstenen? », *Likona Jaarboek. Provinciaal natuurcentrum Limburg*, 21, 2011, p. 14-29.
- DREESSEN et al. 2014** : DREESSEN R., COQUELET C., CREEMERS G., DE CLERCQ W., FRONTEAU G., GLUHAK T., HARTOCH E., HENRICH P., LAFITTE J.-D., PICAUVET P., RENIERE S., RUPPIENE V., THIÉBAUX A., VANDERHOEVEN A., VYNCKIER G., GOEMAERE E., « Unraveling geological and geographical provenances of lithic materials during Roman times in Belgium: a fruitful collaboration between geologists and archaeologists », *European Geologists*, 38, 2014, p. 14-20.
- DREESSEN et al. 2015** : DREESSEN R., BOGAERT L., COQUELET C., CREEMERS G., DE WINTER N., DRIESSEN P., GOEMAERE E., VANDERHOEVEN A., VYNCKIER G., « Van heinde en verre: gebruik en herkomst van polychrome marmeren in Romeins Tongeren - een eerste stand van zaken », *Signa*, 4, 2015, p. 103-118.
- DRIESSEN 2014** : DRIESSEN M., « The Roman harbours of Velsen and Voorburg-Arentsburg (NL) », dans KENNECKE H. (éd.), *Der Rhein als europäische Verkehrsachse. Die Römerzeit*, Bonn, Vor- und Frühgeschichtliche Archäologie Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, 2014, p. 209-228. (Bonner Beiträge zur Vor- und Frühgeschichtlichen Archäologie, 16)

- DRIESSEN, BESSELSSEN 2014** : DRIESSEN M., BESSELSSEN E. (éd.), *Voorburg-Arentsburg, Een Romeinse havenstad tussen Rijn en Maas, Deel 2 Materiaalstudies, II Romeinse tijd*, Amsterdam, Université d'Amsterdam, 2014, 994 p. (Themata, 7)
- DUBOIS 1947** : DUBOIS Ch., « Vestiges antiques dans les cantons de Malmedy et de Saint-Vith », *Folklore Stavelot-Malmedy*, 11, 1947, p. 15-16.
- DUBOIS, DUPARQUE 1922** : DUBOIS G., DUPARQUE A., « Les tufs calcaires de la plaine maritime entre Calais et Guînes », *Annales de la Société Géologique du Nord*, 47, 1922, p. 117-132.
- DUBOIS et al. 2001** : DUBOIS S., MANTEL E., DEVILLERS S., « La diffusion des céramiques romano-britanniques entre Dieppe et Boulogne-sur-mer (du II^{ème} au début du V^{ème} siècle) », dans TUFFREAU-LIBRE M. JACQUES A., *La céramique en Gaule et en Bretagne romaines : commerce, contacts et romanisation, Actes de la Table Ronde d'Arras (23 au 25 octobre 1998)*, Berck-sur-Mer, Centre de Recherches Archéologiques et de Diffusion Culturelle, 2001, p. 49-85. (Nord-Ouest Archéologie, 12)
- DUBRU, JEHENSON 1999** : DUBRU A., JEHENSON E., *Contribution à l'histoire des tanneries en Ardenne et dans le Luxembourg*, Rossignol, Éd. Histoire Collective, 1999, 164 p.
- DUBY 1973** : DUBY G., *Guerriers et paysans. VII-XII^e siècle. Premier essor de l'économie européenne*, Paris, Gallimard, 1973, 308 p.
- DUMASY 2010** : DUMASY F., « 10. Villes, agglomérations, campagnes : comment évoluent-elles au début de la période romaine ? », dans OUZOULIAS P. et al. (éd.), *Comment les Gaules devinrent romaines*, Paris, La Découverte, 2010, p. 143-158. (Hors collection Sciences Humaines)
- DUNCAN-JONES 1974** : DUNCAN-JONES R., *The Economy of the Roman Empire. Quantitative studies*, Cambridge, Cambridge University Press, 1974, 396 p.
- DUPUIS, STEURBAUT 1987** : DUPUIS C., STEURBAUT E., « Altérites, sables marins (NP8, NP9) et fluviatiles, silicification et stromatolites dans le Paléocène supérieur entre Criel et le Cap d'Ailly (Haute-Normandie) », *Annales de la Société Géologique du Nord*, 105, 1987, p. 233-242.
- DUPUIS, THIRY 1998** : DUPUIS C., THIRY M., « Geological frame of the Sparnatian », dans THIRY M., DUPUIS C., *The Paleocene/Eocene boundary in Paris Basin: the Sparnatian deposits. Field trip guide*, Paris, École des Mines de Paris, 1998, p 3-12. (Mémoire des Sciences de la Terre, 34)
- DUPUIS et al. 2014** : DUPUIS C., QUESNEL F., BAELE J.-M., « PETM related paleoweathering on the southern margins of the North Sea Basin. Examples from the Mons Basin (Belgium) and the Dieppe-Hampshire Basin (Normandy, France) », *Rendiconti Online Societa Geologica Italiana*, 31, 2014, p. 68-69.
- DUSAR et al. 2009** : DUSAR M., DREESEN R., DE NAEYER A., *Natuursteen in Vlaanderen, versteend verleden*, Mechelen, Wolters Kluwer, 2009, 562 p.
- DUVAL et al. 2012** : DUVAL C., LEPETZ S., HORARD-HERBIN M.-P., « Diversité des cheptels et diversification des morphotypes bovins dans le tiers nord-ouest des Gaules entre la fin de l'âge du Fer et la période romaine », *Gallia*, 69 (2), 2012, p. 79-114.
- DUVAL et al. 2013** : DUVAL C., LEPETZ S., HORARD-HERBIN M.-P., « Morphological changes in domestic cattle in Gaul, from the second century BC to the fifth century AD: diversity of herds in the Seine valley (France) and northern Gaul », *Journal of Archaeological Science*, 40, 2013, p. 3977-3990.
- DUVAL et al. 2016** : DUVAL C., CUCCHI T., HORARD-HERBIN M.-P., LEPETZ S., « Le modèle romain a-t-il influencé l'élevage en Gaule ? De nouvelles perspectives ouvertes par la morphométrie géométrique et l'observation des formes dentaires du cochon », dans BLANCQUAERT G., MALRAIN F. (éd.), *Évolution des sociétés gauloises du Second Âge du Fer entre mutations internes et influences externes, actes du 38^e colloque international de l'AFEAF, Amiens, 29 mai – 1^{er} juin 2014*, Amiens, Société archéologique de Picardie, 2016, p. 657-662. (Revue Archéologique de Picardie, n° spécial 30)

- DUVAL 2017** : DUVAL C., « La taille du bétail est loin d'être un détail. Lire les paysages économiques et culturels à travers la morphologie animale », *Les Nouvelles de l'archéologie*, 148, 2017, p. 56-61.
- DUVAL 1984** : DUVAL P.-C., « Rouen et les voies antiques de Haute-Normandie », *Annales de Normandie*, 34 (1), 1984, p. 3-13.
- DUVAUT 2013** : DUVAUT A. (dir.), *Wailly-Beaucamps (62) « route de Boisjean »*, Inrap, rapport de fouille, 2013, 2 Vol. : 129 et 176 p.
- DUVETTE 2017** : DUVETTE L. (dir.), *ZAC de Renancourt, Site 1, Site 2, Site 3, Site 5a / 5b. Tome 1 : Présentation des données, étude des habitats et des zones funéraires*, Inrap, rapport de fouille préventive, Amiens, SRA Hauts-de-France, 2017, 555 p.
- DUVIVIER et al. 2014** : DUVIVIER H., et coll. LEMÉE E., DELAS J., SCHLEIFER J., *Bierne / Socx (Nord 59) « ZAC II du Bierendyck et de la Croix Rouge »*, Archéopole, Rapport de fouille préventive, Linselles, 2014, 702 p. (Rapport inédit, Lille, SRA Nord-Pas-de-Calais)
- DUVIVIER (rapport en cours)** : DUVIVIER H. (dir.), *Villeneuve d'Ascq (Nord) « rue de la Liberté »*, Archéopole, rapport en cours.
- ELISSALDE 2000** : ELISSALDE B., « Géographie, temps et changement spatial », *Espace géographique*, 29 (3), 2000, p. 224-236.
- ELLEBOODE (rapport en cours)** : ELLEBOODE E. (dir.), *Pitgam (59) « Sculleveldt »*, Inrap, rapport en cours.
- ELLMERS 1972** : ELLMERS D., *Frühmittelalterlichen Handelschiffart in Mittel- und Nordeuropa*, Neumünster, K. Wachholtz, 1972, 358 p.
- ELLMERS 1974** : ELLMERS D., « Nautical Archaeology in Germany », *International Journal of Nautical Archaeology*, 3, 1974, p. 137-145.
- ELLMERS 1990** : ELLMERS D., « The Frisian monopoly of coastal transport in the 6th-8th centuries AD », dans Mc-GRAIL S. (éd.), *Maritime Celts, Frisians and Saxons. Papers presented to a conference at Oxford in November 1988*, Londres, Council for British Archaeology, 1990, p. 91-92. (CBA Research Report 71)
- ENZMANN 2013** : ENZMANN J., « The shift of trade routes across the English Channel during the roman expansion in Western Europe », *Skyllis*, 1, 2013, p. 32-37.
- ERDKAMP 2005** : ERDKAMP P., *The Grain Market in the Roman Empire*, Cambridge, Cambridge University Press, 2005, 364 p.
- ERIM, REYNOLDS 1973** : ERIM K.T., REYNOLDS J., « The Aphrodisias copy of Diocletian's Edict on Maximum prices », *Journal of Roman Studies*, 63, 1973, p. 99-110.
- ETCHART-SALAS 2017** : ETCHART-SALAS M., « Le matériel de mouture de Bezannes (Marne) du Néolithique à la période gallo-romaine : synthèse d'une quinzaine d'année d'archéologie préventive », dans BUCHSENSCHUTZ et al. 2017a, p. 103-116.
- EVANS, FENWICK 1971** : EVANS A.C., FENWICK V.H., « The Graveney boat », *Antiquity*, 45 (178), 1971, p. 89-96, pl. XIII-XX.
- FAJON 2003** : FAJON Ph., « Les implantations des habitats ruraux antiques (La Tène finale/Haut Empire) : opportuniste topographie ou déterminisme fonctionnel ? », dans LEPETZ S., MATTERNE V. (éd.), *Cultivateurs, éleveurs et artisans dans les campagnes de la Gaule romaine, actes du VI^e colloque de l'association AGER, Compiègne, juin 2002*, Amiens, Société archéologique de Picardie, 2003, p. 7-22. (Revue archéologique de Picardie, 1/2)
- FARGET, FRONTEAU 2011** : FARGET V., FRONTEAU G., « Les carrières de meules des Fossottes, La Salle (Vosges) », dans BUCHSENSCHUTZ et al. 2011, p. 137-145.

- FÉMOLANT 1998** : FÉMOLANT J.-M., « Beauvais, La Tour Boileau », *Bilan Scientifique Régional, de Picardie*, 1998, p. 53-55.
- FÉMOLANT 1999** : FÉMOLANT J.-M., « Beauvais », dans *Archéologie des Villes. Démarches et exemples en Picardie*, Amiens, Société archéologique de Picardie, 1999, p. 145-152. (Revue Archéologique de Picardie, n° spécial 16)
- FENWICK 1978** : FENWICK V., *The Graveney Boat*, Oxford, Archaeopress, 1978, 296 p. (British Archaeological Reports, British Series, 53)
- FERDIÈRE 2001** : FERDIÈRE A., « La “distance critique” : artisans et artisanat dans l’Antiquité romaine et en particulier en Gaule », *Les petits cahiers d’Anatole*, 1, 2001, p. 2-31.
- FERDIÈRE 2003** : FERDIÈRE A., « La place du domaine foncier dans la production artisanale destinée au marché », *Revue Archéologique de Picardie*, 1/2, 2003, p. 263-279.
- FERDIÈRE 2007** : FERDIÈRE A., « Des maîtres de domaines investissent dans la manufacture : funduset productionartisanale en Gaule romaine », *Bulletin de liaison AGER*, 17, 2007, p. 9-18.
- FERDIÈRE 2012** : FERDIÈRE A., « La production de terres cuites architecturales en Gaule et dans l’Occident romain, à la lumière de l’exemple de la Lyonnaise et des cités du nord-est de l’Aquitaine : un artisanat rural de caractère domanial ? », *Revue archéologique du Centre de la France*, 51, 2012, p. 17-187.
- FERDIÈRE et al. 2013** : FERDIÈRE A., TRINTIGNAC A., et coll. de BELINGARD Chr., HALLAVANT Ch., MAROT E., POITEVIN G., POUPON F., STERNBERG M., « La cuisine d’une *domus* de Javols/*Anderitum* (Lozère), chef-lieu de Cité des Gabales : l’alimentation d’une demeure aisée dans la seconde moitié du II^e s. apr. J.-C. », dans MAUNÉ S., MONTEIX N., POUX M. (dir.), *Cuisines et boulangeries en Gaule romaine*, Paris, Ed. CNRS, 2013, p. 39-70. (Gallia, 70.1)
- FERNÁNDEZ-GÖTZ 2014** : FERNÁNDEZ-GÖTZ M., *Identity and Power: The Transformation of Iron Age Societies in Northeast Gaul*, Amsterdam, Amsterdam University Press, 2014, 288 p.
- FEUGUEUR 1963** : FEUGUEUR L., *L’Yprésien du Bassin de Paris : essai de monographie stratigraphique*, Orléans, Éd. BRGM, 1963, 568 p. (Mémoires pour servir à l’explication de la carte géologique détaillée de la France)
- FICHTL 1994** : FICHTL S., *Les Gaulois du nord de la Gaule (150 – 20 av. j.-C.)*, Paris, Errance, 1994, 190 p.
- FICHTL 1996** : FICHTL S., « Les fortifications de la Gaule Belgique à La Tène finale : une approche des entités régionales », *Revue archéologique de Picardie*, 3-4, 1996, p. 223-231.
- FICHTL 2003** : FICHTL S., « Cité et territoire celtique à travers l’exemple du *Belgium* », *AEspA*, 76, 2003, p. 97-110.
- FICHTL 2004** : FICHTL S., « Des capitales de cités gauloises aux chefs-lieux de province : le cas de Reims-Durocortorum », dans RUIZ DE ARBULO J. (éd.). *Simulacra Romae : Roma y las capitales provinciales del Occidente Europeo : estudios arqueológicos. Actes du colloque de Tarragone, 12-14 décembre 2002*, Tarragone, El Médol, 2004, p. 295-306.
- FICHTL 2007** : FICHTL S., « Le III^e s. av. n. è. : genèse des entités politiques en Gaule ? », dans MENNESSIER-JOUANNET C, ADAM A.-M., MILCENT P.-Y. (éd.), *La Gaule dans son contexte européen aux IV^e et III^e s. av. n. è., actes du XXVII^e colloque international de l’AFEAF, Clermont-Ferrand, 29 mai – 1^{er} juin 2003*, Lattes, Éd. de l’Association pour le Développement de l’Archéologie en Languedoc-Roussillon, 2007, p. 283-289. (Monographies d’Archéologie Méditerranéenne)
- FICHTL 2013** : FICHTL S., « Rome en Gaule : organisation territoriale de la Gaule de l’époque de l’indépendance au début de la période romaine », dans HANSEN S., MEYER M. (éd.), *Parallele Raumkonzepte*, Berlin, De Gruyter, 2013, p. 291-304. (*Topoi*, Berlin studies of the Ancient World, 16)
- FINLEY 1965** : FINLEY M., « Technical innovation and Economic Progress in the Ancient World », *Economic History Review*, 18, 1965, p. 29-45.
- FINLEY, MORRIS 1999** : FINLEY M., MORRIS I., *The Ancient Economy*, Berkeley, University of California Press, 1999, 262 p.

- FLATRÈS 1980** : FLATRÈS P., *Atlas et géographie du Nord et de la Picardie*, Genève, Flammarion, 1980, 423 p.
- FLORENT, DERU 2012** : FLORENT G., DERU X., « La céramique à Reims de César à Clovis », dans BATTIGNE-VALLET C. (dir.), *Les céramiques communes dans leur contexte régional. Faciès de consommation et mode d'approvisionnement. Actes de la table-ronde organisée à Lyon les 2 et 3 février 2009 à la Maison de l'Orient et de la Méditerranée*, Lyon, 2012, p. 277-314. (Travaux de la Maison de l'Orient et de la Méditerranée, n° 60)
- FLUZIN, MANGIN 2006** : FLUZIN P., MANGIN M., « L'organisation de la production métallurgique dans une villa gallo-romaine : le travail du fer à Alésia », *Revue Archéologique de l'Est*, 55, 2006, p. 129-150.
- FOLLAIN 2004** : FOLLAIN E., « Rouen – Espace du Palais », *ADLFI. Archéologie de la France - Informations, Haute-Normandie*, mis en ligne le 01 mars 2004. [En ligne : <http://adlfi.revues.org/12215>, consulté le 30/09/2016]
- FONTAINE 1983** : FONTAINE S., « La pierre du Pas d'âne », *Bulletin d'information Les amis de Logbierné asbl*, 3, 1983, p. 29-34.
- FORTE et al. 2017** : FORTE J., PARCERO-OUBIÑA C. COSTA-GARCÍA J.-M., « A GIS-based analysis of the rationale behind Roman roads. The case of the so-called Via XVII (NW Iberian Peninsula) », *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 17/3, 2017, p. 163-189.
- FORT, TISSERAND 2016** : FORT B., TISSERAND N., « Les éléments métalliques dans les contextes de meuneries antiques : premier bilan », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 775-793.
- FOSSIER 1982** : FOSSIER R., « L'équipement en moulins et l'encadrement des hommes », dans *L'Histoire des sciences et des techniques doit-elle intéresser les historiens ? Colloque organisé par la Société française d'Histoire des sciences et des techniques à l'Université Paris I, 1981*, Paris, Centre de documentation d'histoire des techniques, 1982, p. 230-248.
- FOUCAULT, RAOULT 2005** : FOUCAULT A., RAOULT J.-F., *Dictionnaire de Géologie, 6^e édition*, Paris, Dunod, 2005, 382 p.
- FOURNY, VAN ASSCHE 1993** : FOURNY M., VAN ASSCHE M., « Ath/Ghislenghien : élément de moulin à bras de type gaulois », *Chronique de l'Archéologie Wallonne*, 1, 1993, p. 23.
- FRANCE 2001** : FRANCE J., *Quadragesima Galliarum : l'organisation douanière des provinces alpestres, gauloises et germaniques de l'Empire romain : I^{er} siècle avant J.-C.-III^e siècle après J.-C.*, Rome, École Française de Rome, 2001, 498 p. (Collection de l'École Française de Rome, 278)
- FRANKEL 2003** : FRANKEL R., « The Olynthus Mill, Its Origin, and Diffusion: Typology and Distribution », *American Journal of Archaeology*, 107 (1), 2003, p. 1-21.
- FRIBOULET 2007** : FRIBOULET M. (dir.), *Attichy-Bitry (Oise), « Carrière de granulats » secteur 2, 2007*, Inrap, rapport de diagnostic, Amiens, SRA Picardie, 2007, 46 p.
- FRONTEAU et al. 2010** : FRONTEAU G., MOREAU C., THOMACHOT-SCHNEIDER C., BARBIN V., « Variability of some Lutetian building stones from the Paris Basin, from characterisation to conservation », *Engineering Geology*, 115, 2010, p. 158-166.
- FRONTEAU, BOYER 2011** : FRONTEAU G., BOYER F., « Roches meulières : de la classification pétrographique à la classification texturale d'un potentiel «mécanique» », dans BUCHSENSCHUTZ et al. 2011, p. 111-120.
- FRONTEAU 2013** : FRONTEAU G., « Partie 3 : Caractérisation pétrographique des pierres meulières », dans JACCOTTEY L. (dir.), *Les carrières de meules de Bibracte et d'Autun*, rapport de prospection pédestre, Dijon, SRA Bourgogne, 2013, p. 97-124.
- FRONTEAU et al. 2014** : FRONTEAU G., TURMEL A., PICHARD C., DECROCK B., DEVOS A., LEJEUNE O., MÉNIVAL D., CHALUMEAU L., COMBAUD A., « Les approvisionnements en pierre de construction à Reims : des choix marqués par de fortes contraintes géologiques, géographiques et socio-économiques », dans LORENZ J., BLARY F. ET GÉLY J.-P. (dir.), *Histoire urbaine de la pierre à bâtir, actes du 137^e congrès national du CTHS : 23-28 avril 2012 (Tours)*, Paris, CTHS, 2014, p. 235-250.

- FRONTEAU *et al.* 2017a :** FRONTEAU G., BOYER F., FROUIN M., JACCOTTEY L., LEPAREUX-COUTURIER S., MILLEVILLE A., PICAUVET P., « Les principales pierres meulières utilisées en Champagne-Ardenne : gisements, matériaux, utilisations », dans BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2017a, p. 35-52.
- FRONTEAU *et al.* 2017b :** FRONTEAU G., BOYER F., BUCHSENSCHUTZ O., LEPAREUX-COUTURIER S., HAMON C., JACCOTTEY L., « Caractérisations et indexations des variétés des pierres meulières : de l'étude pétrographique à la définition de types simplifiés au sein d'une base de données géoréférencées », dans BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2017, p. 165-174.
- FULFORD 2008 :** FULFORD M., « Coasting Britannia: Roman Trade and Traffic Around the Shores of Britain », dans GOSDEN C., HAMEROW H., DE JERSEY P., LOCK G. (éd.), *Communities and Connections: Essays in Honour of Barry Cunliffe*, Oxford, Oxford University Press, 2008, p. 54-74.
- GAENG *et al.* 2014 :** GAENG C., METZLER J., GASPARD N., HOMAN L., *L'oppidum gaulois du Titelberg*, Bertrange, CNRA, 2014, 48 p.
- GALLAND *et al.* 2016 :** GALLAND S., FRAUCIEL M., LANSIVAL S., « Prény et Hatrize (Meurthe-et-Moselle) : des fragments de meules hydrauliques en roche basaltique du haut Moyen Âge », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 249-255.
- GALLAND, JACCOTTEY 2016 :** GALLAND S., JACCOTTEY L., « Les meules », dans LÉMANT J.-P., MOULIS C., *Le Château des Fées de Montcy-Notre-Dame, archéologie d'un site de l'An Mil*, Nancy, Presses Universitaires de Lorraine, 2016, p. 169-171.
- GALLIEN 1995 :** GALLIEN V., *Rapport préliminaire – Palais de Justice-place Foch (Rouen) : phase 3 – secteur « centre »*, AFAN, Document Final de Synthèse 808, Rouen, SRA Haute-Normandie, 1995.
- GARCIA 2016 :** GARCIA C., *Corpus des meules en Grès de Fosses du I^{er} au IV^{ème} siècle provenant du site antique de Vendeuil-Caply (Oise)*, Villiers-le-Bel, Association JPGF, 2016, 36 p. (Bulletin semestriel de l'Association JPGF de Villiers-le-Bel, 2016-2)
- GARCIA 1995 :** GARCIA D., « Les carrières de meules d'Agde grecque (Hérault) et la diffusion du type rotatif en Gaule méridionale », dans AMOURETTI M.-CL., COMET G. (éd.), *La transmission des connaissances techniques : tables-rondes d'Aix-en-Provence avril 1993 – mai 1994*, Aix-en-Provence, Presses Universitaires de Provence, 1995, p. 25-32. (Cahier d'Histoire des techniques 3)
- GARCIA 1997 :** GARCIA D., « Les structures de conservation des céréales en Méditerranée nord-occidentale au premier millénaire av. J.-C. : innovations techniques et rôle économique », dans GARCIA D., MEEKS D. (éd.), *Techniques et économie antiques et médiévales : le temps de l'innovation, Actes du colloque d'Aix-en-Provence (21-23 mai 1996)*, Paris, Errance, 1997, p. 88-95.
- GAUDEFROY, MICHEL 1997 :** GAUDEFROY S., MICHEL K. (dir.), *Habitats de la fin du second Âge du Fer et du début de la période gallo-romaine à Salperwick (62) « les Nouvelles Marnières »*, AFAN, DFS de sauvetage urgent, Lille, SRA Nord-Pas-de-Calais, 1997, 38 p.
- GAUDEFROY 2010 :** GAUDEFROY S. (dir.), *Fricamps (80) « La Cramailère », Un établissement agricole de La Tène D1*, Rapport de fouille préventive, Inrap, SRA Picardie, 2010, 80 p.
- GAUDEFROY 2015 :** GAUDEFROY S. (dir.), *Glisy (Somme) « les Quatorze, ZAC de la Croix de Fer, pôle Jules Verne, site C »*, habitat à fossé monumental de la fin de La Tène ancienne, Inrap, rapport de fouille préventive, Amiens, SRA Picardie, 2015, 345 p.
- GAUTHIER *et al.* 2008 :** GAUTHIER E., WELLER O., NUNNINGER L., GABILLOT M., QUILLIEC B., PÉTREQUIN P., « Models for the study of the consumption and the circulation of resources and products in France and Western Europe during the neolithic and the Bronze Age (Programme ArchaeDyn) », *ARCHAEDYN. 7 millennia of territorial dynamics, settlement pattern, production and trades from Neolithic to Middle Ages. Final Conference – University of Burgundy, Dijon, 23-25 June 2008*, Préactes, p. 197-210.
- GAUTHIER *et al.* 2013 :** GAUTHIER E., WELLER O., GIRAUD J., BRIGAND R., PÉTREQUIN P., GABILLOT M., « Theoretical

Space-Time Modelling of the Diffusion of Raw Materials and Manufactured Objects », dans EARL G., SLY T., CHRYSANTHI A., MURRIETA-FLORES P., PAPADOPOULOS C., ROMANOWSKA I., WHEATLEY D., *CAA 2012 : Archaeology in the Digital Era, Volume II, e-Papers from the 40th Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology Southampton, 26-30 March 2012*, Amsterdam, Amsterdam University Press, 2013, p. 863-873.

GAUTIER 2016 : GAUTIER A., « La piraterie dans les mers du Nord au haut Moyen Âge (V^e-XII^e siècle) », dans BUTI G., HRODEJ P. (dir.), *Histoire des pirates et des corsaires, de l'Antiquité à nos jours*, Paris, CNRS Éditions, 2016, p. 7790.

GAZENBEEK et al. 2013 : GAZENBEEK M., BELLAVIA V., BRAGUIER S., PILLARD-JUDE C., WIETHOLD J., « La cuisine d'une maison de maître du Haut-Empire à Grand (Vosges) », dans MAUNÉ S., MONTEIX N., POUX M. (dir.), *Cuisines et boulangeries en Gaule romaine*, Paris, Ed. CNRS, 2013, p. 97-112. (Gallia, 70.1)

GÉLY 2009 : GÉLY J.-P., « Le Lutétien : une période charnière de l'histoire du Bassin parisien », *Saga information*, 284, 2009, p. 6-24.

GEMEHL (à paraître) : GEMEHL D., *Découverte d'un faubourg d'Amiens, le site de la ZAC Cathédrale*, Paris, Inrap - CNRS. (Coll. Recherches Archéologiques, à paraître)

GENEQUAND 2016 : GENEQUAND D., « La meunerie hydraulique au début de l'époque islamique (VII^e – VIII^e siècle) au Proche-Orient : un état de la question », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 507-528.

GEORGES (rapport en cours) : GEORGES J., *Dourges (Pas-de-Calais), extension plateforme Delta 3*, Archéopole, rapport en cours.

GERVILLE (DE) 1830 : GERVILLE (DE) C., « Recherche sur les villes et les voies romaines dans le Cotentin », *Mémoire de la Société des Antiquaires de Normandie*, 5, 1830, p. 1-60.

GIFFORD, GIFFORD 1998 : GIFFORD E.W., GIFFORD J., « The sailing characteristics of Saxon ships », dans POMEY P., RIETH E. (dir.), *Construction navale maritime et fluviale. Approches archéologique, historique et ethnologique*, Paris, CNRS Éd., 1998, p. 177-184. (*Archaeonautica*, 14)

GIOT et al. 1974 : GIOT D., MÉDIONI R., et coll. LAUTRIDOU J.-P., PANEL R., VERRON G., *Carte géologique de la France au 1/50000, notice explicative de la feuille de Londinières*, Orléans, Éd. BRGM, 1974, 34 p. (Notice n° 59)

GIOT et al. 1986 : GIOT D., MALLET N., MILLET D., « Les silex de la région du Grand-Pressigny (Indre-et-Loire). Recherche géologique et analyse pétrographique », *Revue Archéologique du Centre de la France*, 25 (1), 1986, p. 21-36.

GIOT et al. 1995 : GIOT P.-R., CHAURIS L., MORZADÉC H., « L'apport de la pétrographie à l'archéologie préhistorique sur l'exemple du cairn de Barnenez en Plouezoc'h (Finistère) », *Revue Archéologique de l'Ouest*, 12 (1), 1995, p. 171-176.

GIRARD, LINDET 1903 : GIRARD A., LINDET L., *Le froment et sa mouture. Traité de meunerie d'après un manuscrit inachevé*, Paris, Gauthier-Villars, 1903, 355 p.

GLAUBEN 2012 : GLAUBEN A. M., « Des vicus von Mayen (Lkr. Mayen-Koblenz), alte grabungen und neue forschungen », dans GRÜNEWALD M., WENZEL S., *Römische Landnutzung in der Eifel, neue ausgrabungen und forschungen, Tagung in Mayen, vom 3. Bis zum 6. November 2011*, Mainz, Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, 2012, p. 87-98. (RGZM Tagungen, Band 16)

GLAUBEN 2013 : GLAUBEN A.M., « Der vicus von Mayen (Lkr. Mayen-Koblenz) », dans HEISING A. (éd.), *Neue Forschungen zu zivilen Kleinsiedlungen (vici) in den römischen Nordwest-Provinzen, Akten der Tagung Lahr 21-23/10/2010*, Bonn, Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH, 2013, p. 63-76.

GLÉNISSON, CARPENTIER 1962 : GLÉNISSON J., CARPENTIER E., « Bilans et méthodes : la démographie française au XIV^e siècle », *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations*, 17 (1), 1962, p. 109-129.

GLUHAK, HOFMEISTER 2008 : GLUHAK T.M., HOFMEISTER W., « Provenance analysis of roman millstones: mapping of trade areas in roman Europe », dans KOSTOV R. I., GAYDARSKA B., GUROVA M. (éd.), *Geoarchaeology and Archaeomineralogy, Proceedings of the International Conference, 29-30 October 2008*, Sofia, Sofia, Publishing House "St. Ivan Rilski", 2008, p. 111-115.

- GLUHAK, HOFMEISTER 2009** : GLUHAK T. M., HOFMEISTER W., « Roman lava quarries in the Eifel region (Germany): geochemical data for millstone provenance studies », *Journal of Archaeological Science*, 36 (8), 2009, p. 1774-1782
- GLUHAK 2010** : GLUHAK T.M., « Mühlen für das Römische militär. Geochemische herkunftsanalysen von mühlsteinen aus den Augusteischen lagern Haltern, Oberaden, Anreppen und Barkhausen », *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 40 (2), 2010, p. 273-284.
- GLUHAK, HOFMEISTER 2011** : GLUHAK T.M., HOFMEISTER W., « Geochemical provenance analyses of Roman lava millstones north of the Alps: a study of their distribution and implications for the beginning of Roman lava quarrying in the Eifel region (Germany) », *Journal of Archaeological Science*, 38 (7), 2011, p. 1603-1620.
- GLUHAK et al. 2012** : GLUHAK T.M., GEISWEID J., XU W., « Mineralogische Untersuchungen von Basalt, Tuff und Keramik als Erkenntnismittel für römische Landnutzung und Wirtschaftsstrukturen », dans GRÜNEWALD M., WENZEL S., *Römische Landnutzung in der Eifel, neue ausgrabungen und forschungen, Tagung in Mayen, vom 3. Bis zum 6. November 2011*, Mainz, Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, 2012, 25-47. (RGZM Tagungen, Band 16)
- GLUHAK, SCHWALL 2015** : GLUHAK T.M., SCHWALL C., « Provenance analyses of the volcanic rock grinding stones from the Greek colony of Selinunte, Sicily (Italy) – Constraints and possibilities », *Archaeometry*, 57 (2), 2015, p. 246-268.
- GODFROID 1980** : GODFROID J., Étude géomorphologique des vestiges d'orpaillage dans le bassin de la Haute Amblève, Mémoire de Licence de la faculté des sciences de Liège, 1980.
- GOEMAERE 2010** : GOEMAERE E. (dir.), *Terre, pierre et feu en vallée mosane. L'exploitation des ressources minérales de la commune d'Andenne : géologie, industries, cadre historique et patrimoines culturel et biologique*, Stavelot, Institut Géologique de Belgique, 2010, 554 p. (Coll. Géosciences, 3)
- GOEMAERE et al. 2015** : GOEMAERE E., DEMARQUE S., DREESEN R., DECLERCQ P.-Y., « The Geological and Cultural Heritage of the Caledonian Stavelot-Venn Massif, Belgium », *Geoheritage*, 2015, p. 1-23.
- GOMEZ PALLARÈS 2008** : GOMEZ PALLARÈS J., « The four seasons as a funerary symbol in the written and visual cultura of Rome: an approach », dans MARCO SIMON F., PINA POLO F., REMESAL RODRIGUEZ J., *Formae Mortis: El transito de la vida a la muerte en las sociedades antiguas*, Barcelona, Universitat de Barcelona, 2008, p. 143-163.
- GONZÁLEZ VILLAESCUSA, JACQUEMIN 2011** : GONZÁLEZ VILLAESCUSA R., JACQUEMIN T., « Gallia Belgica : un objet sans revendication nationale », *Études rurales*, 188, 2011, p. 93-111.
- GOSSELET 1883** : GOSSELET J., « Note sur l'Arkose d'Haybes et du Franc-Bois de Willerzies », *Annales de la Société Géologique du Nord*, 10, 1882-83, p. 194-205.
- GOSSELET 1888** : GOSSELET J., *L'Ardenne, mémoires pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France*, Paris, Baudry & Cie, 1888, 881 p.
- GOUDALIER et al. 1992** : GOUDALIER M., LAMARCHE J., PILON W., MEILLIEZ F., « La coupe du Moulin de Fétrogne (Dévonien Inférieur, bord nord du massif de Rocroi) », *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle des Ardennes*, 82, 1992, p. 22-26.
- GRAILLET 2002** : GRAILLET L., « Sans fouilles ni orpaillage, sur les traces des anciennes galeries », *Bulletin du Cercle d'Histoire et d'Archéologie SEGNIÀ*, 27 (4), 2002 p. 115-140.
- GRANDJEAN 1985** : GRANDJEAN H., « Le Pas-d'Âne », *Bulletin d'information Les amis de Logbiermé asbl*, 5, 1985, p. 8-14.
- GRANSAR et al. 2000** : GRANSAR F., MATTERNE V., POMMEPUY C., « Témoins archéologiques de la chaîne opératoire de traitement des céréales vêtues à l'âge du Fer dans le Nord de la France », dans BUXO R., PONS E. (dir.), *Els productes alimentaris d'origen vegetal a l'edat del Ferro de l'Europa occidental : de la produccio al consum*, Actes du XXII^e colloque de l'Association Française pour l'Etude de l'Âge du Fer, Girona, mai 1998, Girona, Museu d'Arqueologia de Catalunya, 2000, p. 237-249. (Sèrie Monogràfica, 18).

- GREEN 2011** : GREEN C., « Hertfordshire Puddingstone querns – working with a difficult rock », dans WILLIAMS, PEACOCK 2011a, p. 123-130.
- GREEN 2016a** : GREEN C., « The exploitation of silcretes (sarsen and puddingstone) in England and Normandy since Stonehenge », *Proceedings of the Geologists' Association*, 127, 2016, p. 349–358.
- GREEN 2016b** : GREEN C., « Querns and millstones in Late Iron Age and Roman London and South-East England », dans BIRD D. (ed.) *Agriculture and Industry in South-Eastern Roman Britain*, Oxford, Oxbow Books, 2016, p. 156-179.
- GREEN et al. 2016** : GREEN C., JONES M., LOVELL B., TUBB J., « Discovery of a second Roman quarry in Hertfordshire for manufacture of querns from Paleogene Hertfordshire Puddingstone siliceous concretions », *Proceedings of the Geologists' Association*, 127, 2016, p. 359-362.
- GREENE 1986** : GREENE K., *The Archaeology of the Roman Economy*, Los Angeles, University of California Press, 1986, 192 p.
- GRIMALDI BERNARDI 2005** : GRIMALDI BERNARDI G., *Botteghe romane, l'arredamento*, Roma, **Quasar**, 2005, 115 p. (Vita e costumi del mondo romano antico, 27)
- GROOT 2008** : GROOT M., « Surplus production of animal products for the Roman army in a rural settlement in the Dutch River area », dans STALLIBRASS S., THOMAS R. (éd.), *Feeding the Roman Army. The Archaeology of Production and Supply in NW Europe*, Oxford, Oxbow Books, 2008, p. 83-98.
- GROOT et al. 2009** : GROOT M., HEEREN S., KOOISTRA L.I., VOS W.K., « Surplus production for the market? The agrarian economy in the non-villa landscape of Germania inferior », *Journal of Roman Archaeology*, 22, 2009, p. 231-252.
- GROOT 2011** : GROOT M., « Household specialisation in horse breeding: the role of returning veterans in the Batavian river area », dans MOOSBAUER G., WIEGELS R. (éd.), *Fines imperii – imperium sine fine? Römische Okkupations- und Grenzpolitik im frühen Principat. Beiträge zum Kongress 'Fines imperii – imperium sine fine?' in Osnabrück vom 14. bis 18. September 2009*, Osnabrück, Osnabrücker Forschungen zu Altertum und Antike-Rezeption, 2011, p. 203-218. (Osnabrücker Forschungen zu Altertum und Antike-Rezeption Band 14)
- GROOT et al. 2013** : GROOT M., LENTJES D., ZEILER J. (éd.), *Barely surviving or more than enough? The environmental archaeology of subsistence, specialization and surplus food production*, Leiden, Sidestone Press, 2013, 296 p.
- GROUPE MEULE 2013** : GROUPE MEULE (coll.), *Évolution typologique et technique des meules du Néolithique à l'An Mille*, rapport final de PCR triennal 2010-2013, Châlons, SRA Champagne-Ardenne, 2013, 596 p.
- GRUAT P. et al. 1991** : GRUAT P. MANISCALCO J., MARTIN H., CRUBEZY E., « Aux origines de Rodez (Aveyron) : les fouilles de la caserne Rauch », *Aquitania*, 9, 1991, p. 61-104.
- GRÜNEWALD, WENZEL 2012** : GRÜNEWALD M., WENZEL S., « Zur Landnutzung im Umfeld des antiken Steinbruchreviers bei Mayen. Überraschende Untersuchungsergebnisse verweisen auf römischen Reichtum », *EifelJahrbuch*, 2012, p. 217-223.
- GUADAGNIN 2000** : GUADAGNIN R., *Fosses, Vallée de l'Ysieux : mille ans de production céramique en Île-de-France, Vol. 1, les données archéologiques et historiques*, Caen, CRAHM, 2000, 367 p.
- GUBELLINI 2013** : GUBELLINI L. (dir.), *Marquette-lez-Lille, Nord (59), « La Becquerelle », 2008*, Archéopole, rapport de fouille préventive, Lille, SRA Nord-Pas-de-Calais, 2013, 3 vol. : 379, 444, 509 p.
- GUCKER, GALLAND 2016** : GUCKER D., GALLAND S., « Le moulin carolingien (VII^e – IX^e siècles) de Dieulouard-Scarpone (Meurthe-et-Moselle) », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 269-275.
- GUÉRIN 2016** : GUÉRIN S. (dir.), *Breux-Jouy (Essonne), Rue Gabriel Péri*, Inrap, rapport de fouille préventive, Saint-Denis, SRA Île-de-France, 2016, 78 p.
- GUETTARD 1753a** : GUETTARD J.-E., « Sur les pierres appelées poudingues », *Histoire de l'Académie Royale des Sciences*, 1, 1753, p. 49-57.

- GUETTARD 1753b** : GUETTARD J.-E., « Mémoire sur les poudingues », *Histoire de l'Académie Royale des Sciences*, 1, 1753, p. 63-96.
- GUETTARD 1753c** : GUETTARD J.-E., « Mémoire sur les poudingues, seconde partie », *Histoire de l'Académie Royale des Sciences*, 1, 1753, p. 139-192.
- GUILLIER et al. 2005** : GUILLIER G., BIARD M., CHEREL A.-F., « Un atelier augustéen de taille de meules en poudingue au “Clos des Forges” à Avrilly (Eure) », *Revue Archéologique de l'Ouest*, 22, 2005, p. 199-220.
- GUILLUY 1989** : GUILLUY F., *Potiers d'Infreville et Révolutions, Histoire céramique du canton de Bourgheroulde (Eure) Haute-Normandie (Région Rouen-sud)*, Bosc-Roger-en-Roumois, Association Théâtre Spectacle Histoire et Chevalerie, 1989, 265 p.
- GULINCK, HACQUAERT 1954** : GULINCK M., HACQUAERT A., « Partie 1 : La stratigraphie. Chapitre 14 : L'Éocène », dans *Prodrôme d'une description géologique de la Belgique*, 1954, p. 451-493. (*ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE*, Publications spéciales)
- GUTIERREZ et al. 2012** : GUTIERREZ C., JULIEN M., MARTIAL E., MONCHABLON C., PRAUD I., « De nouvelles données sur la fin du Néolithique dans la vallée de la Sensée : l'étude d'une fosse à Arleux (Nord) », dans LEROY-LANGELIN E., WILLOT J.-M., *Du Néolithique aux temps modernes, 40 ans d'archéologie territoriale, mélanges offerts à Pierre Demolon*, Villeneuve d'Ascq, Université Lille 3, 2012, p. 51-66. (Revue du Nord Archéologie, Hors-Série n° 17).
- HAASE et al. 2007** : HAASE, D., FINK, J., HAASE, G., RUSKE, R., PECSI, M., RICHTER, H., ALTERMANN, M., JÄGER, K.D., « Loess in Europe - its spatial distribution based on a European Loess Map, scale 1:2,500,000 », *Quaternary Science Reviews*, 26 (9-10), 2007, p. 1301-1312.
- HABERMEHL 2013** : HABERMEHL D., *SETTLING IN A CHANGING WORLD. VILLA DEVELOPMENT IN THE NORTHERN PROVINCES OF THE ROMAN EMPIRE*, AMSTERDAM, AMSTERDAM UNIVERSITY PRESS, 2013, 240 p. (Archaeological Studies, 19)
- HALASZ-CSIBA 2001** : HALASZ-CSIBA E., « Le Tan et le Temps. Changements techniques et dimension historique du tannage en France (XIV^e – XVIII^e siècles) », *Techniques & Culture*, 38 (1), 2001, p. 147-174.
- HALBOUT 1979** : HALBOUT P., *Rapport préliminaire sur la fouille de sauvetage effectuée à Rouen, rue des Arsins, à l'emplacement de l'ancien conservatoire, du 1^{er} avril au 31 déc. 1979*, Document Final de Synthèse 24, Rouen, SRA Haute-Normandie, 1979.
- HALBOUT-BERTIN, HALBOUT 1979** : HALBOUT-BERTIN D., HALBOUT P., *Place de la Haute Vieille Tour 1978-1979 : rapport préliminaire*, Document Final de Synthèse 227, Rouen, SRA Haute-Normandie, 1979.
- HALSTEAD, JONES 1989** : HALSTEAD P., JONES G., « Agrarian Ecology in the Greek Islands: Time Stress, Scale and Risk », *The Journal of Hellenic Studies*, 109, 1989, p. 41-55.
- HAMON 2005** : HAMON C., « Quelle signification archéologique pour les dépôts de meules Néolithiques dans la vallée de l'Aisne ? », *Revue Archéologique de Picardie*, n° spécial 22, 2005, p. 39-48.
- HAMON 2006** : HAMON C., *Broyage et abrasion au Néolithique ancien, Caractérisation technique et fonctionnelle des outillages en grès du Bassin parisien*, Oxford, Archaeopress, 2006, 342 p. (British Archaeological Reports International Series, 1551)
- HAMON, MILLEVILLE 2006** : HAMON C., MILLEVILLE A., « La meule rhabillée, le plus simple appareil ? Fabriquer et utiliser un moulin au Néolithique », dans ASTRUC L., BON F., LÉA V., MILCENT P.-Y., PHILIBERT S. (dir.), *Normes techniques et pratiques sociales. De la simplicité des outillages pré- et protohistoriques, XXVI^e rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*, Antibes, APDCA, 2006, p. 173-183.
- HAMON, GOEMAERE 2007** : HAMON C., et coll. GOEMAERE E., « Outils de broyage et outils d'abrasion en contexte rubané de Hesbaye : premiers résultats d'une analyse techno-fonctionnelle », *Notae Prehistoricae*, 27, 2007, p. 109-119.

- HAMON *et al.* 2012 :** HAMON C., ROBIN B., DONNART K., BRISOTTO V., « Produire des meules du Néolithique à l'Âge du Fer, économie des matières premières et évolution technologique des meules dans le Massif Armoricaïn », dans MARCHAND G., QUERRÉ G. (dir.), *Roches et Sociétés de la Préhistoire, entre massifs cristallins et bassins sédimentaires, actes du colloque international de Rennes, 28-30 avril 2010*, Rennes, Presses Universitaires de Rennes, 2012, p. 223-238.
- HAMON *et al.* 2017 :** HAMON C., BRISOTTO V., FRONTEAU G., JACCOTTEY L. Et MONCHABLON C. avec la coll. de CHERFA K., COUSSERAN-NÉRÉ S., DONNART K., FROUIN M., GISCLON J.-L., LEPAREUX-COUTURIER S., PICAVET P. et ROBIN B., « *LES MOULINS VA-ET-VIENT DU NÉOLITHIQUE À L'ÂGE DU BRONZE EN CHAMPAGNE-ARDENNE* », dans BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2017a, p. 53-70.
- HAMON, FRONTEAU 2018 :** HAMON C., FRONTEAU G., « Linear Pottery Culture sandstone supply strategies in north-western Europe: The example of macrolithic tool production in the Aisne Valley, France (late 6th millennium BCE) », *Journal of Archaeological Science: Reports*, 19, 2018, p. 301–311.
- HANNIBAL *et al.* 2013 :** HANNIBAL J.T., RESER N.A., YEAKLEY J.A., KALKA T.A., FUSCO V., « Determining provenance of local and imported chert millstones using fossils (especially *Charophyta*, *Fusulinina*, and *Brachiopoda*): examples from Ohio, U.S.A. », *Palaïos*, 28 (11), 2013, p. 739-754.
- HANUT 2010a :** HANUT F., « Le commerce des céramiques à Arlon », dans HENROTAY D. (dir.), *Les experts à Arlon, autopsie d'un vicus. Exposition du 10 oct. Au 18 déc. 2009 au Musée archéologique luxembourgeois à Arlon*, Arlon, Institut Archéologique du Luxembourg, 2010, p. 69-84. (Bulletin trimestriel de l'Institut Archéologique du Luxembourg, 86, 1/2)
- HANUT 2010b :** HANUT F., « Les poteries pour quoi faire ? L'usage des céramiques gallo-romaines », dans HENROTAY D. (dir.), *Les experts à Arlon, autopsie d'un vicus. Exposition du 10 oct. Au 18 déc. 2009 au Musée archéologique luxembourgeois à Arlon*, Arlon, Institut Archéologique du Luxembourg, 2010, p. 27-40. (Bulletin trimestriel de l'Institut Archéologique du Luxembourg, 86, 1/2)
- HARB 2016 :** HARB P.-L., « Le moulin hydraulique de Rodersdorf Kleinbüel (canton de Solothurn/Soleure, Suisse) », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 91-98.
- HARNAY *et al.* 2014 :** HARNAY V., et coll. de BAYARD D. et LEGROS V., « Le haut Moyen Âge », dans BAYARD D., BUCHEZ N., DEPAEPE P. 2014, p. 233-308.
- HARSEMA 1967 :** HARSEMA O.H., « Geïmporteerde basaltlava maalstenen uit de Romeinse tijd uit Groninger wierden », *Varia bio-archaeologica*, 31, 1967, p. 139-158. (Groningse volksalmanak)
- HARSEMA 1979 :** HARSEMA O.H., *Maalstenen en handmolens in Drenthe van het neolithicum tot ca. 1300 A.D.*, Assen, Provinciael museum van Drenthe, 1979, p. 1-35. (Museumfonds Publicatie, 5)
- HARTOCH *et al.* 2015 :** HARTOCH E. (éd.), DOPERÉ F., DREESSEN R., GLUHAK T., GOEMAERE E., MANTELEERS I., VAN CAMP L., WEFERS S., *Moudre au Pays des Tungri*, Tongeren, Publications of the Gallo-Roman Museum, 2015, 416 p. (Atuatuca, 7)
- HASELGROVE 1996 :** HASELGROVE C., « La romanisation de l'habitat rural dans la vallée de l'Aisne d'après les prospections de surface et les fouilles récentes », *Revue Archéologique de Picardie*, 1996, p. 109-120. (Numéro spécial 11)
- HASELGROVE 2011 :** HASELGROVE C., « Reflexion on the Iron Age background to the emergence of villa landscapes in northern France », dans ROYMANS N., DERKS T. (dir.), *Villa landscapes in the Roman North, economy, culture and lifestyles*, Amsterdam, Amsterdam University Press, 2011, p. 45-60. (Amsterdam Archaeological Studies 17)
- HASSAL 1978 :** HASSAL M., « Britain and the Rhine provinces: epigraphic evidence for Roman trade », dans DU PLAT TAYLOR J., CLEERE H. (éd.), *Roman shipping and trade: Britain and the Rhine provinces*, London, The Council for British Archaeology, 1978, p. 41-48. (Research Report 24)
- HAYES *et al.* 1980 :** HAYES R.H., HEMINGWAY J.E., SPRATT D.A., « The Distribution and Lithology of Beehive Querns in Northeast Orkshire », *Journal of Archaeological Science*, 7, 1980, p. 297-324.

- HENNEBERT, DOREMUS 1997** : HENNEBERT M., DOREMUS P., *Carte géologique de Wallonie au 1/25000, notice explicative de la carte d'Hertain-Tournai*, Namur, Direction Générale des ressources naturelles et de l'environnement, 1997, 66 p. (Notice n° 37/5-6)
- HÉNON 2009** : HÉNON B. (dir.), *Villeneuve-Saint-Germain (Aisne) "les Etomelles", Vol. 1 texte*, Rapport de fouille préventive, Inrap, Amiens, SRA Picardie, 2009, 169 p.
- HENRICH 2014** : HENRICH P., « La Vulkaneifel occidentale comme lieu de consommation et de production du Ier au Ve siècle », dans DERU X., GONZÁLEZ VILLAESCUSA R. (dir.), *Consommer dans les campagnes de la Gaule romaine, Actes du X^e Congrès de l'association AGER*, Villeneuve d'Ascq, 2014, p. 357-363. (Revue du Nord, Coll. Art et Archéologie, Hors-série 21)
- HENROTAY 2010** : HENROTAY D. (dir.), *Les experts à Arlon, autopsie d'un vicus. Exposition du 10 oct. Au 18 déc. 2009 au Musée archéologique luxembourgeois à Arlon*, Arlon, Institut Archéologique du Luxembourg, 2010, 160 p. (Bulletin trimestriel de l'Institut Archéologique du Luxembourg, 86, 1/2)
- HENROTAY, MEUNIER 2017a** : HENROTAY D., MEUNIER N., « Arlon/Arlon: une cuisine et une forge du 3^{ème} siècle, nouvelles découvertes dans le vicus d'Arlon », *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 25, 2017, p. 146-148.
- HENROTAY, MEUNIER 2017b** : HENROTAY D., MEUNIER N., « Nouvelles découvertes dans le vicus galloromain d'Arlon : une cuisine et une forge du III^e siècle », *SIGNA*, 6, 2017, p. 47-49.
- HERVÉ et al. 2016** : HERVÉ C., BRUNET M., GLUHAK T.M., « Champlitte « Le Paquis » (70) : meules, objets métalliques et éléments structurels d'un moulin hydraulique antique », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 149-160.
- HESLOP 2008** : HESLOP D.H., *Patterns of Quern Production, acquisition and deposition, A corpus of Beehive Querns from Northern Yorkshire and Southern Durham*, Leeds, Yorkshire Archaeological Society, 2008, 175 p. (Yorkshire Archaeological Society occasional Paper n° 5)
- HOCKENSMITH 2009** : HOCKENSMITH C.D., *The Millstone Industry: a summary of research on quarries and producers in the United States, Europe and Elsewhere*, Jefferson, McFarland, 2009, 269 p.
- HOPKINSON 1884** : HOPKINSON J., « Excursion to Radlett », *Proceedings of the Geologists' Association*, 8, 1884, p. 452-458.
- HOPMAN 2013** : HOPMAN E.C., « IJzertijd handmolens in de noordelijke provincies: een ritueel gebruik? », *Paleo-aktueel*, 24, 2013, p. 77-82.
- HORNUNG et al. 2015** : HORNUNG S., GLUHAK T., KRONZ A., « Die provenienz der mühlsteinfragmente aus dem spätrepublikanischen militärlager von Hermeskeil (lkr. Trier-Saarburg) – eine brücke zur historischen überlieferung? », dans *Archäometrie und Denkmalpflege 2015, Jahrestagung Mainz, 25.-28. März 2015*, Bochum, 2015, p. 126-128. (Metalla Sonderh. 7)
- HÖRTER 1955** : HÖRTER F., MICHELS F.X., RÖDER J., « Die Geschichte der Basaltlava-Industrie von Mayen und Niedermendig. Teil II : Mittelalter und Neuzeit », *Jahrbuch für Geschichte und Kunst des Mittelrheins und seiner Nachbargebiete*, 6-7, 1954-1955, p. 7-33.
- HÖRTER 1994** : HÖRTER F., *Getreidereiben und Mühlstein aus der Eifel. Ein Beitrag zur Steinbruch- und Mühlengeschichte*, Mayen, Geschichts- und Altertumsverein, 1994, 192 p.
- HÖRTER 2003** : HÖRTER F., « Gewinnung und Handel rheinischer Mühlsteine in Schriftbelegen vom 9. bis 16. Jahrhundert », dans BARBOFF M., GRIFFIN-KREMER C., KREMER R., SIGAUT F. (éd.), *Meules à grains, Actes du colloque international, La Ferté-sous-Jouarre, 16-19 mai 2002*, Paris, Éd. Ibis Press, Éd de la Maison des Sciences de l'Homme, 2003, p. 169-174.
- HOSDEZ 2006** : HOSDEZ Ch. (dir.), *Vermard (02) «Station d'épuration»*, Inrap, rapport de diagnostic, Amiens, SRA Picardie, 2006, 16 p.

- HOSDEZ, LIBERT 2009** : HOSDEZ Ch., LIBERT K., (dir.), *Goussancourt (02) «La Fontaine des Grèves», fouille TGV Est n° 171, Vol. 1 texte*, Inrap, rapport final de fouille préventive, Amiens, SRA Picardie, 2009, 165 p.
- HUGGET 2016a** : HUGGET J. (éd.), *Special Section on Puddingstones and related silcretes*, London, Geologists' Association, 2016, p. 297-369. (Proceedings of the Geologists' Association, 127)
- HUGGET 2016b** : HUGGET J., « Puddingstones and related silcretes of the Anglo-Paris Basin – an overview », *Proceedings of the Geologists' Association*, 127, 2016, p. 297-300.
- HULST, DIJKMAN 1997** : HULST R.A., DIJKMAN W., « Maastricht/Amby – Heukelstraat: een archeologische A-locatie », *Archeologie in Limburg*, 74, 1997, p. 61-70.
- JACCOTTEY 2006** : JACCOTTEY L., « Les meules et les objets en pierre », dans RAMPONI C. (dir.), *Sennece-lès-Mâcon (71) ZAC extension nord - En Putet*, Inrap, rapport de fouille préventive, Dijon, SRA Bourgogne, 2006, p. 99-103.
- JACCOTTEY, MILLEVILLE 2007** : JACCOTTEY L., MILLEVILLE A., « Actualités Scientifiques, Première découverte de zones d'extraction de moulins de type «va-et-vient», Jura », *Bulletin de la Société Préhistorique de France*, 104, 4, 2007, p. 827-831.
- JACCOTTEY 2008** : JACCOTTEY L., « Les carrières de meules du massif de la Serre, l'exemple d'Offlanges », *Travaux 2007 de la Société d'émulation du Jura*, 2008, p. 115-142.
- JACCOTTEY et al. 2008** : JACCOTTEY L., MARMIER Th., GLUHAK T.M., « Étude des meules de Bibracte », dans *Rapport d'activité des équipes de recherche associées*, Bibracte, 2008, p. 377-388.
- JACCOTTEY, MILLEVILLE 2008** : JACCOTTEY L., MILLEVILLE A., « Les carrières du Massif de La Serre (Jura), sept millénaires d'exploitation meulière », *Archéopages*, 22, 2008, p. 16-23.
- JACCOTTEY 2009** : JACCOTTEY L., « Les meules de l'agglomération antique de Mandeuve-Manthay », dans BARBAL Ph. (dir.), *Approche pluridisciplinaire d'une agglomération antique, Epomanduodurum (Mandeuve-Mathay, Doubs), Archéologie, territoire et environnement*, rapport intermédiaire de PCR, 2009, p. 322-346.
- JACCOTTEY et al. 2009** : JACCOTTEY L., et coll. BOYER F. et MILLEVILLE A., « La présence de traces d'oxyde métallique sur les meules de Bibracte (F) », *Bulletin Instrumentum*, 30, 2009, p. 12-14.
- JACCOTTEY, MILLEVILLE 2010** : JACCOTTEY L., MILLEVILLE A., « Aux origines de la meule : premier exemples de carrières de moulins de type «va-et-vient», Massif de la Serre, Jura », dans BEECHING A., THIBAUT E., VITAL J., *Economie et Société à la fin de la Préhistoire. Actualité de la recherche. Actes des 7^e Rencontres méridionales de Préhistoire récente tenues à Bron (Rhône) les 3 et 4 novembre 2006*, Lyon, Publications de la Maison de l'Orient et de la Méditerranée, 2010, p. 109-123. (Documents d'Archéologie en Rhône-Alpes et en Auvergne, 34)
- JACCOTTEY, FARGET 2011** : JACCOTTEY L., FARGET V., « Les normes de dessin des meules rotatives », dans BUCHSENSCHUTZ et al. 2011, p. 51-68.
- JACCOTTEY et al. 2011a** : JACCOTTEY L., JODRY F., BOYER F., DEFFRESSIGNE S., FARGET V., « Le matériel de mouture à la fin de l'âge du Fer et au début de l'époque romaine », dans REDDÉ M. et al., *Aspects de la romanisation dans l'est de la Gaule*, Glux-en-Glenne, 2011, p. 917-928. (Bibracte 21)
- JACCOTTEY et al. 2011b** : JACCOTTEY L., LONGEPIERRE S., et coll. JODRY F., LEPAREUX-COUTURIER S., PICAVET P., PFEIFFER F., ROBERT B., ROBIN B., TRIBOULOT B., « Pompeian millstones in France », dans WILLIAMS, PEACOCK 2011a, p. 97-116.
- JACCOTTEY et al. 2011c** : JACCOTTEY L., LONGEPIERRE S., et coll. JODRY F., LEPAREUX-COUTURIER S., PICAVET P., PFEIFFER F., ROBERT B., ROBIN B., TRIBOULOT B., « Les moulins de type Pompéi en France », dans BUCHSENSCHUTZ et al. 2011, p. 95-116.
- JACCOTTEY et al. 2011d** : JACCOTTEY L., FARGET V., MAERTEN M., FRONTEAU G., BEUCHOT S., « Le site du Portus à Collonge-en-Charollais (Saône-et-Loire), exemple d'une chaîne opératoire de fabrication de moulins rotatifs antiques », dans BUCHSENSCHUTZ et al. 2011, p. 163-197.

- JACCOTTEY *et al.* 2011e** : JACCOTTEY L., JODRY F., LONGEPIERRE S., ROBIN B., « Chronologie et diamètres des meules à bras à la fin de La Tène et à l'époque antique », dans BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2011, p. 291-298.
- JACCOTTEY *et al.* 2011f** : JACCOTTEY L., BOYER F., CHAUSSAT A.-G., LEPAREUX-COUTURIER S., ROBIN B., « Cerclages métalliques et entraînement des moulins à bras rotatifs », dans BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2011, p. 335-350.
- JACCOTTEY 2013** : JACCOTTEY L. (dir.), *Les carrières de meules de Bibracte et d'Autun*, rapport de prospection pédestre, Dijon, SRA Bourgogne, 2013, 147 p.
- JACCOTTEY *et al.* 2013** : JACCOTTEY L., BEUCHOT S., FARGET V., CHEROT C., et coll. BOYER F., « Partie 2 : Études des zones d'extraction du «Bois de Joux» à Saint-Andeux (21) », dans JACCOTTEY 2013, p. 51-96.
- JACCOTTEY *et al.* 2014** : JACCOTTEY L., et coll. BEUCHOT S., BOYER F., FARGET V., FRONTEAU G., « Les carrières de meules de Bibracte et d'Autun », *Actes de la journée régionale d'Archéologie de Bourgogne*, Dijon, SRA Bourgogne – UMR ArTeHis, 2014, p. 19-25.
- JACCOTTEY 2016** : JACCOTTEY L., « Meules de moulins hydrauliques et à traction animale antiques en Bourgogne et en Franche-Comté », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 729-745.
- JACCOTTEY, ROLLIER 2016** : JACCOTTEY L., ROLLIER G. (éd.), *Archéologie des moulins hydrauliques, à traction animale et à vent, des origines à l'époque médiévale et moderne en Europe et dans le monde méditerranée, Actes du colloque international, Lons-le-Saunier du 2 au 5 novembre 2011*, Besançon, Presses Universitaires de Franche-Comté, 2016, 883 p. (Annales Littéraires de l'Université de Franche-Comté, 959, Série «Environnement, sociétés et archéologie», 20)
- JACCOTTEY *et al.* 2017a** : JACCOTTEY L., FRONTEAU G., BUCHSENSCHUTZ O., JODRY F., SAUREL M. et coll. COUSSE-RAN-NÉRÉ S., GALLAND S., GARCIA C., GISCLON J.-L., LEPAREUX-COUTURIER S., MONCHABLON C., ROBERT B., ROBIN B., « Les meules de l'âge du Fer en Champagne Ardenne », dans BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2017a, p. 71-86.
- JACCOTTEY *et al.* 2017b** : JACCOTTEY L., BOYER F., ALIX S., « *L'atelier antique de façonnage de meules rotatives d'Autun (Saône-et-Loire)* », dans BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2017a, p. 175-186.
- JACCOTTEY *et al.* 2017c** : JACCOTTEY L., JODRY F., ANDERSON T.J., « *Les productions de meules en « grès des Vosges » de La Tène finale à la fin de l'Antiquité : typologie, chronologie, diffusion* », dans BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2017a, p. 255-266.
- JACCOTTEY *et al.* (à paraître)** : JACCOTTEY L., ANDERSON T., CAUSSADE P., GLUHAK T., MALAGOLI C., PICAVET P., « Pompeian mills in Western Europe », dans GLUHAK T. (éd.) *Ground Stone Artifacts and Society international conference: quarrying, production, function, and exchange of ground stone artifacts. Mainz, Sept. 12th-15th 2017*. (Journal of Lithic Studies, soumis)
- JÄCKLE 2003** : JÄCKLE H.-W., « L'entreprise spécialisée dans la fabrication des outils destinés au rhabillage des meules, J. C. Kupka à Schkeuditz près de Leipzig (Saxe, Allemagne) » dans BARBOFF M., GRIFFIN-KREMER C., KREMER R., SIGAUT F. (éd.), *Meules à grains, Actes du colloque international, La Ferté-sous-Jouarre, 16-19 mai 2002*, Paris, Éd. Ibis Press, Éd de la Maison des Sciences de l'Homme, 2003, p. 368-379.
- JACKMAN 2013** : JACKMAN N., *The mill at Kilbegby : an archaeological investigation on the route of the M6 Ballinasloe to Athlone national road scheme*, Dublin, The National Roads Authority, 2013, 192 p. (Coll. NRA scheme monographs, 12)
- JACOBI 1912** : JACOBI H., « Römische Getreidemühlen », *Saalburg-Jahrbuch*, **3**, 1912, p. 75-95.
- JACQMAIN, ANCION 1989** : JACQMAIN M., ANCION C., « Évolution de la panification de l'épeautre », dans DEVROEY J.-P., VAN MOL J.-J. (éd.), *L'épeautre (Triticum Spelta) : histoire et ethnologie*, Treignes, Éditions Dire, 1989, p. 19-28.
- JACQUES 1993** : JACQUES A., « Arras (INSEE n° 041), Introduction », dans DELMAIRE R. (dir.), *Carte archéologique de la Gaule, Le Pas-de-Calais 62/1*, Paris, Éd. de la Maison des sciences de l'homme, 1993, p. 117-126.
- JACQUES, GAILLARD 1998** : JACQUES A., GAILLARD D., « Duisans, Le bois d'Hattécourt », *Bilan scientifique régional de la région Nord-Pas-de-Calais*, Service Régional de l'Archéologie, 1998, p.122.

- JACQUES, GAILLARD 2000** : JACQUES A. (dir.), GAILLARD D., *Du Néolithique au Haut Moyen Âge, Rocade ouest d'Arras, T. 1 Structures et photographies*, AFAN et Service Archéologique Municipal d'Arras, DFS de sauvetage urgent de 1995 à 1998, Lille, SRA Nord-Pas-de-Calais, 2000.
- JACQUES 2007** : JACQUES A., « Arras – Nemetacum, chef-lieu de la cité de Atrébate. Bilan des recherches 1984-2002 », dans HANOUNE R. (dir.), *Les villes romaines du nord de la Gaule, vingt ans de recherches nouvelles, Actes du XXV colloque international de HALMA-IPEL UMR CNRS 8164*, Villeneuve d'Ascq, Université Lille 3, 2007, p. 63-82. (Revue du Nord, Hors série, Collection Art et Archéologie, n°10)
- JARVIS et al. 2008** : JARVIS A., REUTER H.I., NELSON A., GUEVARA E., *Hole-filled seamless SRTM data V4*, International Centre for Tropical Agriculture (CIAT), 2008. [en ligne : <http://srtm.csi.cgiar.org>]
- JENESON 2013** : JENESON K., *Exploring the Roman villa World between Tongres and Cologne. A landscape archaeological approach*, thèse de doctorat soutenue à l'Université d'Amsterdam, Department of Ancient Studies, 2013.
- JENESON et al. (à paraître)** : JENESON K. (dir.), *The Roman baths of Heerlen (NDL)*, à paraître.
- JOACHIM 1985** : JOACHIM H.-E., « Zu eisenzeitlichen Reibsteinen aus Basaltlava den sogenannten Napoleonshüten », *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 15 (3/3), 1985, p. 359-369.
- JOBIC, VERMEERSCH 1992** : JOBIC F., VERMEERSCH D., « Le vicus gallo-romain de Beaumont-sur-Oise (95) : premier bilan des nouvelles fouilles », *Bulletin archéologique du Vexin français*, 25, 1992, p. 85-111.
- JOCKEY 1998** : JOCKEY P., « La sculpture de la pierre dans l'Antiquité : de l'outillage aux processus », dans AMOURETTI M.-C., COMET G. (éd.), *Artisanat et matériaux. La place des matériaux dans l'Histoire des techniques*, Aix-en-Provence, Publications de l'Université de Provence, 1998, p. 153-178. (Cahier d'Histoire de techniques, 4)
- JODRY 2006** : JODRY F., « Les meules rotatives en Alsace (La Tène finale – IIIe siècle après J.-C.) », *Cahiers Alsaciens d'Archéologie d'Art et d'Histoire*, 49, 2006, p. 17-29.
- JODRY, FÉLIU 2009** : JODRY F., FÉLIU C., « Nouvelles données sur les dépôts de meules rotatives. Deux exemples de La Tène finale en Alsace », dans BONNARDIN S., HAMON C., LAUWERS M., QUILLIEC B., *Du matériel au spirituel. Réalités archéologiques et historiques des « dépôts » de la Préhistoire à nos jours, XXIX^e rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*, Antibes, APDCA, 2009, p. 69-76.
- JODRY 2010** : JODRY F., « Un moulin par contubernium ! », dans SCHNITZLER B., KUHNLE G. (éd.), *Strasbourg - Argentorate : un camp légionnaire sur le Rhin (Ier au IVe siècle ap. J.-C.)*, Strasbourg, Les Musées de la ville de Strasbourg, 2010, p. 107-108. (Fouilles récentes en Alsace, 8)
- JODRY, SCHNITZLER 2010** : JODRY F., SCHNITZLER B., « L'alimentation quotidienne du légionnaire », dans SCHNITZLER B., KUHNLE G. (éd.), *Strasbourg - Argentorate : un camp légionnaire sur le Rhin (Ier au IVe siècle ap. J.-C.)*, Strasbourg, Les Musées de la ville de Strasbourg, 2010, p. 105-106. (Fouilles récentes en Alsace, 8)
- JODRY 2011a** : JODRY F., « Le Lexique », dans BUCHSENSCHUTZ et al. 2011, p. 19-33.
- JODRY 2011b** : JODRY F., « Grès vs Basalte. L'exploitation du grès et l'importation du basalte en Alsace durant l'Antiquité (I^{er} – III^e s.) », dans BUCHSENSCHUTZ et al. 2011, p. 401-408.
- JODRY 2011c** : JODRY F., « First century querns of the Roman army in the light of modern texts », dans WILLIAMS, PEACOCK 2011a, p. 85-91.
- JODRY et al. 2011** : JODRY F., BOYER F., CHAUSSAT A.-G., JACCOTTEY L., LEPAREUX-COUTURIER S., PICAVET P., ROBIN B., TRIBOULOT B., « Les manches et l'entraînement des moulins rotatifs manuels », dans BUCHSENSCHUTZ et al. 2011, p. 299-317.
- JODRY et al. 2017a** : JODRY F., JACCOTTEY L., FRONTEAU G., LEPAREUX-COUTURIER S., PICAVET P., ROBIN B., « Les meules antiques de Champagne-Ardenne », dans BUCHSENSCHUTZ et al. 2017a, p. 87-96.

- JODRY et al. 2017b** : JODRY F., ROLLET PH., PICAVET P., MOIRET FR., FRONTEAU G., et coll. BALMELLE A., « Meules antiques de Reims (Marne, France) », dans BUCHSENSCHUTZ et al. 2017a, p. 135-145.
- JOFFROY 1884** : JOFFROY H., « Meule romaine trouvée à Ambleny », *Bulletin de la Société Archéologique, Historique et Scientifique de Soissons*, 15, 1884, p. 29.
- JOHNSON 1987** : JOHNSON A., *Römische Kastelle des 1. und 2. Jahrhunderts n. Chr. In Britannien und in den germanischen Provinzen des Römerreiches*, Mainz am Rhein, Verlag Philipp von Zabern, 1987, 370 p. (Kulturgeschichte der antiken Welt, 37)
- JOTTRAND 1895** : JOTTRAND G., « L'industrie de la fabrication des meules en Belgique avant et après la conquête romaine », *Bulletin de la Société anthropologique de Bruxelles*, 13, 1894-1895, p. 390-408.
- JUNKELMANN 2006** : JUNKELMANN M., *Panis Militaris, Die Ernährung des römischen Soldaten oder der Grundstoff der Marcht*, Mainz am Rhein, von Zabern, 2006, 254 p.
- KAENEL, WEIDMANN 2007** : KAENEL G., WEIDMANN D., « Le “sanctuaire” helvète du Mormont », *Nike*, 4, 2007, p. 19-21.
- KARS 1980** : KARS H., « Early-Medieval Dorestad an Archaeo-Petrological Study. Part I: General Introduction. The Tephrite Querns », *Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek*, 30, 1980, p. 393-422.
- KARS 1983a** : KARS H., « Het maalsteenproductiecentrum bij Mayen in de Eifel », *Grondboor en Hamer*, 3-5, 1983, p. 110-120.
- KARS 1983b** : KARS H., « Early-Medieval Dorestad, an Archaeo-Petrological Study Part VIII: Summary of the Petrographical Results », *Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek*, 33, 1983, p. 83-94.
- KASPRZYK, NOUVEL 2010** : KASPRZYK M., NOUVEL P., « Les mutations du réseau routier de la période laténienne au début de l'époque impériale. Apport des données archéologiques récentes », dans REDDÉ M., BARRAL P., FAVORY FR., GUILLAUMET J.-P., JOLY M., MARC J.-Y., NOUVEL P., NUNINGER L., PETIT C. (dir.), *Aspects de la romanisation dans l'Est de la Gaule*, Glux-en-Glenne, Bibracte – Centre archéologique européen, 2010, p. 21-42. (Bibracte, 21)
- KASTENMEIER 2007** : KASTENMEIER P., *I luoghi del lavoro domestico nella casa pompeiana*, Rome, « L'Erma » di Bretschneider, 2007, 189 p. (Studi della Soprintendenza archeologica di Pompei, 23)
- KATZ 2003** : KATZ E., « La metate, meule dormante du Mexique », dans BARBOFF M., GRIFFIN-KREMER C., KREMER R., SIGAUT F. (éd.), *Meules à grains, Actes du colloque international, La Ferté-sous-Jouarre, 16-19 mai 2002*, Paris, Éd. Ibis Press, Éd de la Maison des Sciences de l'Homme, 2003, p. 32-50.
- KELLER 1989** : KELLER P.T., « Quern Production at Folkestone, south-east Kent: an interim note », *Britannia*, 20, 1989, p. 193-200.
- KIND 2016** : KIND T., « Langebrückenstrasse : the first excavated Early Medieval Watermill in Europe », dans JACOTTEY, ROLLIER 2016, p. 277-287.
- KOOISTRA 1996** : KOOISTRA L. I., *Borderland farming. Possibilities and limitations of farming in the Roman Period and Early Middle Ages between the Rhine and Meuse*, Assen/Amersfoort, Van Gorcum / Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, 1996, 401 p.
- KRONZ, HORNING 2010** : KRONZ A., HORNING S., « Ungewöhnliche Zeugnisse latènezeitlicher Reib- und Mühlsteinherstellung im Umfeld des “Hunnennrings“ von Otzenhausen – Zur Nutzungsgeschichte des Rotliegend-Konglomerats von Oberlöstern, Lkr. Merzig-Wadern », dans HORNING S. (éd.), *Mensch und Umwelt I. Archäologische und naturwissenschaftliche Forschungen zum Wandel der Kulturlandschaft um den “Hunnennring“ bei Otzenhausen, Gem. Nonnweiler, Lkr. St. Wendel*, Bonn, Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH, 2010, p. 323-353. (Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie, 192)

- KROPFF 2016** : KROPFF A., « Een Romeinse Europoort aan de Schelde – The Roman Scheldt harbour: a gateway to the Low Countries », *Westerheem*, 65, 2016, p. 185-195. [traduction anglaise en ligne]
- KRÜGER 2006** : KRÜGER T., « Ausgrabungen, Funde und Befunde 2004 », *Bonner Jahrbücher*, 206, 2006, p. 252-289.
- KUNTZ et al. 1974** : KUNTZ G., et coll. LAUTRIDOU J.-P., MÉDIONI R., DE LA QUÉRIÈRE P., VERRON G., *Carte géologique de la France au 1/50000, notice explicative de la feuille de Saint-Saëns*, Orléans, Éd. BRGM, 1974, 28 p. (Notice n° 77)
- KUNTZ et al. 1977** : KUNTZ G., et coll. DEWOLF Y., WYNS R., DE LA QUÉRIÈRE P., LAVERGNE D., BOCK C., VERRON G., *Carte géologique de la France au 1/50000, notice explicative de la feuille de Saint-André-de-l' Eure*, Orléans, Éd. BRGM, 1977, 44 p. (Notice n° 180)
- KUNTZ et al. 1978** : KUNTZ G., et coll. LAUTRIDOU J.-P., LEFEBVRE D., MÉDIONI R., DE LA QUÉRIÈRE PH., VERRON G., CAVELIER C., FATTON E., GASPARD D., MONCIARDINI C., FAUCONNIER D., *Carte géologique de la France au 1/50000, notice explicative de la feuille de Gournay*, Orléans, Éd. BRGM, 1978, 41 p. (Notice n° 101)
- KUNTZ et al. 1979** : KUNTZ G., et coll. LAUTRIDOU J.-P., MÉDIONI R., DE LA QUÉRIÈRE PH., FRILEUX P.-N., VERRON G., *Carte géologique de la France au 1/50000, notice explicative de la feuille de Neufchâtel*, Orléans, Éd. BRGM, 1979. (Notice n° 60)
- LA SICOTIÈRE (DE) 1882** : LA SICOTIÈRE (DE) L., « Chronique », *Bulletin de la Société Historique et Archéologique de l'Orne*, 1, 1882, p. 218-225.
- LABAUNE-JEAN et al. 2011** : LABAUNE-JEAN F., JACCOTTEY L., ROBIN B., et coll. de JEAN S. et PAEZ-REZENDE L., « Les meules des bâtiments agricoles de l'établissement antique de la ZAC des Touches à Pacé (Ille-et-Vilaine) », dans BUCHSENSCHUTZ et al. 2011, p. 459-467.
- LAGA et al. 2001** : LAGA P., LOUWYE S., GEETS S., « Paleogene and Neogene lithostratigraphic units (Belgium) », *Geologica Belgica*, 4 (1-2), 2001, p. 135-152.
- LAGADEC 2007** : LAGADEC J.-P., *Les meules en rhyolite des "Fossottes", mille ans de production des meules en rhyolite du site lorrain des Fossottes à la Salle (Vosges), IV^e siècle av. J.-C. – IV^e siècle ap. J.-C.*, Saint-Dié-des-Vosges, Société philomatique vosgienne, 2007, 54 p. (Hors-série n° 4)
- LAGNEAU, GUTIERREZ 2017** : LAGNEAU A., GUTIERREZ C., « La consommation de sel dans le Nord de la Gaule du III^e au I^{er} siècle av. n.-è. Apport de la caractérisation pétrographique à travers l'étude des moules à sel de Brebières « Les Béliers » (Pas-de-Calais), dans HOËT-VAN CAUWENBERGHE C., MASSE A., PRILAOUX G. (éd.), *Sel et société. Tome 1 : Techniques, usages, langage*, Villeneuve d'Ascq, Presses Universitaires du Septentrion, 2017, p. 131-161.
- LAIGNEL 1997** : LAIGNEL B., *Les altérites à silex de l'ouest du bassin de Paris : Caractérisation lithologique, genèse et utilisation potentielle comme granulats*, Orléans, Éd. du BRGM, 1997, 224 p. (Documents du BRGM, 264)
- LAIRE 1909** : LAIRE L., « Meule en meulière trouvée à Belval-sous-Châtillon », *Bulletin de la Société archéologique champenoise*, 3, 1909, p. 69.
- LAMBOT 1998** : LAMBOT B., « Essai d'approche démographique du site de La Tène finale d'Acy-Romance (Ardennes) », *Revue archéologique de Picardie*, 1-2, 1998, p. 71-84.
- LANGEDOCK 1976** : LANGEDOCK W., « Découverte de meules gallo-romaines à Bas-Warneton », *Mémoires de la Société d'histoire de Comines-Warneton et de la région*, 4, (2), 1976, p.227-248.
- LAUBENHEIMER et al. 2003** : LAUBENHEIMER F., OUZOULIAS P., VAN OSSEL P., « La bière en Gaule. Sa fabrication, les mots pour le dire, les vestiges archéologiques : première approche », dans LEPETZ S., MATTERNE V. (éd.), *Cultivateurs, éleveurs et artisans dans les campagnes de la Gaule romaine, Actes du VI^e colloque de l'association AGER. Compiègne, juin 2002*, Amiens, Société archéologique de Picardie, 2003, p. 47-63. (Revue archéologique de Picardie, 1/2)

- LAUBENHEIMER 2010** : LAUBENHEIMER F., « La circulation du vin de l'Italie tyrrhénienne en Gaule », dans OUZOULIAS P., TRANOY L. (dir.), *Comment les Gaules devinrent romaines*, Paris, La Découverte, 2010, p. 47-57. (Hors collection Sciences Humaines)
- LAUBENHEIMER, MARLIÈRE 2010** : LAUBENHEIMER F., MARLIÈRE É., *Échanges et vie économique dans le Nord-Ouest des Gaules, Le témoignage des amphores du II^e siècle avant J.-C. au IV^e siècle après J.-C.*, Besançon, Presses Universitaires de Franche-Comté, 2010, 602 p.
- LAURAIN et al. 1976** : LAURAIN M., GUÉRIN H., BARTA L., *Carte géologique de la France au 1/50000, notice explicative de la feuille de Fismes*, Orléans, Éd. BRGM, 1976, 33 p. (Notice n° 131)
- LAURENTIAUX et al. 1972** : LAURENTIAUX D., GUÉRIN H., BARTA L., LAURAIN M., *Carte géologique de la France au 1/50000, notice explicative de la feuille de Craonne*, Orléans, Éd. BRGM, 1972, 17 p. (Notice n° 107)
- LE GOFF, MOREAU 2012** : LE GOFF E., MOREAU C., « Moulay, un oppidum de l'ouest de la Gaule revisité », *Archéopages*, 2012, p. 152-159. (Hors-série)
- LE JAN 2010** : LE JAN R., « Les élites neustriennes et Quentovic au VII^e siècle », dans LEBECQ S., BÉTHOUART B., VERSLYPE L. (éd.), *Quentovic : environnement, archéologie, histoire*, Villeneuve d'Ascq, Université Lille 3, 2010, p. 212-230.
- LE ROUX 2004** : LE ROUX P., « LA ROMANISATION EN QUESTION », *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, 59 (2), 2004, p. 287-311.
- LEBECQ 1989** : LEBECQ S., « La Neustrie et la mer », *Beihefte der Francia*, 16 (1), 1989, p. 405-440.
- LEBECQ 1990** : LEBECQ S., « On the use of the word 'Frisian' in the 6th-10th centuries written sources: some interpretations », dans McGRAIL S. (éd.), *Maritime Celts, Frisians and Saxons. Papers presented to a conference at Oxford in November 1988*, Londres, Council for British Archaeology, 1990, p. 85-90. (CBA Research Report 71)
- LEBECQ 1997** : LEBECQ S., « Le grand commerce frison au début du Moyen Âge : une mise à jour », *Revue du Nord*, 79 (322), 1997, p. 995-1005.
- LEBECQ 2011a** : LEBECQ S., « L'homme au péril de l'eau dans les plaines littorales des anciens Pays-Bas au début du Moyen Âge », dans LEBECQ S., *Hommes, mers et terres du Nord au début du Moyen Âge. Vol. 1 : Peuples, cultures, territoires*, Villeneuve d'Ascq, Presses Universitaires du Septentrion, 2011, p. 169-182. (Coll. Histoire et Civilisation)
- LEBECQ 2011b** : LEBECQ S., « Entre terre et mer : la mise en valeur des contrées littorales de l'ancienne Frise », dans LEBECQ S., *Hommes, mers et terres du Nord au début du Moyen Âge. Vol. 1 : Peuples, cultures, territoires*, Villeneuve d'Ascq, Presses Universitaires du Septentrion, 2011, p. 183-193. (Coll. Histoire et Civilisation)
- LEBRUN, FRONTEAU 2014** : LEBRUN G., FRONTEAU G., « Diffusion des tuiles dans le nord de la Gaule : le cas de la région d'Orchies (Nord) », dans DERU X., GONZÁLEZ VILLAESCUSA R. (dir.), *Consommer dans les campagnes de la Gaule romaine, Actes du X^e Congrès de l'association AGER*, Villeneuve d'Ascq, Université Lille 3, 2014, p. 249-264. (Revue du Nord, Coll. Art et Archéologie, Hors-série 21)
- LECHEVALIER 1997** : LECHEVALIER C., « Le cadre géologique et géomorphologique », dans ROGERET I. (dir.), *Carte archéologique de la Gaule, La Seine-Maritime* 76, Paris, Éd. de la Maison des sciences de l'homme, 1997, p. 52-54.
- LEFEBVRE et al. 2014** : LEFEBVRE S., BONNAIRE E., LACROIX S., REVERTER-GIL O., « Caractérisation de la consommation d'origine animale et végétale dans une exploitation agro-pastorale du début de l'Antiquité à Vitry-en-Artois (Pas-de-Calais) », dans DERU X., GONZÁLEZ VILLAESCUSA R. (dir.), *Consommer dans les campagnes de la Gaule romaine, Actes du X^e Congrès de l'association AGER*, Villeneuve d'Ascq, Université Lille 3, 2014, p. 129-149. (Revue du Nord, Coll. Art et Archéologie, Hors-série 21)
- LEFERT 2018** : LEFERT S. (dir.), *La villa gallo-romaine du Hody : un modèle original*, Namur, Société archéologique de Namur, 2018, 207 p.

- LEFEVRE 2012** : LEFEVRE Ph. (dir.), *Les occupations gauloises et gallo-romaines de Carvin « la Gare d'Eau » (62)*, Inrap, rapport de fouille préventive, Lille, SRA Nord-Pas-de-Calais, 2012, 507 p.
- LEHMANN 1990** : LEHMANN L.T., « The Romano-Celtic boats from Druten and Kapel-Avezaath », dans McGRAIL S. (éd.), *Maritime Celts, Frisians and Saxons. Papers presented to a conference at Oxford in November 1988*, Londres, Council for British Archaeology, 1990, p. 77-81. (CBA Research Report 71)
- LEJARS, METZLER 1996** : LEJARS T., METZLER J., « La chronologie du second Âge du Fer en Gaule du Nord : bilan d'une rencontre », *Revue archéologique de Picardie*, 3/4, 1996, p. 233-242.
- LEJEUNE 1975** : LEJEUNE Ph., « Un broyeur néolithique à Neuville-Vielsalm », *Glain et Salm Haute Ardenne*, 3, 1975, p. 67-68.
- LEJEUNE 1976** : LEJEUNE Ph., « Vielsalm : meule romaine ou médiévale ? », *Glain et Salm Haute Ardenne*, 4, 1976, p. 75.
- LEJEUNE 1979** : LEJEUNE Ph., « Trois meules (ou broyeurs) préhistoriques à Neuville (Vielsalm) », *Archéologie*, 1, 1979, p. 16.
- LEJEUNE 1980** : LEJEUNE Ph., « Une brève description de l'Ardenne et du Comté de Salm en 1625 », *Parcs Nationaux, bull. trimestriel de l'association Ardenne et Gaume*, 35 (4), 1980, p. 170 sg.
- LELONG 1768** : LELONG N. (Dom), *Histoire de l'Abbaye et du Bourg de Saint-Michel-Rochefort en Thiérache*, Amiens, 1768, manuscrit publié en 1876 dans *Le Nord de la Thiérache*, et repris dans DESMASURES 1883.
- LELONG 1783** : LELONG N. (Dom), *Histoire ecclésiastique et civile du Diocèse de Laon*, Châlons-en-Champagne, 1783.
- LEMAIRE, RAMONA 2017** : LEMAIER B., RAMONA J., « La villa de La Grande Chaberte (Var). Une exploitation agricole de la proche campagne de Telo Martius (Toulon) », dans TRÉMENT F. (dir.), *Produire, transformer et stocker dans les campagnes de la Gaule romaine, actes du XI^e congrès AGER, Clermont-Ferrand, 11-13 juin 2014*, Tours, Fédération pour l'édition de la Revue archéologique du Centre de la France, 2017, p. 697-712. (Revue Archéologique du Centre, supplément 38)
- LEMAN 1978** : LEMAN P., « Drainage et amendement sur le site gallo-romain de Villeneuve d'Ascq, ou les origines du *Caput Fisci* d'Annappes », dans *Centenaire de l'abbé Cochet 1975 : actes du colloque international d'archéologie, Rouen, 3-5 juillet 1975, II. La période gallo-romaine*, Rouen, Musée départemental des Antiquités de la Seine-Maritime – Commission des antiquités de la Seine-Maritime, 1978, p. 325-340.
- LEPAREUX-COUTURIER 2011** : LEPAREUX-COUTURIER S., « Les meules gallo-romaines du chef-lieu de la cité des Meldes (Meaux, Seine-et-Marne), première approche », dans BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2011, p. 409-433.
- LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2011** : LEPAREUX-COUTURIER S., BOYER F., JODRY F., « Traitement des surfaces actives des meules rotatives antiques du nord et de l'est de la Gaule : bilan documentaire, proposition d'un vocabulaire descriptif et d'une grille d'analyse », dans BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2011, p. 367-382.
- LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2013** : LEPAREUX-COUTURIER S., SETHIAN E., FRONTEAU G., « Expérimentation de fabrication de meules rotatives en « Grès de Belleu » selon les modèles antiques du Bassin parisien », dans GROUPE MEULE, *Rapport final du PCR Evolution typologique et technique des meules du Néolithique à l'an mille 2010-2013*, Châlons, SRA Champagne-Ardenne, 2013, p. 497-520.
- LEPAREUX-COUTURIER 2014** : LEPAREUX-COUTURIER S., « Complex dressing patterns on grinding surfaces of rotary querns and millstones from Antiquity in the Paris Basin, France: state of research and perspectives », dans SELSING L. (éd.), *Seen through a millstone, Actes du colloque de Bergen*, Stavanger, Arkeologisk museum – Universitetet i Stavanger, 2014, p. 225-234. (AmS Skritter 24)
- LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017a** : LEPAREUX-COUTURIER S., BOYER F., FRONTEAU G., GARCIA C., HAMON C., MONCHABLON C., PICAVET P. et ROBIN B., « Les Productions de meules en grès de Fosses-Belleu dans le Bassin parisien : typologie, chronologie, diffusion », dans BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2017a, p.213-232.

LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017b : LEPAREUX-COUTURIER S., FRONTEAU G., MONCHABLON C., ROBIN B., « Les productions de meules en meulière dans le Bassin parisien : typologie, chronologie, diffusion », dans BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2017a, p.233-254.

LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017c : LEPAREUX-COUTURIER S., ROBIN B., et coll. BUCHSENSCHUTZ O., FRONTEAU G., « Évolution des meules rotatives de l'âge du Fer au Moyen Âge en France : exploitation de la base de données du PCR meule », dans BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2017a, p. 317-336.

LEPAREUX-COUTURIER *et al.* 2017d : LEPAREUX-COUTURIER S., HARTOCH E. et PICAVET P., avec la coll. de JODRY F., « Le rayonnement des meules rotatives antiques dans le nord-est de la Gaule », dans BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2017a, p.337-348.

LEPERT, PAEZ-REZENDE 2005 : LEPERT T., PAEZ-REZENDE L., « Aménagements portuaires et fluviaux gallo-romains sur la basse vallée de l'Eure à Incarville (27) », dans PETIT C. (éd.), *Occupation et gestion des plaines alluviales dans le nord de la France de l'âge du fer à l'époque gallo-romaine, Actes de la table-ronde de Molesme, 17-18 septembre 1999*, Besançon, Presses universitaires de Franche-Comté, 2005, p. 157-166.

LEPETZ 1996 : LEPETZ S., *L'animal dans la société gallo-romaine de la France du nord*, Amiens, Société archéologique de Picardie, 1996, 174 p. (Revue Archéologique de Picardie, n° spécial 12)

LEPETZ, MATTERNE 2003 : LEPETZ S., MATTERNE V., « Élevage et agriculture dans le Nord de la Gaule durant l'époque gallo-romaine : une confrontation des données archéozoologiques et carpologiques », dans LEPETZ S., MATTERNE V. (éd.), *Cultivateurs, éleveurs et artisans dans les campagnes de la Gaule romaine, Actes du VI^e colloque de l'association AGER. Compiègne, juin 2002*, Amiens, Société archéologique de Picardie, 2003, p. 23-35. (Revue archéologique de Picardie, 1/2)

LEPETZ, MORAND 2017 : LEPETZ S., MORAND N., « Archéozoologie des territoires du nord-est de la France, du second âge du Fer à l'Antiquité tardive : banque de données et éléments de synthèse », dans LEPETZ S., ZECH-MATTERNE V. (éd.), *Productions agro-pastorales, pratiques culturelles et élevage dans le nord de la Gaule du deuxième siècle avant J.-C. à la fin de la période romaine : actes de la table ronde internationale des 8 et 9 mars 2016 à l'Institut national d'histoire de l'art à Paris*, Quint-Fonsegrives, Éd. Mergoïl, 2017, p. 11-42.

LEPLAT, VIVIER 1969 : LEPLAT J., VIVIER M., « Les sables de la région du nord », *Bulletin de liaison des laboratoires routiers, Ponts et Chaussées*, 38, 1969, p. 61-92.

LEPLUS 2015 : LEPLUS S. (dir.), *Bouvines (59) « rue de Gruson »*, Archéopole, rapport de fouille préventive, Lille, SRA Nord-Pas-de-Calais, 2015, 586 p.

LEQUOY *et al.* 1997 : LEQUOY M.-C., LOTTI P., GASTON C., MUTARELLI V., *Métro-bus de l'agglomération rouennaise – station Palais de Justice – l'Antiquité – Tome 1, Vol. 1*, AFAN, Document Final de Synthèse 1288, Rouen, SRA Haute-Normandie, 1997.

LEQUOY, GUILLOT 2004 : LEQUOY M.-C., GUILLOT B., *Carte Archéologique de la Gaule, Rouen 76/2*, Paris, Éd. de la Maison des sciences de l'homme, 2004, 332 p.

LERICHE 1901 : LERICHE M., « Le Lutétien supérieur aux environs de Pargnan (Aisne) », *Annales de la Société géologique du Nord*, 30, 1901, p. 193-196.

LERICHE 1921 : LERICHE M., *Monographie géologique des collines de la Flandre française et de la province belge de la Flandre occidentale (collines de Cassel et des environs de Bailleul)*, Paris, Imprimerie Nationale, 1921, 112 p.

LEROI-GOURHAN 1971 : LEROI-GOURHAN A., *Évolution et techniques. L'homme et la matière*, Paris, Albin-Michel, 1971, 341 p.

LEROY-LANGELIN, PERNIN 2015 : LEROY-LANGELIN E., PERNIN G., *ZAC Lauwin-Planque (Nord-Pas-de-Calais, 59), RFO section 2, Antiquité*, Communauté d'Agglomération du Douaisis – Département d'Archéologie Préventive, Lille, SRA Nord-Pas-de-Calais, 2015, 6 Vol. : 935 p.

- LEVEAU, GOUDINEAU 1983** : LEVEAU P., GOUDINEAU C., « La ville antique, “ville de consommation” ? Parasitisme social et économie antique [Avec une réponse de Christian Goudineau] », *Études rurales*, 89-91, 1983, p. 275-289.
- LEVEAU 2007** : LEVEAU P., « Les moulins de Barbegal 1986-2006 », dans BRUN J.-P., FICHES J.-L. (éd.), *Énergie hydraulique et machines élévatrices d'eau dans l'Antiquité*, Actes du colloque international de Vers-Pont-du-Gard, 20-22 sept. 2006, Naples, Publications du Centre Jean Bérard, 2007, p. 185-199. (Collection du Centre Jean Bérard, 27)
- L'HOUE 1987** : L'HOUE M., « Un site sous-marin sur la côte de l'Armorique: l'épave antique de Ploumanac'h », *Revue Archéologique de l'Ouest*, 4, 1987, p. 113-131.
- LIGIER 1749** : LIGIER L., *La Nouvelle maison rustique, ou Économie générale de tous les biens de campagne*, Paris, Saugrain père, 1749, 1004 p.
- LINDET 1900** : LINDET L., « Les origines du moulin à grains (suite) », *Revue Archéologique*, 36 (1), 1900, p. 17-44.
- LOHRMAN 1984** : LOHRMAN D., « Entre Arras et Douai : les moulins de la Scarpe au XI^e siècle et les détournements de la Satis », *Revue du Nord*, 66 (263), 1984, p. 1023-1050.
- LONGEPIERRE 2007** : LONGEPIERRE S., « L'apport des meules à la connaissance des moulins hydrauliques romains en Languedoc », dans BRUN J.-P., FICHES J.-L. (éd.), *Énergie hydraulique et machines élévatrices d'eau dans l'Antiquité : actes du colloque international de Vers-Pont-du-Gard, 20-22 septembre 2006*, Naples, Centre Jean Bérard, 2007, p. 167-183.
- LONGEPIERRE 2011a** : LONGEPIERRE S., « Moulins manuels, à sang et hydraulique durant l'Antiquité dans le sud-est de la France : essai de définition », dans BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2011, p. 81-94.
- LONGEPIERRE 2011b** : LONGEPIERRE S., *Les meules à grains et les meulrières dans le Sud-Est de la France du IV^e siècle avant J.-C. au XII^e siècle après J.-C.*, thèse de doctorat soutenue à l'Université de Provence, Aix-Marseille I, 2011, 3 vol., 796 p., 819 fig.
- LONGEPIERRE 2012** : LONGEPIERRE S., *Meules, moulins et meulrières en Gaule méridionale du I^{er} s. avant J.-C. au VII^e s. après J.-C.*, Montagnac, Ed. Monique Mergoïl, 2012, 569 p. (Monographies Instrumentum, 41)
- LONGEPIERRE 2013** : LONGEPIERRE S., « Les moulins de l'Antiquité tardive en Gaule méridionale. L'exemple des meulrières de Saint-Quentin-la-Poterie (Gard) », *Gallia*, 70 (2), 2013, p. 341-386.
- LONGEPIERRE 2014** : LONGEPIERRE S., « Les moulins de Gaule méridionale (450 – 1 av. J.-C.) : types, origines et fonctionnement », dans ALONSO 2014a, p. 289-309.
- LORIDANT 1999** : LORIDANT F., « Habitats et salines », *Revue du Nord*, 91 (333), 1999, p. 141-142
- LORIDANT, DERU 2009** : LORIDANT F., DERU X. (dir.), *Bavay : la nécropole gallo-romaine de « la Fache des Près Aulnoys »*, Villeneuve d'Ascq, Université Lille 3, 2009, 259 p. (Revue du Nord, hors série n° 13)
- LORQUET 1994** : LORQUET Ph., « Découverte d'un moulin carolingien à Belle-Eglise «le Pré des Paillards» (Oise) », *Revue Archéologique de Picardie*, 3/4, 1994, p. 51-57.
- LOTTI et al. 1993** : LOTTI P., DUFOUR M., JIMENEZ F., *Rouen « rue Bourg l'Abbé »*, AFAN, DFS de sauvetage urgent 202, Rouen, SRA Haute-Normandie, 1993.
- LOVELL, TUBB 2006** : LOVELL B., TUBB J., « Ancient quarrying of rare in situ Palaeogene Hertfordshire Puddingstone », *Mercian Geologist*, 16 (3), 2006, p. 185-189.
- LOVELUCK, TYS 2006** : LOVELUCK C., TYS D., « Coastal societies, exchange and identity along the Channel and southern North Sea shores of Europe, AD 600–1000 », *Journal of Maritime Archaeology*, 1 (2), 2006, p. 140-169.
- LUKAS 2002** : LUKAS D., « Carrières et extraction romaines dans le nord-est de la Gaule et en Rhénanie », *Gallia*, 59, 2002, p. 155-174.

LUKAS 2013 : LUKAS D. (dir.), *Les établissements protohistorique et gallo-romain de la 'Butte Colas', Heudebouville 2, Eco-parc 2, (Eure)*, Inrap, Rapport de fouille préventive, Rouen, SRA Haute-Normandie, 2013, 770 p.

LUQUET 1966 : LUQUET A., « Blé et meunerie à Volubilis », *Bulletin d'archéologie marocaine*, 6, 1966, p. 301-316.

MACKINNON 2015 : MACKINNON M., « Changes in Animal Husbandry as a Consequence of Developing Social and Economic Patterns from the Roman Mediterranean Context », dans ERDKAMP P., VERBOVEN K., ZUIDERHOEK A. (éd.), *Ownership and Exploitation of Land and Natural Resources in the Roman World*, Oxford, Oxford University Press, 2015, p. 249-273.

MAILER 2014 : MAILER J.P.G., *Quarrying on the Eastern Moors*, Dissertation submitted for the degree of BA (Archaeological Studies), University of Sheffield, Department of Archaeology, 2014, 85 p.

MAINMAN, ROGERS 2000 : MAINMAN A.J., ROGERS N.S.H., *Craft, Industry and Everyday Life: Finds from Anglo-Scandinavian York*, York, Council for British Archaeology, 2000, 233 p. (The Archaeology of York, 17/14: The Small Finds)

MALRAIN et al. 1996 : MALRAIN F., GRANSAR F., MATTERNE V., LE GOFF I., « Une ferme de La Tène D1 et sa nécropole : Jaux "Le Camp du Roi" (Oise) », dans *Table-ronde de Ribemont-sur-Ancre (Somme): la chronologie du second âge du fer en Gaule du Nord / La ferme laténienne de Jaux (Oise) et sa nécropole*, Amiens, Société archéologique de Picardie, 1996, p. 245-306. (Revue archéologique de Picardie, 3/4)

MALRAIN, PINARD 1997 : MALRAIN F., PINARD E., *Rapport d'activité 1996, Programme de surveillance et d'étude archéologique des sablières de la moyenne vallée de l'Oise*, Amiens, SRA Picardie, 1997, 414 p.

MALRAIN et al. 1997 : MALRAIN F., MARÉCHAL D., PINARD E., « Les occupations du site de Longueil-Sainte-Marie «le Vivier des Grès» (Oise) », *Bulletin de l'AFEAF*, 15, 1997, p. 10-15.

MALRAIN et al. 2005 : MALRAIN F., GAUDEFROY S., GRANSAR F. « La Protohistoire récente : III^e siècle - première moitié du I^{er} siècle avant notre ère », *La recherche archéologique en Picardie : Bilans et Perspectives. Journées d'études tenues à Amiens les 21 et 22 mars 2005*, Amiens, Société archéologique de Picardie, 2005, p. 127-167. (Revue archéologique de Picardie 3/4)

MALRAIN, PINARD 2006 : MALRAIN F., PINARD E. (éd.), *Les sites laténiens de la moyenne vallée de l'Oise du V^e au I^{er} s. avant notre ère. Contribution à l'Histoire de la société gauloise*, Amiens, Société Archéologique de Picardie, 2006, 268 p. (Revue Archéologique de Picardie, n° spécial 23)

MALRAIN, BLANQUAERT 2009 : MALRAIN F., BLANQUAERT G., « Un enclos = une ferme ? », dans BERTRAND I., MARGUER P., GOMEZ DE SOTO J., DUVAL A., *Habitats et paysages ruraux en Gaule et regards sur d'autres régions du monde celtique, actes XXXI^e coll. AFEAF, Chauvigny, mai 2007, Tome II*, Chauvigny, Association des publications chauvinoises, 2009, p. 21-39.

MALRAIN 2010 : MALRAIN F., « 4. L'économie agraire en Gaule septentrionale », dans OUZOULIAS P. et al., *Comment les Gaulois devinrent romains*, Paris, La Découverte, 2010, p. 59-72. (Hors collection Sciences Humaines)

MALRAIN, MARÉCHAL 2012 : MALRAIN F., MARÉCHAL D., « Espaces ruraux dans la moyenne vallée de l'Oise : limites et perspectives », dans CARPENTIER V., MARCIGNY C. (dir.), *Des hommes aux champs. Pour une archéologie des espaces ruraux du Néolithique au Moyen Âge, Actes de la table ronde de Caen, 8-9 oct. 2008*, Rennes, Presses Universitaires de Rennes, 2012, p. 361-384.

MALRAIN et al. 2013 : MALRAIN F., BLANQUAERT G., LORHO T. (dir.), *L'habitat rural du second Âge du Fer au nord de la Loire. Rythmes de création et d'abandon*, Paris, Inrap - CNRS, 2013, 260 p. (Coll. Recherches Archéologiques, 7)

MALRAIN et al. 2015 : MALRAIN F., ZECH-MATTERNE V., BLANQUAERT G., et coll. de AUXIETTE G., LEROYER C., LORHO T., MÉNIEL P., « Apprehending Continuity and Discontinuity in Iron Age Soil Occupation and Rural Landscape through a Collective Database », dans DANIELISOVA A., FERNANDEZ-GÖTZ M., *Persistent economic ways of living : pro-*

duction, distribution and consumption in Late Prehistory and Early History, Budapest, Archaeolingua Alapítvány, 2015, p.137-144.

MALRAIN, LORHO 2016 : MALRAIN F., LORHO T., « Base de données sur les établissements ruraux du second âge du fer : quelques résultats sur le monde rural laténien », dans REDDÉ M. (dir.), *Méthodes d'analyse des différents paysages ruraux dans le nord-est de la Gaule romaine*, Volume 1, ERC Rurland international Workshop, Paris, 2016, p. 47-61. (Livre numérique)

MANGARTZ 1998 : MANGARTZ F., *Die antiken Steinbrüche der Hohen Buche bei Andernach, Topographie, Technologie und Chronologie*, Mainz, RGZM, 1998, 140 p.

MANGARTZ 2007 : MANGARTZ F., « Een 'logboek' voor De Meern 1: beschrijving en determinatie van de herkomst van het natuursteen », dans DE GROOT T., MOREL J.-M., *Een Romeinse Rijnaak, gevonden in Utrecht-De Meern. Resultaten van het onderzoek naar de platbodem 'De Meern 1'*, Ameersfoort, RACM, 2007, p. 246-255. (Rapportage Archeologische Monumentenzorg 144)

MANGARTZ 2008 : MANGARTZ F., *Römischer Basaltlava – Abbau zwischen Eifel und Rhein*, Mainz, RGZM, 2008, 350 p. (Vulkanpark-Forschungen 7)

MANGARTZ 2012 : MANGARTZ F., « Römerzeitlich Mühlsteinproduktion in den Grubenfeldern des Bellerberg-Vulkans bei Mayen (Lkr. Mayen-Koblenz) », dans GRÜNEWALD M., WENZEL S., *Römische Landnutzung in der Eifel, neue Ausgrabungen und Forschungen, Tagung in Mayen, vom 3. Bis zum 6. November 2011*, Mainz, Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, 2012, p. 1-24. (RGZM Tagungen, Band 16)

MANIQUET 1991 : MANIQUET C., *Le chantier archéologique du Musée des Beaux Arts à Rouen*, AFAN, Document de Final de Synthèse 9, Rouen, SRA Haute-Normandie, 1991.

MANNING 1964 : MANNING W.H., « A mill pivot from Silchester », *Antiquaries Journal*, 44, 1964, p. 38-40.

MANSY et al. 2007 : MANSY J.-L., GUENOC P., ROBASYNSKI F., AMEDRO F., AUFFRET J.-P., VIDIER J.-P., LAMARCHE J., LEFEVRE D., SOMMÉ J., BRICE D., MISTIAEN B., PRUD'HOMME A., ROHART J.-C., VACHARD D., *Carte géologique de la France au 1/50000, notice explicative de la feuille de Marquise (seconde édition)*, Orléans, Éd. BRGM, 2007, 213 p. (Notice n° 5)

MANTEL et al. 1997 : MANTEL E., DEVILLERS S., DUBOIS S., « L'occupation du nord de la Seine-Maritime », dans ROGERET I. (dir.), *Carte archéologique de la Gaule, La Seine-Maritime 76*, Paris, Éd. de la Maison des sciences de l'homme, 1997, p. 75-78.

MANTEL et al. 2006 : MANTEL E., DUBOIS S., DEVILLERS S., « Une agglomération antique sort de l'anonymat (Eu, «Bois L'Abbé», Seine-Maritime) : Briga ressuscité », *Revue Archéologique de Picardie*, 3/4, 2006, p. 31-50.

MARCY 2014 : MARCY T. (dir.), *Occupation du plateau de « la Plaine de Neuville » à Hermies (62) de La Tène au premier Moyen Âge*, Canal Seine – Nord Europe fouille 43, Inrap, rapport de fouille préventive, Lille, SRA Nord-Pas-de-Calais, 2014, 538 p.

MARCY 2017 : MARCY T. (dir.), *Fontaine Notre-Dame (Nord) : l'implantation alto-médiévale du «Petit Fontaine» : une exploitation agricole aux portes de la cité de Cambrai*, Inrap, rapport de fouille préventive, Lille, SRA Nord-Pas-de-Calais, 2017, 669 p.

MARÉCHAL 2010 : MARÉCHAL D. (dir.), *Rivecourt, « la Saule Ferrée » II (Oise) : une ferme gallo-romaine*, Inrap, rapport de diagnostic, Amiens, SRA Picardie, 2010, 30 p. + 25 pl.

MARÉCHAL 2011 : MARÉCHAL D. (dir.), *Attichy (Oise) « l'Avenue ». Ferme gallo-romaine I^{er} - III^e / Fosses bordant un chemin XVIII^e*, Inrap, rapport de fouille préventive, Amiens, SRA Picardie, 2011, 104 p.

MARIN, HALBOUT 1981 : MARIN J.-Y., HALBOUT P., « Archéologie urbaine à Caen et à Rouen », *Annales de Normandie*, 31 (4), 1981, p. 367-377.

- MARINVAL, HANSSON 1994** : MARINVAL Ph., HANSSON A.-M., « Archéologie du pain : découvertes récentes », dans MACHEREL Ch., ZEEBROEK R., *Une vie de pain : Faire, penser et dire le pain en Europe*, Bruxelles, Crédit Communal, 1994, p. 47-52.
- MARLIER 2011** : MARLIER S., « L'épave *Arles-Rhône 3* : étude préliminaire d'un chaland gallo-romain », dans BOETTO G., POMEY P., TCHERNIA A. (éd.), *Batellerie gallo-romaine : pratiques régionales et influences maritimes méditerranéennes*, Paris, Errance, 2011, p. 133-151.
- MAROT et al. 2016** : MAROT E., FONDRILLON M., LOCATELLI C., POUSET D., « Un moulin hydraulique (fin XII^e – fin XIII^e s.) découvert à Bourges (Cher) : données archéologiques et dendrométriques », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 417-434.
- MARQUET 1990** : MARQUET L., « Obligations des habitants du fief de Malempré de livrer des meules de moulin à La Roche (XV^e- XVII^e siècles) », *Glain et Salm, Haute Ardenne*, 32, 1990, p. 52-58.
- MARSDEN 1994** : MARSDEN P., *Ships of the Port of London, First to eleventh century AD*, London, English Heritage, 1994, 237 p. (Archaeological Report 3)
- MARTIN 2017** : MARTIN F., *Atuatuques, Condruses, Éburons ... Culture matérielle et occupation du sol dans le territoire de la future civitas Tungrorum, de la fin de l'âge du Fer au début de l'époque gallo-romaine*, Thèse de doctorat soutenue à l'Université Libre de Bruxelles, Volume texte, 2017, 437 p.
- MARTIN 1987** : MARTIN R., « Le marbre dans l'architecture grecque », dans MARTIN R., *Architecture et urbanisme*, Rome, École Française de Rome, 1987, p. 389-400. (Publications de l'École française de Rome, 99)
- MASSE 2011** : MASSE A., « Un atelier de saunier gaulois d'arrière pays à Gouy-Saint-André « Le Rossignol » (Pas-de-Calais) : présentation générale », *Revue du Nord*, 93 (393), 2011, p. 13-36.
- MASSE 2015** : MASSE A. (dir.), et coll. MERKENBREACK V., DELOBEL D., CHOMBART J., PICAVET P., *Capelle-Fermont (Pas-de-Calais) «le Château Fort», angle RD 939 et RD 49 E4*, Centre départemental d'archéologie du PasdeCalais, rapport de fouille préventive, Lille, SRA Nord-Pas-de-Calais, 2015, 184 p.
- MASSON 1986** : MASSON A., « Étude pétrographique des silex », dans PÉTREQUIN P. (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs (Jura). I Problématique générale. L'exemple de la Station III*, Paris, Éd. De la Maison des Sciences de l'Homme, 1986, p. 205-212.
- MASSON 1987** : MASSON A., « Analyse pétrographique des silex utilisés par les néolithiques de l'île Corrège à Leucate (Aude) », dans GUILAINE J., COURTIN J., ROUDIL J.-L., VERNET J.-L., *Premières communautés paysannes en Méditerranée occidentale, Actes du Colloque International du CNRS (Montpellier, 26-29 avril 1983)*, Paris, CNRS Éditions, 1987, p. 297-304.
- MATHELART et al. 2014** : MATHELART P., ZECH-MATTERNE V., AUXIETTE G., BANDELLI A., « Cuisiner et manger dans la capitale des Rèmes de l'époque augustéenne au IV^e siècle de notre ère : approche croisée des données céramologiques, archéozoologiques et carpologiques », dans COSTAMAGNO S. (dir.), *Histoire de l'alimentation humaine : entre choix et contraintes*, Paris, CTHS, 2014, p. 287-312.
- MATHIOT 2012** : MATHIOT D., « Les habitats ruraux des cinq derniers siècles avant notre ère entre le cours de la Somme et le delta Meuse-Rhin : formes et organisations », *Revue du Nord*, 94 (398), 2012, p. 7-26.
- MATHIOT 2013** : MATHIOT D., « Les campagnes au second Âge du Fer chez les Nerviens : un état de la question », *Revue du Nord*, 95 (403), 2013, p. 53-72.
- MATHIS, CLOSE 1987** : MATHIS A., CLOSE F., « Étude des implantations préhistoriques et historiques au gisement d'Eben – Steny », *Vie Archéologique*, 25, 1987, p. 21-79.
- MATTERNE et al. 1998** : MATTERNE V., YVINEC J.-H., GEMEHL D., « Stockage de plantes alimentaires et infestation

par les insectes dans un grenier incendié de la fin du II^e siècle après J.-C. à Amiens (Somme) », *Revue Archéologique de Picardie*, 3/4, 1998, p. 93-122.

MATTERNE 2001 : MATTERNE V., *Agriculture et alimentation végétale durant l'âge du fer et l'époque gallo-romaine en France septentrionale*, Montagnac, Éd. Mergoïl, 2001, 310 p. (Coll. Archéologie des Plantes et des Animaux, 1)

MATTERNE 2002 : MATTERNE V., « Les fruits et les graines provenant de quelques fosses, fossés et dépotoirs du site d'Estrées-Saint-Denis (Oise) », *Revue Archéologique de Picardie*, 3/4, 2002, p., 367-370.

MATTERNE 2003 : MATTERNE V., « Nouvelles données carpologiques relatives à la période gallo-romaine en régions Picardie et Île-de-France », dans FAVORY F., VIGNOT A. (éd.), *Actualité en Histoire et Archéologie agraires, actes du colloque international AGER V organisé à Besançon, 19-20 septembre 2000*, Besançon, Presses Universitaires Franc-Comtoises, 2003, p. 241-268.

MATTERNE, BRUN 2016 : MATTERNE V., BRUN C., « Vers une agriculture extensive ? Étude diachronique des productions végétales et des flores adventives associées, au cours de la période laténienne, en France septentrionale », dans BLANCQUAERT G., MALRAIN F. (éd.), *Évolution des sociétés gauloises du Second Âge du Fer entre mutations internes et influences externes, actes du 38^e colloque international de l'AFEAF, Amiens, 29 mai – 1^{er} juin 2014*, Amiens, Société Archéologique de Picardie, 2016, p. 623-638. (*Revue Archéologique de Picardie*, n° spécial 30).

MATTHYS, HOSSEY 1979 : MATTHYS A., HOSSEY G., *L'oppidum du "Trinchi à Cugnon"*, Bruxelles, Service National des Fouilles, 1979, 23 p. (*Archaeologica Belgica*, 215)

MAUNÉ et al. 2013 : MAUNÉ S., MONTEIX N., POUX M., « Introduction », dans MAUNÉ S., MONTEIX N., POUX M. (dir.), *Cuisines et boulangeries en Gaule romaine*, Ed. CNRS, Paris, 2013, p. 1-8. (*Gallia*, 70.1)

MAUSS 1947 : MAUSS M., *Manuel d'ethnographie*, Paris, Payot, 1947, 264 p.

MAUSS 1948 : MAUSS M., « Les techniques et la technologie », *Revue du MAUSS*, 23, 2004, p. 434-450. (1^{ère} édition dans *Journal de psychologie* 41, 1948)

MAUSS 1950 : MAUSS M., *Anthropologie et Sociologie*, Paris, Presses Universitaires, 1950, 389 p.

MAUSSION 1994 : MAUSSION A., *Les meules rotatives gallo-romaines de la Cité des Bituriges Cubi (Indre et Cher)*, Mémoire de Maîtrise soutenu à l'Université Paris I – Panthéon – Sorbonne, 1994, 47 p.

McGRAIL 1990 : McGRAIL S., « Boats and boatmanship in the late prehistoric southern North Sea and Channel region », dans McGRAIL S. (éd.), *Maritime Celts, Frisians and Saxons. Papers presented to a conference at Oxford in November 1988*, Londres, Council for British Archaeology, 1990, p. 32-48. (CBA Research Report 71)

MÉGNIEU 1980 : MÉGNIEU C., *Synthèse géologique du bassin de Paris: Stratigraphie et paléogéographie*, Orléans, BRGM, 1980, 466 p. (Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières, 101)

MÉGNIEU et al. 1980 : MÉGNIEU C., MÉGNIEU F., DEBRAND-PASSARD S., *Synthèse géologique du Bassin de Paris. Lexique des noms de formation*, Orléans, Éd. BRGM, 1980, 467 p. (Mémoires du BRGM, 103)

MÉGNIEU, BERGER 2006 : MÉGNIEU F., BERGER G., *Carte géologique de la France au 1/50000, notice explicative de la feuille de L'Isle d'Adam*, Orléans, Éd. BRGM, 2^e édition, 2006, 32 p. (Notice n° 153)

MEILLASSOUX 1960 : MEILLASSOUX C. « Essai d'interprétation du phénomène économique dans les sociétés traditionnelles d'autosubsistance », *Cahiers d'études africaines*, 1 (4), 1960. p. 38-67.

MEILLIEZ 1984 : MEILLIEZ F., « La Formation de Fépin (Gedinnien de l'Ardenne): un marqueur régional lithostratigraphique et structural », *Annales de la Société Géologique du Nord*, 103 (1), 1984, p. 37-53.

MEILLIEZ, BLIECK 1994 : MEILLIEZ F., BLIECK A., « Formation de Fépin », dans GODEFROID J., BLIECK A., BULTYNCK P., DEJONGHE L., GERRIENNE P., HANCE L., MEILLIEZ F., STAINIER P., STEEMANS P., *Les formations du Dévonien inférieur de*

la Vesdre, de la Fenêtre de Theux et du synclinorium de Dinant (Belgique, France), 1994, p. 23-27. (Mémoire pour servir à l'explication des cartes géologiques et minières de la Belgique, 38)

MEILLIEZ 2006 : MEILLIEZ F., « La discordance éodévoniennne de l'Ardenne : caractérisation stratigraphique et paléoenvironnementale de la Formation de Fépin et ses conséquences », *Géologie de la France*, 1-2, 2006, p. 29-33.

MELLENO 2014 : MELLENO D., « North Sea networks: trade and communication from the seventh to the tenth century », *Comitatus: a Journal of Medieval and Renaissance Studies*, 45, 2014, p. 65-89.

MENNESSON 1877 : MENNESSON E., « Le Camp de Macquenoise », *La Thiérache, Bulletin de la Société archéologique de Vervins (Aisne)*, 5, 1877, p. 128-135.

MENNESSON 1880 : MENNESSON E., « Macquenoise », *La Thiérache, Bulletin de la Société archéologique de Vervins (Aisne)*, 7, 1880, p. 124-130.

MERKENBREACK 2012 : MERKENBREACK V. (dir.), *Bruay-la-Buissière (62), ZAC de la Porte Nord*, Archéopole, rapport de fouille préventive, Lille, SRA Nord-Pas-de-Calais, 2012, 3 vol. : 587, 346, 30 p.

MERKENBREACK 2015 : MERKENBREACK V. (dir.), et coll. MASSE A., WILKET L., DELOBEL D., MEURISSE-FORT M., DEWITTE O. PICAVET P., *RD 939, mise à 2 x 2 voies, section Étrun - Aubigny-en-Artois (Pas-de-Calais)*, «Étrun - Haute-Avesnes – Capelle Fermont - Agnières - Aubigny-en-Artois», Centre départemental d'Archéologie du Pas-de-Calais, rapport de diagnostic, Lille, SRA Nord-Pas-de-Calais, 2015, 288 p.

METZLER 1995 : METZLER J., *Das treverische Oppidum auf dem Titelberg (G.-H. Luxemburg)*, Luxembourg, MNHA, 1995, 2 vol., 789 p. (Dossiers d'Archéologie du Musée National d'Histoire et d'Art 3)

MEURISSE et al. 2014 : MEURISSE L., et coll. de PICAVET P., ALONSO L., OUESLATI T., COLLETTE O., LEPLUS S., COLLARD V., SAVE S., POUSSET D., LOCATELLI C., « Brilon (Nord), Parc d'activités de Sars-et-Rosières : un établissement gallo-romain original dans la vallée de la Scarpe », *Revue du Nord*, 96 (408), 2014, p. 109-154.

MEURISSE-FORT 2015 : MEURISSE-FORT M., « Géoarchéologie entre zones littorales et systèmes continentaux (Mer du Nord – Manche, nord de la France) », *Annales de la Société Géologique du Nord*, 22, 2015, p. 73-74.

MEURISSE-FORT 2016 : MEURISSE-FORT M. (dir.), *Atelier ARCHGEOL, Archéologie environnementale des systèmes littoraux et fluviaux de la Mer du Nord et de la Manche*, Rapport d'activité inédit, Amiens, SRA Hauts-de-France, 2016, 44 p.

MICHAUX 1886 : MICHAUX A., « Note sur une meule romaine », *Bulletin de la Société Archéologique, Historique et Scientifique de Soissons (2^e série)*, 17, 1886, p. 63-64.

MICHEL, PÉZENNEC 2016 : MICHEL M., PÉZENNEC A. (dir.), *Bouville – Villers-Écalles (76) A150 – Section 2, tranche 1G – site 6*, Evéha, rapport de fouille préventive, Rouen, SRA Normandie, 2016, 689 p.

MICHOT 1963 : MICHOT J., « Les feldspaths dans les sédiments dévoniens et carbonifères de la Belgique », Bruxelles, Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique, 1963, 63 p. (Bulletin de l'Académie Royale de Belgique, 34/1)

MILLE 2016 : MILLE P., « Évolution technique des moulins à roues verticales en dessous, mis au jour sur le territoire français, VIII^e – XIV^e siècles », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 797-814.

MILNE 1990 : MILNE G., « Maritime traffic between the Rhine and Roman Britain: a preliminary note », dans McGRAIL S. (éd.), *Maritime Celts, Frisians and Saxons. Papers presented to a conference at Oxford in November 1988*, Londres, Council for British Archaeology, 1990, p. 82-84. (CBA Research Report 71)

MINOUX et al. 1987 : MINOUX L., JANJOU D., LANGEVIN C., et coll. QUÉRIÈRE (DE LA), VERRON PH., VERRON G., *Carte géologique de la France au 1/50000, notice explicative de la feuille de Vire*, Orléans, Éd. BRGM, 1987, 59 p. (Notice n° 174)

- MINVIELLE-LAROUSSE, BAILLY-MAITRE 2011** : MINVIELLE-LAROUSSE N., BAILLY-MAITRE M.-C., « Éléments de méthodologie pour l'étude de meules et moulins à minerai médiévaux », dans BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2011, p. 469-479.
- MINVIELLE-LAROUSSE 2017** : MINVIELLE-LAROUSSE N., « Les meules du moulin à minerai médiéval de Brandes-en-Oisans », dans BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2017a, p. 407-427.
- MINVIELLE-LAROUSSE *et al.* 2017** : MINVIELLE-LAROUSSE N., JACCOTTEY L., LEPAREUX-COUTURIER S., « *Les outils de mouture en Champagne-Ardenne à l'époque médiévale* », dans BUCHSENSCHUTZ *et al.* 2017a, p. 97-102.
- MONTEIX 2009** : MONTEIX N., « Pompéi, recherches sur les boulangeries de l'Italie romaine », *The Journal of Fasti Online*, Associazione Internazionale di Archeologia Classica, Rome, 2009, 11 p. [En ligne : <http://www.fastionline.org/docs/FOLDER-it-2009-168.pdf>, consulté le 24/05/2010]
- MONTEIX 2013** : MONTEIX N., « Cuisiner pour les autres : les espaces commerciaux de production alimentaire à Pompéi », dans MAUNÉ S., MONTEIX N., POUX M. (dir.), *Cuisines et boulangeries en Gaule romaine*, Ed. CNRS, Paris, 2013, p. 9-26. (Gallia, 70.1)
- MONTEIX 2014** : MONTEIX N., « Histoire politique des élites et histoire économique. L'exemple des *Caii Iulii* et des *Marci Lucretii* à Pompéi », dans APICELLA C., HAACK M.-L., LEROUXEL F. (éd.), *Les affaires de Monsieur Andreau : économie et société du monde romain*, Bordeaux, Ausonius Éditions, 2014, p.259-271. (Scripta Antiqua, 61)
- MOREAU *et al.* 2011** : MOREAU C., GRANIER F., et coll. ARGANT T., DJERBI H., DUBREUCQ E. HERVEUX L., LINTON J., « Val-de-Reuil (Eure), "Le Chemin aux Errants". Une occupation rurale du premier et second âge du fer à la confluence de l'Eure et de la Seine », dans *Journées Archéologiques de Haute-Normandie*, Rouen/Le Havre, Presses Universitaires de Rouen et du Havre, 2011, p. 27-48.
- MOREAU *et al.* 2015** : MOREAU C., GRANIER F., DUBREUCQ E., « Stockage et transport fluvial des céréales au Second âge du Fer : l'exemple de Val-de-Reuil (Eure) », dans OLMER F., ROURE R., *Les Gaulois au fil de l'eau. Actes du 37e colloque international AFEAF Montpellier 2013*, Bordeaux, Ausonius, 2015, p. 539-568.
- MOREL 2001** : MOREL J.-P., « Aux origines du moulin rotatif? Une meule circulaire de la fin du VI^e siècle avant notre ère à Carthage », dans BRUN J.-P., JOCKEY P. (éd.), *Technai, Techniques et sociétés méditerranéennes. Hommage à Marie-Claire Amourett.*, Paris, MMSH / Maisonneuve et Larose, 2001, p. 241-250.
- MORICEAU (rapport en cours)** : MORICEAU T. (dir.), *Marck-en-Calais (Pas-de-Calais) « ZAC de la Turquerie, parcelle CD »*, Grand Calais, Terres et Mers, rapport en cours.
- MORITZ 1956** : MORITZ L.A., « Vitruvius' Water-Mill », *The Classical Review*, 6 (3/4), 1956, p. 193-196.
- MORITZ 1958** : MORITZ L.A., *Grain-mills and flour in Classical Antiquity*, Oxford, Clarendon Press, 1958, 230 p.
- MORIZE, VERMEERSCH 1993** : MORIZE D., VERMEERSCH D., « Beaumont-sur-oise, le vicus gallo-romain: ateliers de potiers et céramiques gallo-romaines en milieux de production et consommation (étude préliminaire) », dans *S.F.E.C.A.G., Actes du Congrès de Versailles*, 1993, p. 11-52.
- MORRIS 2015** : MORRIS F.M., « Cross-North Sea contacts in the Roman period », *Oxford Journal of Archaeology*, 34 (4), 2015, p. 415-438.
- MOUCHARD 2005** : MOUCHARD J., « Aizier – Berges de la Seine », *ADLFI. Archéologie de la France - Informations, Haute-Normandie*, mis en ligne le 01 mars 2005. [En ligne : <http://journals.openedition.org/adlfi/8085>, consulté le 22/07/2018]
- MUIGG *et al.* 2018** : MUIGG B., TEGEL W., ROHMER P., SCHMIDT U.E., BÜNTGEN U., « Dendroarchaeological evidence of early medieval water mill Technology », *Journal of Archaeological Science*, 93, 2018, p. 17-25.
- NANTET 2008** : NANTET E., « Les activités de lestage dans le monde antique : l'exemple de la corporation des lesteurs à Ostie (2^e moitié du II^e siècle ap. J.-C. – début du III^e siècle ap. J.-C.) », dans NAPOLI J. (éd.), *Ressources et activités mari-*

times des peuples de l'Antiquité. Actes du Colloque International de Boulogne-sur-Mer (12, 13 et 14 mai 2005), Boulogne-sur-Mer, Centre de Recherche en Histoire Atlantique et Littorale, 2008, p. 515-521. (Les Cahiers du Littoral 2/6)

NAULEAU 2012 : NAULEAU J.-F., « Le mobilier de mouture », dans VALAIS A. (dir.), *L'habitat rural au Moyen Âge dans le nord-ouest de la France. Tome 1 : les synthèses*, Rennes, Presses Universitaires de Rennes, 2012, p. 235-252.

NAZE et al. 2011 : NAZE Y., FRONTEAU G., ROBERT B., « L'atelier de meules rotatives en calcaire à cérithes de Vendresse-Beaulne (Aisne). Note à propos des outils de mouture en calcaire Lutétien », dans BUCHSENSCHUTZ et al. 2011, p. 269-283.

NEAL 1989 : NEAL D.S., « The Stanwick Villa, Northants: An Interim Report on the Excavations of 1984-88 », *Britannia*, 20, 1989, p. 149-168

NEAL 1996 : NEAL D.S., « Upper storeys in Romano-British villas », dans JOHNSON P., HAYNES I. (éd.), *Architecture in Roman Britain*, York, Council for British Archaeology, 1996, p. 33-43. (CBA Research Reports, 94)

NEISS et al. 2010 : NEISS R. et al., « Histoire, développement et urbanisme », dans CHOSSENOT R., ESTÉBAN A., NEISS R., *Carte archéologique de la France, Reims 51/2*, Paris, Éd. de la Maison des sciences de l'homme, 2010, p. 61-102.

NESBITT, SAMUEL 1996 : NESBITT M., SAMUEL D., « From staple crop to extinction? The archaeology and history of the hulled wheats », dans PADULOSI S., HAMMER K., HELLER J., *Hulled wheats, Proceedings of the First International Workshop on Hulled Wheats, 21-22 July 1995, Castelvecchio Pascoli, Tuscany, Italy*, Rome, IPGRI, 1996, p. 40-99. (Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops, 4)

NIEUWHOF 2006 : NIEUWHOF A., « Discontinuity in the Northern-Netherlands coastal area at the end of the Roman Period », dans OUZOULIAS P., *L'économie agraire de la Gaule : aperçus historiographiques et perspectives archéologiques*, thèse de doctorat dirigée par M. le Professeur François Favory à l'Université de Franche-Comté, Besançon, 2006, 2 vol. : 250 et 87 p.

NIEUWHOF 2007 : NIEUWHOF A. (dir.), *De Leege Wier van Englum. Archeologisch onderzoek in het Reitdiepgebied*, Groningen, Vereniging voor Terpenonderzoek, 2007, p. 84-96. (Jaarverslagen van de Vereniging voor Terpenonderzoek, 91)

NIZET 1983 : NIZET R., *Binamé Paysis d'Sâm, photographies d'autrefois de la région de Vielsalm*, R. Nizet éd., 1983, 160 p.

NOLDE 2009 : NOLDE N., « Archäozoologische Untersuchung der Tierknochenfunde aus der Straßenschüttung von Insula 34 », *Xantener Berichte*, 15, 2009, p. 183-234.

NOTTE, MARCY 2009 : NOTTE L., MARCY T., *Oisy-le-Verger (62), Canal Seine - Nord Europe, diagnostic ZP9*, Inrap, Rapport d'opération intermédiaire, Lille, SRA Nord-Pas-de-Calais, 2009, 90 p.

NOTTE 2012 : NOTTE L., « Un diagnostic sur la Grand-Place de Béthune (février 2005) », *Bulletin de la Commission départementale d'Histoire et d'Archéologie du Pas-de-Calais*, 30, 2012, p. 11-39.

NUVIALA 2016 : NUVIALA P., « Les productions des «grands bœufs» dans l'Est de la Gaule : entre évolutions gauloises et influences romaines », dans BLANCQUAERT G., MALRAIN F. (éd.), *Évolution des sociétés gauloises du Second Âge du Fer entre mutations internes et influences externes, actes du 38^e colloque international de l'AFEAF, Amiens, 29 mai – 1^{er} juin 2014*, Amiens, Société Archéologique de Picardie, 2016, p. 597-610. (Revue Archéologique de Picardie, n° spécial 30).

O'KELLY, FORSTER 1983 : O'KELLY E., FORSTER R.H., *Traitement et stockage des céréales vivrières par les ménages ruraux*, Rome, FAO, 1983, 134 p. (Bulletin des Services Agricoles de la FAO, 53).

ORENGO, LIVARDA 2016 : ORENGO H.A., LIVARDA A., « The seeds of commerce: A network analysis-based approach to the Romano-British transport system », *Journal of Archaeological Science*, 66, 2016, p. 21-35.

OUESLATI 2014 : OUESLATI T., « La consommation des ressources animales en milieu rural : quels indices pour quelle caractérisation de cet espace socio-économique », dans DERU X., GONZÁLEZ VILLAESCUSA R. (dir.), *Consommer dans les campagnes de la Gaule romaine, Actes du X^e Congrès de l'association AGER*, Villeneuve d'Ascq, Université Lille 3, 2014, p. 121-128. (Revue du Nord, Coll. Art et Archéologie, Hors-série 21)

- OUESLATI, CRONIER 2014** : OUESLATI T., CRONIER C., « La diversité morphologique du porc en tant qu'indicateur des mécanismes de gestion de l'élevage porcin et de l'approvisionnement des villes romaines. Apport de l'analyse du contour des troisièmes molaires inférieures du porc », dans DERU X., GONZÁLEZ VILLAESCUSA R. (dir.), *Consommer dans les campagnes de la Gaule romaine, Actes du X^e Congrès de l'association AGER*, Villeneuve d'Ascq, Université Lille 3, 2014, p. 151-154. (Revue du Nord, Coll. Art et Archéologie, Hors-série 21)
- OZOUULIAS 2006** : OZOUULIAS P., *L'économie agraire de la Gaule : aperçus historiographiques et perspectives archéologiques*, thèse de doctorat dirigée par M. le Professeur François Favory à l'Université de Franche-Comté, Besançon, 2006, 2 vol. : 250 et 87 p.
- OZOUULIAS, VAN OSSEL 2009** : OZOUULIAS P., VAN OSSEL P., « Petites et grandes exploitations agricoles : le cas de la Plaine de France », dans LEVEAU P., RAYNAUD C., SABLAYROLLES R., TRÉMENT F. (éd.), *Les formes de l'habitat rural gallo-romain. Terminologie et typologie à l'épreuve des réalités archéologiques, actes du colloque AGER VIII, Toulouse 2007*, Bordeaux, Fédération Aquitania, 2009, p. 111-121.
- OZOUULIAS 2014** : OZOUULIAS P., « Nos natura non sustinet. À propos de l'intensification agricole dans quatre terroirs du nord des Gaules », *Gallia*, 71 (2), 2014, p. 307-328.
- PAINSONNEAU 2016** : PAINSONNEAU S., *Les meulières de Jacob-Bellecombette (Savoie) « ZAC des Châtaigneraies »*, rapport de fouille archéologique préventive, Arkemine, Romans, 2016, 317 p.
- PANCKOUKE 1787** : PANCKOUKE C.-J., *Encyclopédie Méthodique. Agriculture. Tome premier*, Paris, Panckoucke, 1787, 772 p.
- PANCKOUKE 1788** : PANCKOUKE C.-J., *Encyclopédie Méthodique. Arts et métiers mécaniques, Tome cinquième*, Paris, Panckoucke, 1788, 806 p.
- PANHUYSEN 1996** : PANHUYSEN T., *Romeins Maastricht en zijn beelden. Roman Maastricht reflected in stones (Corpus Signorum Imperii Romani - Corpus van de Romeinse Beeldhouwkunst. Nederland. Germania Inferior)*, Maastricht, Bonenfantenmuseum / Assen, Van Gorcum, 1996, 451 p.
- PANHUYSEN 2011** : PANHUYSEN T.A.S.M., *Transformations in North-Western Europe (AD 300-1000), Proceedings of the 60th Sachsensymposium, Maastricht, 19-23 September 2009*, Hannover, Niedersächsisches Landesmuseum Hannover, 2011, p. 55-66.
- PARIS 2014** : PARIS C., *Pontpoint, Houdancourt, Bazicourt (Oise), Gazoduc « Arc de Dierrey », tronçon B, Vallée de l'Oise (zones agricoles)*, Inrap, rapport provisoire de diagnostic archéologique, Amiens, SRA Picardie, 2014, 69 p.
- PARISOT-SILLON 2014** : PARISOT-SILLON C., « La Gaule belge, un carrefour d'influences : L'exemple des monnayages d'or (III^e – I^{er} s. av. J.-C.) », *Archimède : archéologie et histoire ancienne*, 2014, p.272-280.
- PARKHOUSE 1976** : PARKHOUSE J., « The Dorestad Quernstones », *Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek*, 26, 1976, p. 181-188.
- PARKHOUSE 1997** : PARKHOUSE J., « The distribution and Exchange of Mayen lava Quernstones in Early Medieval Northwestern Europe », dans DE BOE G., VERHAEGHE F. (éd.), *Medieval Europe Brugge 1997, volume 3: Exchange and Trade in Medieval Europe*, Vellik, Instituut voor het Archeologisch Patrimonium, 1997, p. 97-106. (IAP-rapporten 3)
- PARSONS 1936** : PARSONS W., « A Roman Water-Mill in the Athenian Agora », *Hesperia*, 5 (1), 1936, p. 70-90.
- PASQUINI, PETIT 2016** : PASQUINI B., PETIT C., « Le portage entre la Saône et la Moselle dans l'Antiquité (Ier-IVe siècles) », *Les Nouvelles de l'Archéologie*, 142, 2016, p. 27-32.
- PASSY 1832** : PASSY A., *Description géologique du département de la Seine-Inférieure*, Rouen, Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, 1832, 371 p. + 20 planches.
- PASTOR (rapport en cours)** : PASTOR L. (dir.), *Marck-en-Calais (Pas-de-Calais) « ZAC de la Turquerie, parcelle AB »*, Grand Calais, Terres et Mers, rapport en cours.

- PEACOCK 1980** : PEACOCK D.P.S., « The Roman Millstone Trade: A Petrological Sketch », *World Archaeology*, 12 (1), 1980, p. 43-53.
- PEACOCK 1987** : PEACOCK D.P.S., « Iron Age and Roman quern production at Lodsworth, West Sussex », *Antiquaries' Journal*, 67 (1), 1987, p. 61-85.
- PEACOCK 1989** : PEACOCK D.P.S., « The mills of Pompeii », *Antiquity*, 63 (239), 1989, p. 205-214.
- PEACOCK 2013** : PEACOCK D.P.S., *The Stone of Life. Querns, mills and flour production in Europe up to c. AD 500*, Southampton, Highfield Press, 2013, 220 p. (Southampton Monographs in Archaeology New Series, 1)
- PEARSON 2000** : PEARSON T., *Quern Manufacturing at Wharncliffe Rocks, Sheffield, South Yorkshire*. English Heritage Research Report, 2000, 46 p. (Archaeological Investigation Report Series, 20)
- PEIXOTO 1994** : PEIXOTO X. (dir.), *Rouen (76) « Espace du Palais »*, AFAN, Document Final de Synthèse n° 222, Rouen, SRA Haute-Normandie, 1994, 233 p.
- PELTIER 2001** : PELTIER O., « Raisonnement du chaulage des prairies: influence sur la production et la qualité des fourrages », dans *Préactes du Colloque sur l'acidification des sols: origine, approche, enjeux et maîtrise*, Versailles, Éd. AFES - INRA, 2001, 58 p.
- PEÑA-CHOCARRO, ZAPATA 2003** : PEÑA-CHOCARRO L., ZAPATA L., « Post-harvest processing of hulled wheats. An ethnoarchaeological approach », dans ANDERSON P. C., CUMMINGS L. S., SCHIPPERS T. K., SIMONEL B. (dir.), *Le traitement des récoltes : un regard sur la diversité, du Néolithique au présent, Actes des XXIII^e rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, 2002*, Antibes, APDCA, 2003, p. 99-113.
- PEÑA-CHOCARRO et al. 2009** : PEÑA-CHOCARRO L., ZAPATA PEÑA L., GONZÁLEZ URQUIJO J.E., IBÁÑEZ ESTÉVEZ J.J., « Einkorn (*Triticum monococcum* L.) cultivation in mountain communities of the western Rif (Morocco): An ethnoarchaeological project », dans FAIRNBAIN, A.S., WEISS, E. (éd.), *From foragers to farmers*, Oxford, Oxbow Books, 2009, p. 103-111.
- PERRIER (rapport en cours)** : PERRIER B., *Fransures (Somme) « la Galette », éolienne n° 5*, Archéopole, rapport en cours.
- PETIT, ALBRECHT 2005** : PETIT J.-P., et coll. ALBRECHT P.-A., « L'artisanat alimentaire dans les petites villes gallo-romaines de Bliesbruck (Moselle, France), et Schwarzenacker (Sarre, Allemagne) au III^e siècle apr. J.-C. », dans POLFER M. (dir.), *Artisanat et économie romaine : Italie et provinces occidentales de l'Empire, Actes du 3^e Colloque International d'Erpeldange (Lux.) sur l'artisanat romain 14-16 octobre 2004*, Montagnac, Éd Mergoïl, 2005, p. 169-193. (Monographies Instrumentum, 32)
- PETIT 2014** : PETIT P., « *Histoire générale de l'Empire romain. 1. Le Haut-Empire (27 av. J.-C. – 161 ap. J.-C.)* », Paris, Seuil, 2014, 309 p.
- PHALIP 1992** : PHALIP B., « Le moulin à eau médiéval. Problème et apport de la documentation languedocienne. Bassins de l'Hérault, Orb et Vidourle », *Archéologie du midi médiéval*, 10, 1992, p. 63-96.
- PICAVET et al. 2011** : PICAVET P., et coll. FRONTEAU G., BOYER F., « Les meules romaines de sept chefs-lieux de cité de Gaule Belgique occidentale, étude du matériel et synthèse bibliographique », *Revue du Nord*, 93 (393), 2011, p. 167-226.
- PICAVET 2014a** : PICAVET P., *Meules et macro-outillage lithique de la Protohistoire au haut Moyen Âge sur le tracé du Canal Seine – Nord Europe*, Inrap, Document final de synthèse d'étude, Amiens, SRA Picardie, 2014, 245 p.
- PICAVET 2014b** : PICAVET P., « Mouture de subsistance, d'appoint, et artisanat alimentaire de rendement. Les meules gallo-romaines entre villes et campagnes dans le nord de la Gaule », dans DERU X., GONZÁLEZ VILLAESCUSA R. (dir.), *Consommer dans les campagnes de la Gaule romaine, Actes du X^e Congrès de l'association AGER*, Villeneuve d'Ascq, Université Lille 3, 2014, p. 51-65. (Revue du Nord, Coll. Art et Archéologie, Hors-série 21)

PICAVET 2015 : PICAVET P., « Production régionale et importation de meules rotatives dans le sud de l'Entre-Sambre-et-Meuse dans l'Antiquité. Les collections du musée du Malgré-Tout (Treignes, Prov. de Namur) », *Archéo-Situla*, 35, 2015, p. 105-119.

PICAVET 2016 : PICAVET P., « De grandes meules gallo-romaines en grès découvertes dans le nord de la France et en Belgique. Aspects typologiques et techniques », dans JACCOTTEY et ROLLIER 2016, p. 695-712.

PICAVET 2017 : PICAVET P., « Libramont-Chevigny/Freux : découverte d'une carrière de meules protohistorique dans le Bois de la Hè », *Chronique de l'Archéologie Wallonne*, 25, 2017, p. 139-141.

PICAVET et al. 2017a : PICAVET P., FRONTEAU G., LE QUELLEC V., BOYER F., « Les productions de meules en grès dévonien dit "arkose" d'Haybes/Macquenoise de la fin de l'Âge du Fer à l'Antiquité tardive dans le nord de la Gaule. Caractérisation typologique, chronologie et diffusion », dans BUCHSENSCHUTZ et al. 2017a, p. 267-281.

PICAVET et al. 2017b : PICAVET P., et coll. FRONTEAU G., FONT C., « Distribution des matériaux meuliers sur un transect Nord-Sud à travers la France septentrionale : les meules rotatives gauloises, gallo-romaines et alto-médiévales du tracé du Canal Seine – Nord Europe », dans BUCHSENSCHUTZ et al. 2017a, p. 387-400.

PICAVET et al. 2017c : PICAVET P., et coll. FRONTEAU G., GOEMAERE E., MONCHABLON C., RENIERE S., *Prospection pédestre dans les meulrières dites de « Macquenoise », entre Hirson et Saint-Michel-en-Thiérache (Aisne), 15-16 février 2017*, rapport de prospection thématique, Amiens, SRA Hauts-de-France, 2017, 80 p.

PICAVET et al. 2018 : PICAVET P., RENIERE S., CNUDDÉ V., DE CLERCQ W., DRESEN R., FRONTEAU G., GOEMAERE E., HARTOCH E., « The Macquenoise sandstone, a suitable Lochkovian raw material for ancient millstones: quarries, properties, manufacture and distribution (Belgium-France) », *Geologica Belgica*, 21 (1-2), 2018, p. 27-40.

PICAVET (à paraître) : PICAVET P., « Les meules rotatives en Pays Morin. Un nouvel axe pour l'approche des systèmes économiques antiques », dans BLAMANGIN O., DEMON A. (éd.), *Gesoriacum/Bononia, entre terre et mer. Rôle économique, politique et militaire du port antique de Boulogne-sur-Mer en Morinie. Actes de la table ronde du PCR « Atlas Topographique de la ville antique de Boulogne », Boulogne-sur-Mer, 24 et 25 septembre 2015*, Villeneuve d'Ascq, Presses Universitaires du Septentrion. (Coll. Archaiologia, à paraître)

PICHON 2009 : PICHON B., *Carte archéologique de la Gaule, Amiens 80/1*, Paris, Éd. de la Maison des sciences de l'homme, 2009, 286 p.

PIERRE 2005 : PIERRE G., « Structure et évolution des falaises gréseuses et argileuses du cap Gris-Nez (Boulonnais, France) », *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 11 (4), 2005, p. 297-310.

PIETTE 1847 : PIETTE A., *Histoire de l'Abbaye de Foigny*, Vervins, 1847. (rééd. Paris, 1931)

PIETTE 1862 : PIETTE A., *Itinéraires gallo-romains dans le Département de l'Aisne*, Laon, Imprimerie Fleury, 1856-1862, 341 p.

PIGIÈRE 2009 : PIGIÈRE F., *Evolution de l'économie alimentaire et des pratiques d'élevage de l'Antiquité au haut Moyen Age en Gaule du nord. Une étude régionale sur la zone limoneuse de la Moyenne Belgique et du sud des Pays-Bas*, Oxford, Archaeopress, 2009, 276 p. (B.A.R.-International Series 2035)

PIGIÈRE, LEPOT 2014 : PIGIÈRE F., LEPOT A., « Une économie de marché entre la ville de Tongres et son arrière-pays ? Les exemples de la gestion des ressources animales et de l'approvisionnement en céramique », dans DERU X., GONZÁLEZ VILLAESCUA R. (dir.), *Consommer dans les campagnes de la Gaule romaine, Actes du X^e Congrès de l'association AGER*, Villeneuve d'Ascq, Université Lille 3, 2014, p. 155-169. (Revue du Nord, Coll. Art et Archéologie, Hors-série 21)

PIGIÈRE 2015 : PIGIÈRE F., « Animal husbandry in the core area of the *civitas Tungrorum* », dans ROYMANS N., DERKS T., HIDDINK H.A. (éd.), *The Roman Villa of Hoogeloon and the Archaeology of the Periphery*, Amsterdam, Amsterdam University Press, 2015, p. 163-175. (Archaeological Studies, 22)

PIGIÈRE 2017 : PIGIÈRE F., « The Evolution of Cattle Husbandry Practices in the Roman Period in Gallia Belgica and Western Germania Inferior », *European Journal of Archaeology*, 20 (3), 2017, p. 472-493.

PILET-LEMIÈRE, LEVALET 1989 : PILET-LEMIÈRE J., LEVALET D., *Carte archéologique de la Gaule, La Manche 50*, Paris, Éd. de la Maison des sciences de l'Homme, 1989, 136 p.

PILLONEL, PLUMETTAZ 2016 : PILLONEL D., PLUMETTAZ N., « Un moulin du XI^e siècle dans un ancien lit de la Thielles (canton de Neuchâtel, Suisse) », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 361-374.

PION 2005 : PION P., « L'histoire de Paris vue du fond. Une pêcherie mérovingienne associée à un moulin (?) dans un chenal secondaire de la Seine à Paris, quai Branly », dans SERNA V., GALICE A. (éd.), *La rivière aménagée : entre héritages et modernité. Actes du colloque d'Orléans, 15-16 octobre 2004*, Cordemais, Éd. Estuarium, 2005, p. 31-51. (Aestuarium, cultures et développement durable, 7)

PION 2010 : PION P., « *Oppida* et urbanisation en Gaule du Nord avant la Conquête : des faits aux modèles et des modèles à l'Histoire », dans OUZOULIAS P., TRANOY L. (éd.), *Comment les Gaules devinrent romaines*, Paris, La Découverte, 2010, p. 35-46. (Hors collection Sciences Humaines)

PITTE 1986 : PITTE D., *Rapport sur la fouille de sauvetage programmé réalisée à Rouen, Place de l'Hôtel de Ville, fév. – juin 1986*, AFAN, Document Final de Synthèse 220, Rouen, SRA Haute-Normandie, 1986.

PLEUGER, WARMENBOL 2013 : PLEUGER J.-L., WARMENBOL E., « Viroinval/Olloy-sur-Viroin et Dourbes : la porte occidentale de la fortification protohistorique du Plateau des Cinques, campagne 2011 », *Chronique de l'Archéologie Wallonne*, 20, 2013, p. 250-252.

POHL 2010 : POHL M., « Quern-stones and Tuff as indicators for Medieval European trade patterns », *Papers from the Institute of Archaeology*, 20, 2010, p.148-153.

POLFER 2001 : POLFER M., « Coûts absolus et coûts relatifs du transport fluvial à l'époque romaine », dans BEDON R., MALISSARD A., *La Loire et les fleuves de la Gaule romaine et des régions voisines, Actes du colloque d'Orléans, 15 et 16 mai 1998*, Limoges, Presses Universitaires de Limoges, 2001, p. 317-329. (Caesarodunum 33-334)

POLINSKI 2009 : POLINSKI A., « Note sur les meules en trachy-andésite d'époque romaine découvertes en Loire Atlantique », *Revue Archéologique de l'Ouest*, 26, 2009, p. 189-204.

POMEROL et al. 1984 : POMEROL C., BOUREUX M., BOURNÉRIAS M., DORIGNY A., MAUCORPS J., SOLAU J.-L., VATTINEL M., *Carte géologique de la France au 1/50000, notice explicative de la feuille de Soissons*, Orléans, Éd. BRGM, 1984, 46 p. (Notice n° 106)

POMEY, TCHERNIA 1978 : POMEY P., TCHERNIA A., « Le tonnage maximum des navires de commerce romains », *Archaeo-nautica*, 2 (1), 1978, p. 233-251.

POMEY 1997 : POMEY P. (dir.), *La navigation dans l'Antiquité*, Aix-en-Provence, Edisud, 1997, 206 p. (Coll. Méditerranée)

POMMEPUY 1999 : POMMEPUY C., « Le matériel de mouture de la vallée de l'Aisne de l'Âge du Bronze à La Tène finale : formes et matériaux », *Revue Archéologique de Picardie*, 3/4, 1999, p. 115-141.

POMMEPUY 2003 : POMMEPUY C., « Le matériel de mouture, un marqueur territorial : Les meules rèmes et suessions », dans PLOUIN S., JUD P. (dir.), *Habitats, mobiliers et groupes régionaux à l'âge du fer : actes du XXe colloque de l'AFEAF, Colmar-Mittelwibr, 16-19 mai 1996*, Dijon, Société Archéologique de l'Est de la France, 2003, p. 375-385. (Revue Archéologique de l'Est, supplément 20)

POUX 2000 : POUX M., « Espaces votifs - espaces festifs. Banquets et rites de libation en contexte de sanctuaires et d'enclos », dans *Les enclos celtiques, Actes de la table ronde de Ribemont-sur-Ancre (Somme)*, Amiens, Société archéologique de Picardie, 2000, p. 217-231. (*Revue Archéologique de Picardie*, 1/2)

POUX 2004 : POUX M., *L'Âge du Vin, Rites de boisson, festins et libations en Gaule indépendante*, Montagnac, Ed. Monique Mergoïl, 2004, 637 p. (Coll. protohistoire européenne, 8)

- POUX 2008** : POUX M., « Deuxième partie. L’empreinte du militaire tardo-républicain dans les faciès mobiliers de La Tène finale. Caractérisation, chronologie et diffusion de ses principaux marqueurs », dans POUX M. (dir.), *Sur les traces de César. Actes de la table ronde du 17 octobre 2002 (Glux-en-Glenne – F. 58)*, Glux-en-Glenne, Centre archéologique européen de Bibracte, 2008, p. 299-432. (Bibracte, 14)
- POUX et al. 2013** : POUX M., et coll. ARGANT Th., BOUBY L., CLÉMENT B., GILLES A., LEPELIER M., TILLIER M., TRIPIER A., « Une *culina* de type pompéien en territoire lyonnais : l’espace culinaire de la *villa* de Goiffieux à Saint-Laurent-d’Agy (Rhône) », dans MAUNÉ S., MONTEIX N., POUX M. (dir.), *Cuisines et boulangeries en Gaule romaine*, Paris, Éd. CNRS, 2013, p. 135-164. (Gallia, 70.1)
- PRILAUX 2011** : PRILAUX G., « Exploitation du grès », *Archéopages*, 33, 2011, p. 104-105.
- PROCOPIOU 2003** : PROCOPIOU H., « Les techniques de décorticage dans le monde égéen. Étude ethnoarchéologique dans les Cyclades », dans ANDERSON P. C., CUMMINGS L. S., SCHIPPERS T. K., SIMONEL B. (dir.), *Le traitement des récoltes : un regard sur la diversité, du Néolithique au présent, Actes des XXIII^e rencontres internationales d’archéologie et d’histoire d’Antibes, 2002*, Antibes, APDCA, 2003, p. 115-136.
- PY 1992** : PY M., « Meules d’époque proto historique et romaine provenant de Lattes », dans PY M. (dir.), *Recherches sur l’économie vivrière des Lattaresens*, Lattes, Association pour la recherche archéologique en Languedoc oriental, 1992, p. 183-232. (Lattara, 5)
- QUESNEL 1997** : QUESNEL F., *Cartographie numérique en géologie de surface : application aux altérites à silex de l’ouest du bassin de Paris*, Orléans, Éd. BRGM, 1997, 430 p. (Document du BRGM, 263)
- RAEPSAET 1979** : RAEPSAET G., « La faiblesse de l’attelage antique : la fin d’un mythe ? », *L’antiquité classique*, 48 (1), 1979, p. 171-176.
- RAEPSAET 1984** : RAEPSAET G., « Transport de tambours de colonnes du Pentélique à Éleusis au IV^e siècle avant notre ère », *L’antiquité classique*, 53, 1984, p. 101-136.
- RAEPSAET 1995** : RAEPSAET G., « Attelages et brancards de l’époque romaine entre Seine et Rhin », dans RAEPSAET, ROMMELAERE 1995, p. 45-56.
- RAEPSAET, ROMMELAERE 1995** : RAEPSAET G., ROMMELAERE C. (éd.), *Brancards et transport attelé entre Seine et Rhin de l’Antiquité au Moyen Age: aspects archéologiques, économiques et techniques*, Bruxelles, Centre d’histoire et de technologies rurales, Université libre de Bruxelles, 1995, 151 p.
- RAEPSAET 2002** : RAEPSAET G., *Attelages et techniques de transport dans le monde gréco-romain*, Bruxelles, Le Livre Timperman, 2002, 312 p.
- RAEPSAET 2013** : RAEPSAET G., « Quelques réflexions sur l’économie gallo-romaine en pays condruise », dans VAN MECHELEN R. (dir.), *Archéologie entre Meuse et Hoyoux. Le monde rural en Condroz namurois, du I^{er} au XIX^e siècle. II. Contexte, analyses*, Saint-Hubert, Entre Ardenne et Mesue a.s.b.l., 2013, p. 197-210. (*De la Meuse à l’Ardenne*, 45)
- RAEPSAET, RAEPSAET-CHARLIER 2013** : RAEPSAET G., RAEPSAET-CHARLIER M.-T., « La Zélande à l’époque romaine et la question des Frisiavons », *Revue du Nord*, 95, 2013, p.209-242.
- RAEPSAET et al. 2015** : RAEPSAET G., DEMAIFFE D., RAEPSAET-CHARLIER M.-T., « La production, la diffusion et la consommation du plomb “germanique” en Gaule du Nord. Apports des isotopes du plomb », *Vie archéologique*, 74, 2015, p. 65-90.
- RAEPSAET-CHARLIER 2003** : RAEPSAET-CHARLIER M.-T., « Nouveaux *cultores* de Nehalennia », *L’antiquité classique*, 72, 2003, p. 291-302.
- RAMELLI 1588** : RAMELLI A., *Le diverse et artificiose machine del Capitano Agostino Ramelli Dal Ponte Della Tresia Ingegnerio del Christianissimo Re di Francia et di pollonia : nelle quali si contengono uarii et industriosi Mouimenti, degni*

digrandissima speculatione, per cauarne beneficio infinito in ogni sorte d'operatione, Paris, 1588. [En ligne : <http://www.istitutodatini.it/biblio/images/fr/riccard/11090/htm/elenco.htm> consulté le 22/03/2018]

RAOULT., MEILLIEZ 1986 : RAOULT J.-F., MEILLIEZ F., « Commentaires sur une coupe structurale de l'Ardenne selon le méridien de Dinant », *Annales de la Société Géologique du Nord*, 150, 1986, p. 97-109.

RAUX 1999 : RAUX S., « Les objets de la vie quotidienne à Lattes au IV^e siècle avant notre ère », dans PY M. (dir.), *Recherches sur le quatrième siècle avant notre ère à Lattes*, Lattes, Éd. de l'Association pour la Recherche Archéologique en Languedoc Oriental, 1999, p. 439-518.

REDDÉ 2015 : REDDÉ M., « Grands et petits établissements ruraux dans le nord-est de la Gaule romaine : réflexions critiques », *Revue des Études Anciennes*, 117 (2), 2015, p. 575-612.

REILLE, CHABOT 2000 : REILLE J.-L., CHABOT L., « L'origine et l'importation des meules à grains dans un village de la chôra marseillaise aux II^e et I^{er} s. av. J.-C. (oppidum de La Cloche, Les Pennes-Mirabeau, B.-du-Rh.) », *Documents d'Archéologie méridionale*, 23, 2000, p. 279-282.

REILLE 2001a : REILLE J.-L., « L'origine des meules à grains dans l'oppidum protohistorique de Montlaurès (Narbonne, Aude) du VI^e au I^{er} s. av. n. è. », *Documents d'Archéologie méridionale*, 24, 2001, p. 201-206.

REILLE 2001b : REILLE J.-L., « L'importation des meules domestiques dans la forteresse grecque d'Olbia (Hyères, Var) entre le II^e s. av. n. è. et le Haut Empire », *Documents d'Archéologie méridionale*, 24, 2001, p. 207-211.

REILLE 2002 : REILLE J.-L., « Meules à grains de provenance septentrionale (Coirons, Massif Central) sur deux sites protohistoriques du Languedoc oriental. Le Marduel (IV^e-I^{er} s.) et Nages (III^e-I^{er} s.) », *Documents d'Archéologie méridionale*, 25, 2002, p. 225-232.

RÉMY-WATTÉ 1997 : RÉMY-WATTÉ M., « L'Âge du Fer », dans ROGERET I. (dir.), *Carte archéologique de la Gaule, La Seine-Maritime 76*, Paris, Éd. de la Maison des sciences de l'homme, 1997, p. 58-63.

RENIERE et al. 2014 : RENIERE S., CLERBAUT T., DESCHIETTER J., CUYT G., « Van soldaat tot molenaar: de herinterpretatie van enkele 'speerpunten' uit vlaamse context », *Signa*, 3, 2014, p. 151-155.

RENIERE et al. 2016 : RENIERE S., DREESEN R., FRONTEAU G., GLUHAK T., GOEMAERE E., HARTOCH E., PICAVET P., DE CLERCQ W., « Querns and mills during Roman times at the northern frontier of the Roman Empire (Belgium, northern France, southern Netherlands, western Germany): Unravelling geological and geographical provenances, a multidisciplinary research project », *Journal of Lithic Studies*, 3 (3), 2016, p. 403-428.

RENIERE, DE CLERCQ 2018 : RENIERE S., DE CLERCQ W., « Gallo-Roman whetstone building deposits. The cultural biography of the domestic sphere in northern Gaul », *Journal of Anthropological Archaeology*, 51, 2018, p. 67-76.

RENIERE (thèse en cours) : RENIERE S., *Romancing the stone. On the provenance, use and socio economics of stone artefacts in a stone-less landscape*, Thèse de doctorat, Université de Gand, en cours.

REVILLION et al. 2007 : REVILLION S., RIETH E., VEYRAT E., DEMON A., FOSSE G., GONSSEAUME Chr., LOONES Chr., PHILIPPE M., PITON D., « Découverte d'éléments d'un navire gallo-romain dans la baie de Wissant (Pas-de-Calais), à Tardinghen-Le Châtelet », *Revue du Nord*, 89 (373), 2007, p. 73-88.

RICHARDSON (à paraître) : RICHARDSON A., « The view from the bay: exchange, production and settlement at East Wear Bay, Folkestone, during the late Iron Age and Roman periods », dans BLAMANGIN O., DEMON A. (éd.), *Gesoriacum/Bononia, entre terre et mer. Actes de la table ronde de Boulogne-sur-Mer, 24 et 25 septembre 2015*, Villeneuve d'Ascq, Presses Universitaires du Septentrion. (Coll. Archaïologia, à paraître)

RIPPON 2008 : RIPPON S., « Coastal Trade in Roman Britain: the Investigation of Crandon Bridge, Somerset, a Romano-British Transshipment Port beside the Severn Estuary », *Britannia*, 39, 2008, p. 85-144.

- ROBERT, LANDRÉAT 2005** : ROBERT B., LANDRÉAT J.-L., « Les meules rotatives en calcaire à glauconie grossière et l'atelier de Vauxrezis (Aisne). Un état de la question », dans AUXIETTE G., MALRAIN F., *Hommage à Claudine Pommepuy*, Amiens, Société Archéologique de Picardie, 2005, p. 105-114. (Revue Archéologique de Picardie, n° spécial 22)
- ROBERT 2007** : ROBERT S., « Les itinéraires routiers anciens traversant le Val-d'Oise », *Revue archéologique du Vexin Français et du Val-d'Oise*, 38, 2007, p. 7-23.
- ROBERT 2009a** : ROBERT S., « De la route-monument au réseau routier », *Les Nouvelles de l'Archéologie*, 115, 2009, p. 8-12.
- ROBERT 2009b** : ROBERT S., « L'héritage pré et post-romain dans les réseaux routiers anciens », *Les Nouvelles de l'Archéologie*, 115, 2009, p. 23-30.
- ROBIN et al. 2011** : ROBIN B., BOYER F., et coll. CHAUSSAT A.-G., « La liaison des meules rotatives protohistoriques et gallo-romaines : œil et anille », dans BUCHSENSCHUTZ et al. 2011, p. 351-358.
- RODRIGUEZ DIAZ et al. 2014** : RODRIGUEZ DIAZ A., PAVÓN SOLDEVILA I., DUQUE ESPINO D. M., PONCE DE LEÓN IGELSIAS M., « Molinos y molienda en el mundo tartésico: el Guadiana y Tajo Medios », dans ALONSO 2014a, p.189-214.
- ROGERET 1997** : ROGERET I., *Carte archéologique de la Gaule, La Seine-Maritime 76/1*, Paris, Éd. de la Maison des sciences de l'homme, 1997, 664 p.
- ROGINE 1876** : ROGINE F., « Les moulins romains de la Thiérache », *La Thiérache, Bulletin de la Société archéologique de Vervins (Aisne)*, 4, 1876, p. 140-147.
- ROGINE 1880** : ROGINE F., « L'Arkose de Weismes et le poudingue de Fépin dans le bois de Milourd », *La Thiérache, Bulletin de la Société archéologique de Vervins (Aisne)*, 7, 1880, p. 118-123.
- ROGINE 1881** : ROGINE F., « Une dernière excursion au camp de Macquenoise », *La Thiérache, Bulletin de la Société archéologique de Vervins (Aisne)*, 8, 1881, p. 197-207.
- ROHMER 1996** : ROHMER, P., « Le moulin carolingien d'Audun-le-Tiche », *Archéologie nouvelle*, 22, 1996, p. 6-8.
- ROHMER et al. 2016** : ROHMER P., JACCOTTEY L., MILLE P., GLUHAK T.M., « Les moulins carolingiens (IX^e – X^e siècles) d'Audun-le-Tiche (Moselle) », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 303-322.
- RÖHRIG 1884** : RÖHRIG J., « Miscellen vom Hunsrück, Gräberfunde », *Jahrbücher des vereins von alterthumsfreunden im Rheinlande*, 78, 1884, p. 242-243.
- ROLLET P., DERU 2005** : ROLLET P., DERU X., « L'agglomération gallo-romaine des « Sarteaux » à Ville-sur-Lumes (Ardennes). La campagne de fouilles de Juillet 1997 », *Revue du Nord*, 87 (363), 2005, p. 10-83.
- ROLLIER et al. 2016** : ROLLIER G., JACCOTTEY L., MILLE P., GIRARD CLOS O., « Les fouilles du moulin de Thervay (Jura) : évolution d'un site de meunerie de la période carolingienne à l'installation du domaine de l'abbaye cistercienne d'Acéy (IX^e – XII^e siècles) », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 323-342.
- ROMAN 2009** : ROMAN Y., « Entre Rome et Gaules, le commerce, vecteur de romanisation », *Pallas*, 80, 2009, p. 245-277.
- ROTH 1999** : ROTH J., *The logistics of the Roman army at war (264 B.C. - A.D. 235)*, Leiden/Boston/Köln, Brill, 1999, 399 p. (Columbia Studies in the Classical Tradition, 23)
- ROUGIER 1994** : ROUGIER R., *Sains-Saëns (Seine-Maritime) « la Plaine du Pucheuil »*, AFAN, rapport d'évaluation détaillée, A29 section Le Havre - Yvetot, AFAN, Rouen, SRA Haute-Normandie, 1994, 23 p.
- ROUTIER (rapport en cours)** : ROUTIER J.-C., *La Calotterie (Pas-de-Calais) « parcelles Chelbi et Siriez »*, Inrap, rapport en cours.

- ROYMANS 1996** : ROYMANS N. (éd.), *From the Sword to the Plough, three studies on the earliest Romanisation of Northern Gaul*, Amsterdam, Amsterdam University Press, 1996, 260 p. (Archaeological Studies, 1)
- ROYMANS, DERKS 2011** : ROYMANS N., DERKS T., *Villa landscapes in the Roman North: economy, culture and lifestyle*, Amsterdam, Amsterdam University Press, 2011, 331 p. (Archaeological Studies, 17)
- ROYMANS, DERKS 2016** : ROYMANS N., DERKS T., « A Roman villa in a peripheral region. Rural habitation in the area of the Texuandri (Southern Netherlands/Northern Belgium), dans REDDÉ M., *Méthodes d'analyse des différents paysages ruraux dans le nord-est de la Gaule romaine*, Paris, EPHE, 2016, p. 159-181.
- RULE 1990** : RULE M., « The Romano-Celtic ship excavated at St Peter Port, Guernsey », dans MCGRIL S. (éd.), *Maritime Celts, Frisians and Saxons. Papers presented to a conference at Oxford in November 1988*, Londres, Council for British Archaeology, 1990, p. 49-56. (CBA Research Report 71)
- RULE, MONAGHAN 1993** : RULE M., MONAGHAN J., *A Gallo-Roman Trading Vessel from Guernsey, the Excavation and Recovery of a Third Century Shipwreck*, Guernsey, Guernsey Museums & Galleries, 1993, 157 p. (Guernsey Museum Monograph, 5)
- RÜNGER 2012** : RÜNGER T., « Zwei Wassermühlen der Karolingerzeit im Rotbachtal bei Niederberg », *Bonner Jahrbücher*, 212, 2012, p. 167-226.
- RUSSEL 2011** : RUSSEL B., « *Lapis transmarinus*: stone-carrying ships and the maritime distribution of stone in the Roman Empire », dans ROBINSON D., WILSON A. (éd.), *Maritime Archaeology and Ancient Trade in the Mediterranean*, Oxford, Oxford University School of Archaeology, 2011, p. 139-155. (Oxford Center for Maritime Archaeology Monographs)
- RYNNE 2009** : RYNNE C., « Water-Power as a Factor of Industrial Location in Early Medieval Ireland: The Environment of the Early Irish Water Mill », *Industrial Archaeology Review*, 31 (2), 2009, p. 85-95.
- RYNNE 2011** : RYNNE C., « Technological Continuity, Technological 'Survival': the Use of Horizontal Mills in Western Ireland, c. 1632–1940 », *Industrial Archaeology Review*, 33 (2), 2011, p. 96-105.
- SALAČ 2013** : SALAČ V., « De la vitesse des transports à l'âge du Fer », dans COLIN A., VERDIN F. (éd.), *L'âge du Fer en Aquitaine et sur ses marges. Mobilité des hommes, diffusion des idées, circulation des biens dans l'espace européen à l'âge du Fer. Actes du 35^e colloque AFEAF tenu à Bordeaux en 2011*, Bordeaux, Fédération Aquitania, 2013, p. 490-512. (Aquitania supplément 30)
- SAMUEL 2008** : SAMUEL O., « Les démographes et le temps », *Temporalités*, 8, 2008, p. 1-15. [En ligne : <http://journals.openedition.org/temporalites/113>, consulté le 21/04/2018],
- SAN JUAN et al. 1999a** : SAN JUAN G., GASNIER M., GIRARD M., SAVARY X., « L'exploitation du granite dans le bocage virois », dans SAN JUAN G., MANEUVRIER J. (dir.), *L'exploitation ancienne des roches dans le Calvados : Histoire et Archéologie*, 1999, p. 97-115.
- SAN JUAN et al. 1999b** : SAN JUAN G., GASNIER M., SAVARY X., « Histoire et archéologie des meules en granite depuis les origines », dans SAN JUAN G., MANEUVRIER J. (dir.), *L'exploitation ancienne des roches dans le Calvados : Histoire et Archéologie*, 1999, p. 332-339.
- SANDEK 1992** : SANDEK H., « Römische Mühlsteine aus Jülich », dans PERSE M., *Beiträge zur Jülicher Archäologie (II)*, Jülich, Jahrbuch des Jülicher Geschichtsvereins, 1992, p. 90-113. (Sonderdruck aus Jülicher Geschichtsblätter, 60)
- SANGNIER 1968** : SANGNIER P., *Carte géologique de la France au 1/50000, notice explicative de la feuille de Rouen (ouest)*, Orléans, Éd. BRGM, 1968, 12 p. (Notice n° 99)
- SANTALLIER et al. 2002** : SANTALLIER D., CARON V., GISCLON J.-L., JAUTÉE E., RANTSORDAS S., « Les qualités mécaniques des matériaux lithiques utilisés pour la confection du matériel de broyage et de mouture, réflexions prélimi-

naires », dans PROCOPIOU H., TREUIL R. (éd.), *Moudre et broyer, l'interprétation fonctionnelle de l'outillage de mouture et de broyage dans la Préhistoire et l'Antiquité : Actes de la Table-ronde internationale de Clermont-Ferrand, 30 nov. – 2 déc. 1995, I Méthodes : pétrographie, chimie, tracéologie, expérimentation, ethnoarchéologie*, Paris, CTHS, 2002, p. 15-29.

SAUDAN 2002 : SAUDAN M., « Géographie historique. Histoire d'une discipline controversée ou repères historiographiques », *Hypothèses*, 5 (1), 2002, p. 13-25.

SCHUIDEL et al. 2012 : SCHUIDEL W., MEEKS E., WEILAND J., *ORBIS: The Stanford Geospatial Network Model of the Roman World*, Stanford, Stanford University, 2012, 56 p. [En ligne : <http://orbis.stanford.edu>, consulté le 14/05/2018]

SCHIFFER 1972 : SCHIFFER, M. B., « Archaeological Context and Systemic Context », *American Antiquity*, 37 (2), 1972, p. 156-165.

SCHLANGER 1991 : SCHLANGER N., « Le fait technique total - La raison pratique et les raisons de la pratique dans l'œuvre de Marcel Mauss », *Terrain*, 16, 1991, p. 114-130.

SCHNEIDER 2002 : SCHNEIDER J., « Milling Tool Design, Stone Texture, and Function », dans PROCOPIOU H., TREUIL R. (éd.), *Moudre et broyer, l'interprétation fonctionnelle de l'outillage de mouture et de broyage dans la Préhistoire et l'Antiquité : Actes de la Table-ronde internationale de Clermont-Ferrand, 30 nov. – 2 déc. 1995, I Méthodes : pétrographie, chimie, tracéologie, expérimentation, ethnoarchéologie*, Paris, CTHS, 2002, p. 15-29.

SCHUCANY, WINET 2016 : SCHUCANY C., WINET I., « Le moulin hydraulique de Cham-Hagendorn (canton de Zoug, Suisse) », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 187-209.

SCHUMANN 2016 : SCHUMANN W., *Guide des minéraux et des roches*, Paris, Delachaux et Niestlé, 2016, 399 p.

SEILLIER 2014 : SEILLIER C., « Chapitre I. Des origines aux invasions du V^e siècle », dans LOTTIN A. (dir.), *Histoire de Boulogne-sur-Mer*, Villeneuve d'Ascq, Presses Universitaires du Septentrion, 2014, p. 17-44.

SHAFFREY 2006 : SHAFFREY R., *Grinding and milling: a study of Romano-British rotary querns and millstones made from Old Red Sandstone*, Oxford, Archaeopress, 2006, 175 p. (British Archaeological Reports, British series, 409)

SHAFFREY, ROE 2006 : SHAFFREY R., ROE F., « The widening use of Lodsworth Stone: Neolithic to Romano-British quern Distribution », dans WILLIAMS, PEACOCK 2011a, p. 309-324.

SHAFFREY 2012 : SHAFFREY R., « Worked Stone », dans STANSBIE D., BOOTH P., SIMMONDS A., DIEZ V., GRIFFITHS S., *From Mesolithic to Motorway. The Archaeology of the M1 (Junction 6a-10) Widening Scheme, Hertfordshire*, Oxford, Oxford Archaeology, 2012, p. 147-151. (OA Monograph 14)

SHAFFREY 2015a : SHAFFREY R., « Intensive Milling Practices in the Romano-British Landscape of Southern England: Using Newly Established Criteria for Distinguishing Millstones from Rotary Querns », *Britannia*, 46, 2015, p. 55-92.

SHAFFREY 2015b : SHAFFREY R., « Worked Stone », dans ANDREWS P., BOOTH P., FITZPATRICK A.P., WELSH K., *Digging at the Gateway. Archaeological landscapes of south Thanet. The Archaeology of East Kent Access Phase II, Vol. 2: The Finds, Environmental and Dating Reports*, Oxford, Oxford Wessex Archaeology, 2015, p. 135-149. (Monograph 8)

SIGAUT 1978 : SIGAUT F., *Les réserves de grain à long terme. Techniques de conservations et fonctions sociales dans l'histoire*, Lille, Presses Universitaires du Septentrion, 1978, 202 p.

SIGAUT 1988 : SIGAUT F., « L'évolution technique des agricultures européennes avant l'époque industrielle », *Revue Archéologique du Centre de la France*, 27 (1), 1988, p. 7-41.

SIGAUT 1989 : SIGAUT F., « Les spécificités de l'épeautre et l'évolution des techniques », dans DEVROEY J.-P., VAN MOL J.-J., *L'épeautre (Triticum Spelta) : histoire et ethnologie*, Treignes, Éd. Dire, 1989, p. 29-49.

SIMONIN et al. 2016 : SIMONIN O., JACCOTTEY L., GLUHAK T.M., « Burgille (25) « Sous le moulin ». Un moulin hydraulique de la grande villa de Burgille », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 215-229.

- SIMPSON 1976** : SIMPSON F. G., *Watermills and military works on Hadrian's Wall. Excavations in Northumberland 1907-1913*, Kendal, T. Wilson Éd., 1976, 198 p.
- SLADEK et al. 2016** : SLADEK V., HORA M., FARKASOVA K., ROCEK T.R., « Impact of grinding technology on bilateral asymmetry in muscle activity of the upper limb », *Journal of Archaeological Science*, 72, 2016, p. 142-156.
- SMERDEL 2003** : SMERDEL I., « De la fabrication, de la vente et de l'emploi du moulin à bras dans les régions reculées de la Slovénie », dans BARBOFF M., GRIFFIN-KREMER C., KREMER R., SIGAUT F. (éd.), *Meules à grains, Actes du colloque international, La Ferté-sous-Jouarre, 16-19 mai 2002*, Paris, Éd. Ibis Press, Éd de la Maison des Sciences de l'Homme, 2003, p. 125-148.
- SOMMÉ 1969** : SOMMÉ J., « La plaine maritime », *Annales de la Société Géologique du Nord*, 89 (1), 1969, p. 117-126.
- SOMMÉ 2006** : SOMMÉ J., « Tufs calcaires holocènes récents dans le Nord de la France », *Quaternaire*, 17 (2), 2006, p. 43-49.
- SPAIN 1984** : SPAIN R.J., « Romano-British watermills », *Archaeologia Cantiana*, 100, 1984, p. 101-128.
- Stahl 1989** : Stahl A.B., « Plant-food processing: Implications for dietary quality », dans HARRIS D., HILLMAN G., *Foraging and Farming: The Evolution of Plant Exploitation*, London, Unwin and Hymen, 1989, p. 171-194.
- STAIGRE 2016** : STAIGRE J.-C., « Les Poudingues de la Forêt de la Londe - Approche géologique », *Bulletin de la Société d'Études des Sciences Naturelles d'Elbeuf*, 2015-2016, 2016, p. 131-135
- STAINIER 1994** : STAINIER P. « La Formation de Burnot », dans GODEFROID J., BLIECK A., BULTYNCK P., DEJONGHE L., GERRIENNE P., HANCE L., MEILLIEZ F., STAINIER P., STEEMANS P., (éd.), *Les formations du Dévonien Inférieur du Massif de la Vesdre, de la Fenêtre de Theux et du Synclinorium de Dinant (Belgique, France)*, Bruxelles, Ministère des affaires économiques, 1994, p. 133-138. (Mémoires pour l'explication des Cartes Géologiques et Minières de la Belgique, 38)
- SUTTOR 2004** : SUTTOR M., « Les ports de la Meuse moyenne (Mézières, Dinant, Namur, Huy, Liège et Maastricht) des origines à la fin du XVI^e siècle : topographie, fonctions, infrastructures », dans *Ports maritimes et ports fluviaux au Moyen Age, Actes des 35^e congrès de la Société des historiens médiévistes de l'enseignement supérieur public, La Rochelle*, Paris, Publications de la Sorbonne, 2004, p. 149-169.
- SUTTOR 2010** : SUTTOR M., « Le rôle d'un fleuve comme limite ou frontière au Moyen Âge. La Meuse, de Sedan à Maastricht », *Le Moyen Age*, 116 (2), 2010, p. 335-366.
- TABOUÉ 1999** : TABOUÉ A., « *Alauna* et les voies anciennes du Nord-Est du Cotentin », *Annales de Normandie*, 49 (1), 1999, p. 3-37.
- TCHERNIA 2011** : TCHERNIA A., *Les Romains et le commerce*, Naples, Centre Jean Bérard, 2011, 439 p. (Études 8)
- TERFVE 1998** : TERFVE A., « Le remontage des barques gallo-romaines de Pommerœul (Belgique). Étape nécessaire de l'étude archéologique ? », *Archaeonautica*, 14, 1998, p. 79-86.
- THIÉBAUX et al. 2016** : THIÉBAUX A., FELLER M., DUCHÊNE B., GOEMAERE E., « Roman whetstone production in northern Gaul (Belgium and northern France) », *Journal of Lithic Studies*, 3 (3), 2016, p. 565-587.
- THIRY, HOFSTETTER 2006** : THIRY M., HOFSTETTER J.-P., *Les poudingues, les calcaires et les polissoirs de la vallée du Loing*, Fontainebleau, Association des naturalistes de la vallée du Loing et du massif de Fontainebleau, 2006, 8 p.
- THOLLARD 1994** : THOLLARD P., « Le développement urbain à Bavay à la lumière des recherches récentes », *Revue du Nord*, 76 (308), 1994, p. 21-35.
- THOLLARD 1996** : THOLLARD P., « 053 – Bavay », dans DELMAIRE R. (dir.), *Carte archéologique de la Gaule, Le Nord 59*, Paris, Éd. de la Maison des sciences de l'homme, 1996, p. 111-124.
- THOMAS 2006** : THOMAS E., *Les meules rotatives du deuxième âge du Fer sur la bordure sud-ouest du Massif Central*, Mémoire de Master 2 soutenu à l'Université Toulouse II Le Mirail, 2006, 94 p.

- THOMASSIN 1880** : THOMASSIN L.F., *Mémoire Statistique du Département de l'Ourthe*, Liège, Impr. L. Grandmont-Donders, vers 1880 (écrit vers 1806), 487 p.
- TICHELMAN 2005** : TICHELMAN G. (dir.), *Het villacomplex Kerkrade - Holzkuil*, ADC ArcheoProjecten, Rapport 155, rapport de fouille préventive, 1 tome + annexes, Amersfoort, 2005, 420 p.
- TICHELMAN 2014** : TICHELMAN G. (dir.), *Een non villa nederzetting uit de Romeinse tijd op het lössplateau bij Heerlen, Gemeente Heerlen, Archeologisch onderzoek : opgravingen op bedrijventerrein Trilandis*, RAAP Archeologisch Adviesbureau, Rapport 2732, 2 tomes + annexes, Maastricht, Province Limburg, 2014, 878 p.
- TOUPET *et al.* 2005** : TOUPET CH., MÉNIEL P., LEMAÎTRE P., LECONTE L., KOHLMAYER C., « Enclos quadrangulaires et puits à offrandes. Le cas de Bruyères-sur-Oise (Val d'Oise) », dans BUCHSENSCHUTZ O., BULARD A., LEJARS Th. (éd.), *L'âge du Fer en Île-de-France, Actes du XXVI^e colloque de l'AFEAF, Paris et Saint-Denis, mai 2002*, Limognes, FERACF-INRAP, 2005 p. 7-31. (*Revue Archéologique du Centre de la France*, supplément 26)
- TOUSSAINT 2013** : TOUSSAINT M., « La Préhistoire entre Meuse, Bocq et Hoyoux : premiers occupants, premiers paysans », dans VAN MECHELEN R. (dir.), *Archéologie entre Meuse et Hoyoux. Le monde rural en Condroz namurois, du I^{er} au XIX^e siècle. II. Contexte, analyses*, Saint-Hubert, Entre Ardenne et Mesue a.s.b.l., 2013, p. 69-89. (*De la Meuse à l'Ardenne*, 45)
- TRANOY 2010** : TRANOY L., « L'invention d'une administration politique et religieuse », dans OUZOULIAS P., TRANOY L. (dir.), *Comment les Gaules devinrent romaines*, Paris, La Découverte, 2010, p. 109-124.
- TRÉMENT 2005** : TRÉMENT F., « Panorama des campagnes arvernes à l'époque romaine », dans BOUET A., VERDIN F., *Territoires et paysages de l'Âge du Fer au Moyen Âge. Mélanges offerts à Philippe Leveau*, Bordeaux, Ausonius Éd., 2005, p. 111-126. (Mémoires, 16)
- TROMME F., VILVORDER F., PIGIÈRE F., GRUWIER B., QUINTELIER K., « La villa gallo-romaine de Haccourt/Froidmont – Oupeye (prov. de Liège) », *Vie Archéologique*, 65, 2009, p. 4-81.
- TROUBAT 2011** : TROUBAT O., « Montluçon, Saint-Victor, Vaux, Estivareilles - Prospection subaquatique du lit du Cher », *ADLFI. Archéologie de la France - Informations* [En ligne : <https://journals.openedition.org/adlfi/13420>, consulté le 22/07/2018], 2011, 3 p.
- TROUBAT 2016** : TROUBAT O., « Moulin gallo-romain sur culée de pont à Vichy dans le lit de l'Allier », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 161-168.
- TUBB 2016** : TUBB J., « Paleogene conglomerates (puddingstones) in the Colliers End outlier, East Hertfordshire, UK – evidence for age », *Proceedings of the Geologists' Association*, 127, 2016, p. 320-326.
- TUCKER 1985** : TUCKER D.G., « Millstone making in the Peak District of Derbyshire: The quarries & the technology », *Industrial Archaeology Review*, 8, 1985, p. 42-58.
- TUFFREAU-LIBRE 1980** : TUFFREAU-LIBRE M., *La céramique commune gallo-romaine dans le nord de la France (Nord, Pas-de-Calais)*, Villeneuve d'Ascq, Presses Universitaires de Lille, 1980, 287 p.
- TURMEL *et al.* 2016** : TURMEL, A., FRONTEAU, G., CHALUMEAU, L., DEROIN, J.-P., EYSSAUTIER-CHUINE, S., THOMACHOT-SCHNEIDER, C., DE KOCK, T., CNUUDE, V., BARBIN, V., « GIS-based variability of building materials towards the Ile-de-France cuesta (Paris Basin, France): inventory, distribution, uses and relationship with environment », dans PRIKRYL, R., TÖRÖK, A., GOMEZ-HERAS, M., MISKOVSKY, K., THEODORIDOU, M. (éd.), *Sustainable Use of Traditional Geomaterials in Construction Practice*, London, Geological Society, 2016, p. 113–131. (Special Publications 416)
- UFKES 2011** : UFKES A. (dir.), *Een archeologische opgraving in de vroegmiddeleeuwse ringwalburg van Domburg, gem. Veere (Z.)*, Groningen, ARC Publicaties 223, 2011, 337 p.
- ULLYOTT, NASH 2016** : ULLYOTT J.S., NASH D.J., « Distinguishing pedogenic and non pedogenic silcretes in the landscape and geological record », *Proceedings of the Geologists' Association*, 127, 2016, p. 311-319.

- VALAMOTI 2011** : VALAMOTI S., « Ground cereal food preparations from Greece: the prehistory and modern survival of traditional Mediterranean 'fast foods' », *Archaeological and anthropological Sciences*, 3, 2011, p. 19-39.
- VALENTIN, PRODÉO 1990** : VALENTIN B., PRODÉO F. (dir.), *Fouilles dans les sablières de la moyenne vallée de l'Oise en 1989*, Amiens, Société archéologique de Picardie, 1990, 188 p. (Revue archéologique de Picardie. Numéro spécial 8)
- VAN ANDRINGA 1998** : VAN ANDRINGA W., « Observations sur les associations de citoyens romains dans les trois gaules », *Cahiers du Centre Gustave Glotz*, 9, 1998, p. 165-175.
- VAN ANDRINGA 2003** : VAN ANDRINGA W., « Cités et communautés d'expatriés installées dans l'empire romain : le cas des *cives romani consistentes* », dans BELAYCHE N., MIMOUNI S.C. (dir.), *Les communautés religieuses dans le monde gréco-romain, essai de définition*, Turnhout, Brepols, 2003, p. 49-60. (Bibliothèque de l'École des Hautes Études, Sciences Religieuses, 117)
- VAN DER FEIJST, DE BRUIN, BLOM 2008** : VAN DER FEIJST L., DE BRUIN J., BLOM E., *De nederzetting te Naaldwijk II. Terrug naar de sporen van Holwerda*, ADC ArcheoProjecten, Amersfoort, 2008, 302 p. (ADC Monografie 4)
- VAN DER FEIJST 2012** : VAN DER FEIJST L.M.B., *Vechten tegen het wassende water in de Romeinse tijd, een archeologische opgraving in plangebied Hoogeland-Oost 't Zand Heultje te Naaldwijk*, ADC ArcheoProjecten, Amersfoort, 2012, 208 p. (ADC Rapport 3186)
- VAN DER FEIJST, VELDMAN 2011** : VAN DER FEIJST L.M.B., VELDMAN H.A.P., *Graven in het verleden van Valburg. Een midden-Romeins grafveld en bewoningssporen uit de Laat-Romeinse tijd te Molenzicht*, ADC ArcheoProjecten, ADC Rapport 2519, Amersfoort, 2011, 227 p.
- VAN DER SANDEN 1998** : VAN DER SANDEN W.A.B., « Zware gaven - maalstenen oit natte context in Drenthe », *Nieuwe Drentse Volksalmanak*, 115, 1998, p 107-130.
- VAN DER VELDE 2001** : VAN DER VELDE H.M., *Houten, Hoogdijk terrein 89*, ADC ArcheoProjecten, ADC Rapport 80, Bunschoten, 2001, 144 p.
- VAN DER VELDE 2008** : VAN DER VELDE H.M., *Cananefaten en Friezen aan de monding van de Rijn Tien jaar archeologisch onderzoek op de Zanderij-Westerbaan te Katwijk (1996-2006)*, ADC ArcheoProjecten, ADC Rapport 1456, Amersfoort, 2008, 536 p. (ADC Monografie 5)
- VAN DER VELDE, DIJKSTRA 2008** : VAN DER VELDE H.M., DIJKSTRA M.P.F., « The Rhine estuary in the Roman period and the Early Middle Ages », dans VAN DER VELDE 2008, p. 413-446.
- VAN DER VELDE et al. 2009** : VAN DER VELDE H.M., OSTKAMP S., VELDMAN H.A.P., WYNS S., *Venlo aan de Maas: van vicus tot stad. Sporen van een Romeinse nederzetting en stadsontwikkeling uit de Middeleeuwen en Nieuwe tijd in het plangebied Maasboulevard*, ADC ArcheoProjecten, ADC Rapport 1000, Amersfoort, 2009, 484 p. (ADC Monografie 7)
- VAN DER VELDE 2015** : VAN DER VELDE H.M., *De oudste boerderijen van Hummelo. Een archeologische opgraving langs de Keppelseweg te Hummelo (gemeente Bronckhorst)*, ADC ArcheoProjecten, ADC Rapport 3625, Amersfoort, 2015, 98 p.
- VAN HEERINGEN 1985** : VAN HEERINGEN R.M., « Typologie, Zeitstellung und Verbreitung der in die Niederlande importierten vorgeschichtliche Mahlsteine aus Tephrit », *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 15, 1985, p. 371-383.
- VAN HEERINGEN et al. 1995** : VAN HEERINGEN R.M., HENDERIKX P.A., MARS A., *Vroeg-Middeleeuwse ringwalburgen in Zeeland*, Amersfoort, Goes, 1995, 14 p.
- VAN HOLK 2011** : VAN HOLK A., « Recent research on roman shipfinds from the Netherland », dans BOETTO G., POMEY P., TCHERNIA A. (éd.), *Batellerie gallo-romaine : pratiques régionales et influences maritimes méditerranéennes*, Paris, Errance, 2011, p. 33-43.
- VANHOUTTE et al. 2009** : VANHOUTTE S. et al., « De Dubbele waterput uit het laat-Romeinse castellum van Oudenburg (prov. West-Vlaanderen) : tafonomie, chronologie en interpretatie », *Relicta*, 5, 2009, p. 9-141.

- VAN LANEN *et al.* 2016 :** VAN LANEN R.J., JANSMA E., VAN DOESBURG J., GROENEWOUDT B.J., « Roman and early-medieval long-distance transport routes in northwestern Europe: Modelling frequent-travel zones using a dendroarchaeological approach », *Journal of Archaeological Science*, 73, 2016, p. 120-137.
- VAN MECHELEN, DANESE 2010 :** VAN MECHELEN R., DANESE V., « Namur/Namur : archéologie préventive sous la place Maurice Servais. De la fondation augustéenne à la disparition de la rue du Four », *Chronique de l'Archéologie Wallonne*, 17, 2010, p. 198-201.
- VAN OSSEL, OUZOULIAS 2000 :** VAN OSSEL P., OUZOULIAS P., « Rural settlement economy in Northern Gaul in the Late Empire: an overview and assessment », *Journal of Roman Archaeology*, 13, 2000, p. 133 -160.
- VAN OSSEL 2001 :** VAN OSSEL P., *Champion, Hamois : une villa romaine chez les Condruses : archéologie, environnement et économie d'une exploitation agricole antique de la Moyenne Belgique*, Namur, Ministère de la Région Wallonne, Division du Patrimoine, 2001, 278 p. (Coll. Études et Documents, Archéologie, 7)
- VAN MOL 2002 :** VAN MOL J.-J., « Aspects de la culture d'un vêtu, l'épeautre », *Civilisations, Revue internationale d'anthropologie et de sciences humaines*, 49, 2002, p. 161-157.
- VANDERHOEVEN 2004 :** VANDERHOEVEN A., « Tongres / Atuatuca (Belgique) », dans FERDIÈRE A. (dir.), *Capitales éphémères. Des Capitales de cités perdent leur statut dans l'Antiquité tardive, Actes du colloque Tours 6-8 mars 2003*, Tours, Fédération pour l'édition de la Revue archéologique du Centre de la France, 2004, p. 481-485. (Supplément à la Revue archéologique du centre de la France, 25)
- VANHOVE 1987 :** VANHOVE D., « À propos d'un chariot servant à transporter le marbre », *L'antiquité classique*, 56, 1987, p. 284-289.
- VARIN 2006 :** VARIN W., *Mesnil-Esnard (Seine-Maritime) « Route de Darnétal »*, Inrap, rapport de diagnostic, Rouen, SRA Haute-Normandie, 2006, 89 p.
- VARIN 2008 :** VARIN W., « Mesnil-Esnard (Seine-Maritime) "Route de Darnétal" », *Bilan Scientifique Régional Haute-Normandie*, 2008, p. 76-79.
- VARIN, LEPINAY 2010 :** VARIN W., et coll. LEPINAY D., « Le Mesnil-Esnard, route de Darnétal (Seine-Maritime) », *Journées Archéologiques de Haute-Normandie, Rouen, 3-5 avril 2009*, Rouen/Le Havre, Publications des Universités de Rouen et du Havre, 2010, p. 127-130.
- VASSELLE, WILL 1956 :** VASSELLE F., WILL E., « Les cimetières gallo-romains d'Amiens », *Revue du Nord*, 38 (152), 1956, p. 321-330.
- VAUVILLE 1898a :** VAUVILLE O., « Découverte de sépulture humaine sur le territoire de Vauxrezis », *Bulletin de la Société archéologique de Soissons*, 8 (3^e série), 1898, p. 42-44.
- VAUVILLE 1898b :** VAUVILLE O., « Fabrique probable de meules en poudingue quartzéux de l'époque gauloise sur Vauxrezis », *Bulletin de la Société archéologique de Soissons*, 8 (3^e série), 1898, p. 45.
- VAUVILLE 1899 :** VAUVILLE O., « Sépulture humaine et meules à écraser le grain à Vauxrezis », *Bulletin de la Société d'anthropologie de Paris*, 10, 1899, p. 17-19.
- VELDEMAN *et al.* 2012 :** VELDEMAN I., BAELE J.M., GOEMAERE E., DE CEUKELAIRE M., DUSAR M., DE DONCKER H.W.J.A., « Characterizing the hypersilicious rocks of Belgium used in (pre-)history: A case study on sourcing sedimentary quartzites », *Journal of Geophysics and Engineering*, 9, 2012, p. 118-128.
- VELDMAN, BLOM 2010 :** VELDMAN H.A.P., BLOM E. (dir.), *Onder de zoden va Zaltbommel, een rural nederzetting en een grafveld uit de Romeinse tijd in het plangebied De Wildeman*, ADC ArcheoProjecten, Amersfoort, 2010, 481 p. (ADC Monografie, 8)
- VELDMAN 2011 :** VELDMAN H.A.P., *Graven in Zoelen. De opgraving van een Romeinse nederzetting en grafveld te Zoelen Scharenburg, gemeente Buren*, ADC ArcheoProjecten, Amersfoort, 2011, 375 p. (ADC Rapport 2391)

- VENANT 2016 :** VENANT N., « La céramique non tournée en Gaule du Nord : résultats des recherches récentes », *Signa*, 5, 2016, p. 169-178.
- VERBOVEN 2012 :** VERBOVEN K., « Les collèges et la romanisation dans les provinces occidentales », dans DONDIN-PAYRE M., TRAN N. (éd.), *Collegia, le phénomène associatif dans l'Occident romain*, Bordeaux, Ausonius Éd., 2012, p. 13-46.
- VERMEERSCH et al. 2007 :** VERMEERSCH D., et coll. JOBIC F., WABONT M., « L'agglomération antique de Beaumont-sur-Oise (Val-d'Oise) : bilan des connaissances », dans HANOUNE R. (éd.), *Les villes romaines du nord de la Gaule, vingt ans de recherches nouvelles, Actes du XXV^e colloque international de HALMA-IPEL UMR CNRS 8164*, Villeneuve d'Ascq, Université Charles-de-Gaule – Lille 3, 2007, p. 99-132. (Revue du Nord, Hors série, Collection Art et Archéologie, 10)
- VERMEERSCH 2013 :** VERMEERSCH D., « Des structures de combustion du I^{er} siècle, interprétées comme des cuisines, dans l'agglomération de Beaumont-sur-Oise (Val-d'Oise) », dans MAUNÉ S., MONTEIX N., POUX M. (dir.), *Cuisines et boulangeries en Gaule romaine*, Paris, Ed. CNRS, 2013, p. 113-120. (Gallia, 70.1)
- VIAU 2016 :** VIAU Y., « Vestiges de meunerie hydraulique du haut Moyen Âge, commune du Marillais, « Notre-Dame-du-Marillais » (Maine-et-Loire). État des découvertes », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 289-301.
- VIDAL 1986 :** VIDAL M., « Note préliminaire sur les puits et fosses funéraires du Toulousain aux II^e et I^{er} siècles av. J.-C. », *Aquitania*, 4, 1986, p. 55-65.
- VIGNET-ZUNZ 2002 :** VIGNET-ZUNZ J., « Roues, bielles, pistons dans le Rif Occidental (Maroc) », dans AMOURETTI M.-CL., COMET G. (éd.), *Agriculture méditerranéenne, variété des techniques anciennes*, Aix-en-Provence, Presses Universitaires de Provence, 2002, p. 247-262. (Cahier d'Histoire des techniques 5)
- VILVORDER et al. 2010 :** VILVORDER F., HARTOCH E., VANDERHOEVEN A., LEPOT A., « La céramique de Tongres, quatre siècles de production d'un *Caput Civitatis* », *SFECAG, Actes Du Congrès De Chelles*, 2010, p. 241-256.
- VISCUSI SIMONIN, JACCOTTEY 2013 :** VISCUSI SIMONIN V., JACCOTTEY L., « Faire parler les pierres : approche de l'évolution de la villa de Brans (Jura) par le biais de ses approvisionnements en matériaux de construction », *Revue Archéologique de l'Est*, 62, 2013, p. 231-251.
- VOISIN 1900 :** VOISIN A., « Inventaire des découvertes archéologiques du Département de la Manche », *Bulletin de la Société Artistique et Industrielle de Cherbourg*, 24, 1900, p. 17-198.
- VOSSEN, GROOT 2009 :** VOSSEN I., GROOT M., « Barley and Horses: Surplus and Demand in the Civitas Batavorum », dans DRIESSEN M., HEEREN S., HENDRIKS J., KEMMERS F., VISSER R. (éd.), *TRAC 2008, Proceedings of the Eighteen Annual Theoretical Roman Archaeology Conference*, Amsterdam, Oxford, Oxbow Books, 2009, p. 85-100.
- WARD 2002 :** WARD O., « The millstone industry of Houlbec-Cocherel (Eure) », *International Molinology*, 64, 2002, p. 23-25.
- WATERLOT 1968 :** WATERLOT G., *Carte géologique de la France au 1/50000, notice explicative de la feuille de Cassel*, Orléans, Éd. BRGM, 1968, 12 p. (Notice n° 7)
- WATTS 2011 :** WATTS M., « A newly identified milling artefact from Roman Britain », dans WILLIAMS, PEACOCK 2011a, p. 93-96.
- WAWRZINEK 2014 :** WAWRZINEK C., *In Portum Navigare. Römische Häfen an Flüssen und Seen*, Berlin, De Gruyter, 2014, 676 p.
- WEBLEY 2015 :** WEBLEY L., « Rethinking Iron Age connections across the Channel and North Sea, dans ANDERSON-WHYMARK H., GARROW D., STURT F. (eds.), *Continental Connections: Exploring Cross-Channel Relationships from the Mesolithic to the Iron Age*, Oxford, Oxbow Books, 2015, p. 122-144.
- WEFERS 2006a :** WEFERS S., « Latènezeitliche handdrehmühlen im Nordmainischen Hessen », dans BELMONT A.,

MANGARZ F. (dir.), *Mühlsteinbrüche. Erforschung, Schutz und Inwertsetzung eines kulturelles europäischer Industrie / Les meulières. Recherche, protection et valorisation d'un patrimoine industriel européen (Antiquité-XXIe s.). Colloque international de Grenoble, 22-26 septembre 2005*, Mainz, RGZM, 2006, p. 15-24.

WEFERS 2006b : WEFERS S., « Ein latènezeitlicher (?) drehmühlensteinbruch Im stadtwald von Borken (Schwalm-Eder-Kreis) », *Sonderdruck aus Archäologisches Korrespondenzblatt*, 36, 2006, p. 65-74.

WEFERS 2011a : WEFERS S., « Still using your saddle quern? A compilation of the oldest known rotary querns in western Europe », dans WILLIAMS, PEACOCK 2011a, p. 67-76.

WEFERS 2011b : WEFERS S., « Late Iron Age Rotary Querns between the Mayen and Lovosice Quarry Districts », *International Molinology*, 82 (2), 2011, p. 1-5.

WEFERS 2012 : WEFERS S., *Latènezeitliche Mühlen aus dem Gebiet zwischen den Steinbruchrevieren Mayen und Lovosice*, Mainz, RGZM, 2012, 359 p.

WEFERS 2014 : WEFERS S., « Schwarzes gold der Eifel – Distribution von Latènezeitlichen drehmühlen des Steinbruchreviers um Mayen », dans HORNING S. (dir.), *Produktion-Distribution-Ökonomie, Siedlungs- und Wirtschaftsmuster der Latènezeit, akten des internationalen Kolloquium in Otzenhausen, 28-30 Oktober 2011*, Bonn, Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH, 2014, p. 115-127.

WEFERS 2015 : WEFERS S., *Die Mühlenkaskade von Ephesos. Technikgeschichtliche Studien zur Versorgung einer spätantiken bis frühbyzantinischen Stadt*, Mainz, RGZM, 2015, 440 p. (Monographien RGZM 118)

WEFERS 2016 : WEFERS S., « The Late Antique and Byzantine workshop and milling-complex in Terrace House 2 of Ephesos (Turkey) – relative chronology and wheelrace construction », dans JACCOTTEY, ROLLIER 2016, p. 231-244.

WENZEL 2012 : WENZEL S., « Villa und Burgus von Obermendig « im Winkel » (Lkr. Mayen-Koblenz) im kontext der Römischen besiedlung des segbachtals », dans GRÜNEWALD M., WENZEL S., *Römische Landnutzung in der Eifel, neue ausgrabungen und forschungen, Tagung in Mayen, vom 3. Bis zum 6. November 2011*, Mainz, Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, 2012, p. 131-158. (RGZM Tagungen, Band 16)

WENZEL, ZERL 2014 : WENZEL S., ZERL T., « Der Burgus von Obermendig “Im Winkel” – Kornspeicher zur Versorgung spätantiker Mühlsteinarbeiter », dans DRAUSCHKE J., PRIEN R., REIS A. (Hrsg.), *Küche und Keller in Antike und Frühmittelalter*, Hamburg, 2014, p. 173-196. (Studien zu Spätantike und Frühmittelalter, 6)

WENZEL (à paraître) : WENZEL S., « Lava querns of ‘Iron Age type’ in Roman times », dans GLUHAK T. (éd.) *Ground Stone Artifacts and Society international conference: quarrying, production, function, and exchange of ground stone artifacts. Mainz, Sept. 12th-15th 2017*. (Journal of Lithic Studies, à paraître)

WHITAKER, DAVIES 1920 : WHITAKER W., DAVIES G.M., « The Section at Worms Heath, Surrey », *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, 75, 1920, p. 7-31.

WHITE 1963 : WHITE D., « A survey of millstones from Morgantina », *American Journal of Archaeology*, 67, 1963, p. 199-206.

WIKANDER 1979 : WIKANDER Ö., « Water-mills in Ancient Rome », *Opuscula Romana*, 12, 1979, p. 13-36.

WIKANDER 1981 : WIKANDER Ö., « The use of water-power in classical Antiquity », *Opuscula Romana*, 13, 1981, p. 91-104.

WIKANDER 1984 : WIKANDER Ö., *Exploitation of water-power or technological stagnation? a reappraisal of the productive forces in the Roman empire*, Lund, CWK Gleerup, 1984, 47 p. (Scripta Minora 1983-84, 3.)

WIKANDER 1990 : WIKANDER Ö., « Water-power and technical progress in classical antiquity », dans CASTRÉN P. (éd.), *Ancient Technology. Symposium held 30.3.-4.4. 1987 at the Finnish Institute*, Helsinki, Tekniikan museon julkaisuja V., 1990, p. 68-84.

- WIKANDER 2000** : WIKANDER Ö., « The Water-Mill », dans WIKANDER Ö. (éd.), *Handbook of ancient water technology*, Leiden - Boston - Köln, Brill, 2000, p. 371-400.
- WILLIAMS, PEACOCK 2011a** : WILLIAMS D., PEACOCK D. (éd.), *Bread for the People: The Archaeology of Mills and Milling, Proceedings of a Colloquium held in the British School at Rome 4th-7th November 2009*, Oxford, Archaeopress, 2011, 361 p. (British Archaeological Reports International Series, 2274)
- WILLIAMS, PEACOCK 2011b** : WILLIAMS, D., PEACOCK, D.P.S., « A NOTE ON POMPEIAN STYLE MILLS IN BRITAIN », dans WILLIAMS, PEACOCK, 2011a, p. 117-123.
- WILLIAMS-THORPE 1988** : WILLIAMS-THORPE O., « Provenancing and Archaeology of Roman Millstones from the Mediterranean Area », *Journal of Archaeological Science*, 15 (3), 1988, p. 253-305.
- WILLIAMS-THORPE, THORPE 1988** : WILLIAMS-THORPE O., THORPE R.S., « The provenance of donkey mills from Roman Britain », *Archaeometry*, 30 (2), 1988, p. 275-289.
- WILLIAMS-THORPE, THORPE 1993** : WILLIAMS-THORPE O., THORPE R.S., « Geochemistry and Trade of Eastern Mediterranean Millstones from the Neolithic to Roman Periods », *Journal of Archaeological Science*, 20 (3), 1993, p. 263-320.
- WILSON 1995** : WILSON A., « Water-power in North Africa and the development of the horizontal water-wheel », *Journal of Roman Archaeology*, 8, 1995, p. 499-510.
- WILSON 2002** : WILSON A., « Machines, Power and the ancient economy », *The Journal of Roman Studies*, 92, 2002, p. 1-32.
- WILSON 2003** : WILSON A., « Late antique water-mills on the Palatine », *Papers of the British School at Rome*, 71, 2003, p. 85-109.
- WILSON, SCHÖRLE 2009** : WILSON A., SCHÖRLE K., « A baker's funerary relief from Rome », *Papers of the British School at Rome*, 77, 2009, p. 101-123.
- WOOD 1990** : WOOD I., « The Channel from the 4th to the 7th centuries AD », dans McGRAIL S. (éd.), *Maritime Celts, Frisians and Saxons. Papers presented to a conference at Oxford in November 1988*, Londres, Council for British Archaeology, 1990, p. 93-97. (CBA Research Report 71)
- YAICHI, BENALI 2013** : YAICHI B., BENALI M., *Les altérations des granites et des basaltes*, Mémoire présenté pour l'obtention du grade d'ingénieur d'État en Sciences de la Terre, Université d'Oran, 2013, 74 p.
- ZACHRISSON 2014** : ZACHRISSON T., « Rotary querns and bread – A social history of Iron Age Sweden », dans SELSING L. (éd.), *Seen through a millstone, Actes du colloque de Bergen*, Stavanger, Arkeologisk museum – Universitetet i Stavanger, 2014, p. 180-191. (AmS Skritter 24)
- ZAOUR et al. 2011** : ZAOUR N., JAHIER I., LEPAUMIER H., VAUTERIN-BESNARD C.-C., « Les meules dans les habitats enclos du second âge du Fer en Basse-Normandie », dans BUCHSENSCHUTZ et al. 2011, p. 447-458.
- ZECH-MATTERNE 2014** : ZECH-MATTERNE V., « Bilan des études carpologiques réalisées dans le cadre des grands traces en région Picardie », dans BAYARD et al., 2014, p. 309-324.
- ZECH-MATTERNE et al. 2014** : ZECH-MATTERNE V., WIETHOLD J., PRADAT B., et coll. TOULEMONDE F., « L'essor des blés nus en France septentrionale : systèmes de culture et commerce céréalière autour de la conquête césarienne et dans les siècles qui suivent », dans DERU X., GONZÁLEZ VILLAESCUSA R. (dir.), *Consommer dans les campagnes de la Gaule romaine, Actes du X^e Congrès de l'association AGER*, Villeneuve d'Ascq, 2014, p. 23-49. (Revue du Nord, Coll. Art et Archéologie, Hors-série 21)
- ZONCA 1607** : ZONCA V., *Novo Teatro Di Machine Et Edificii : per varie et sicure operationi ; con le loro figure tagliate in rame é la dichiarazione e dimostrazione di ciascuna; opera necessaria ad Architetti, et a quelli ch di tale studio si dilettono*, Padova, Appresso Francesco Bertelli, 1607 (réédition 1656). [En ligne : <http://www.istitutodatini.it/biblio/images/it/riccard/10246/htm/elenco.htm> consulté le 22/03/2018]

AUTEURS ANCIENS

ARISTOTE, *Histoire des Animaux*, trad. PELLEGRIN P., Paris, Flammarion, 2017, 671 p.

CATON, *De l'agriculture*, trad. GOUJARD R., Paris, Les Belles Lettres, 1975, 364 p. (Collection des Universités de France)

CÉSAR J., *Guerre des Gaules*, trad. CONSTANS L.-A., Paris, Gallimard, 1981, 480 p. (Collection Folio classique)

COLUMELLE, *De l'agriculture*, trad. DE LA BONNETTERIE S., revu par NISARD D., Paris, Firmin Didot, 1844 ; Errance rééd. 2002 (sans le texte latin), 336 p.

FORTUNATUS (VENANCE FORTUNAT), *Poèmes, Livres I-IV*, trad. REYDELLET M., Paris, Les Belles Lettres, 1994, 206 p. (Collection des Universités des France)

GRÉGOIRE DE TOURS, *Histoire des Francs* (2 vol.), trad. LATOUCHE R., Paris, Les Belles Lettres, 1963-1965, 325 et 354 p.

La Loi Salique, tome I : les manuscrits français, trad. DESGRUGILLERS N., Paris, Éd. Paléo, 2011, 307 p. (Documents d'histoire du droit et des institutions)

OVIDE, *Les fastes, tome I, livres I-III*, trad. SCHILLING R., Paris, Les Belles Lettre, 1993, 163 p. (Collection des Universités des France)

PALLADIUS, *De l'Agriculture, traité d'agronomie antique*, trad. NISARD D., Paris, Dubochet et Cie, 1864 ; Errance rééd. 1999 (sans le texte latin), 125 p.

PLINE L'ANCIEN, *Histoire naturelle*, trad. LITTRÉ E., Paris, Les Belles Lettres, 2016, 204 p. (Collection Les Classiques Favoris)

STRABON, *La Gaule selon Strabon : du texte à l'archéologie : Géographie, Livre IV*, trad. et études THOLLARD P., Paris, Errance, Centre Camille Julian, 2009, 261 p.

VARRON, *L'Économie rurale*, trad. ROUSSELOT X. revue par DESGRUGILLERS-BILLARD N., Paris, Éd. Paléo, 2008 (sans le texte latin), 218 p.

VIRGILE, *Oeuvres complètes : les Bucoliques, les Géorgiques et l'Énéide*, trad. DION J., HEUZÉ P., MICHEL A., Paris, Gallimard, 2015, 1386 p.

VITRUVÉ, *Les dix livres d'architecture*, trad. PERRAULT Cl., revue par NISARD D., Paris, Dubochet, Le Chevalier et Cie, 1846 ; rééd. Errance, 2005 (sans le texte latin), 160 p.

XÉNOPHON, *Cyropédie, Tome III, Livres VI-VIII*, trad. DELEBECQUE E., Paris, Les Belles Lettres, 1978, 190 p.

MANUSCRITS

PINSARD Ch., *Recueil de notes relatives à l'Histoire des rues d'Amiens*, T. 36, manuscrit Ms 1363E, Bibliothèque d'Amiens Métropole, p. 299.

PINSARD Ch., *Recueil de notes relatives à l'Histoire des rues d'Amiens*, T. 47, manuscrit Ms 1374E, Bibliothèque d'Amiens Métropole, p. 239-253.

SOURCES CARTES

Carte de l'Académie levée par ordre du Roy (dite carte de Cassini), vers 1750, échelle 1:86400, 180 f°.

Carte de Cabinet des Pays-Bas autrichiens (1771-1778) de Joseph-Johann-Franz Comte de Ferraris, échelle 1:11500, 250 f°.

Reliefs : CIAT d'après USGS/NASA SRTM data. JARVIS A., REUTER H.I., NELSON A., GUEVARA E., *Hole-filled seamless SRTM data V4*, International Centre for Tropical Agriculture (CIAT), 2008. [En ligne : <http://srtm.csi.cgiar.org>]

TABLE DES ILLUSTRATIONS

INTRODUCTION	10
Figure 1 Carte des régions naturelles comprises entre le bassin de la Seine et celui du Rhin.	19
Figure 2 Carte géologique du nord-ouest européen.	20
Figure 3 Limites supposées des cités gallo-romaines de Gaule Belgique et de Germanie inférieure à la fin du I ^{er} siècle.	28
PREMIÈRE PARTIE : LES ROCHES MEULIÈRES	34
Figure 6 Le tuf calcaire à limnées.	44
Figure 4 Carte de répartition des meules en tuf calcaire à limnées autour des affleurements connus dans les alluvions anciennes du Nord et du Pas-de-Calais.	44
Figure 5 Empreinte de limnée et de tubes végétaux fossiles.	44
Figure 7 Restes végétaux et alvéoles sans traces de cristallisation secondaire.	45
Figure 9 Tufs calcaires à limnées dans les alluvions holocènes de la vallée de l'Aa et du Calaisis.	45
Figure 8 Limnée fossile entièrement remplie de calcite cristalline secondaire (sparite) formée après le dépôt sédimentaire.	45
Figure 10 Tufs calcaires à limnées dans les alluvions holocènes des vallées de la Deûle, de la Scarpe et de l'Escaut.	46
Figure 11 Terrasse alluviale de la vallée de l'ancienne Scarpe à la « Ferme des Près », Hamblain-les-Près (Pas-de-Calais)	47
Figure 12 Meulière caverneuse blanche à rouge à alvéoles hétérométriques.	48
Figure 13 Meulière caverneuse beige à cristallisations blanches de calcédoine dans les alvéoles.	48
Figure 14 Meulière caverneuse dont les vacuoles contiennent des argiles ferrugineuses finement litées.	48
Figure 15 Carte de répartition des meules en meulière dans le quart nord de la France entre La Tène finale et le haut Moyen Âge.	49
Figure 16 Roche volcanique vacuolaire grise.	51
Figure 17 Roche volcanique vacuolaire grise à enclave xénolithique blanche centimétrique.	51
Figure 18 Roche volcanique vacuolaire.	51
Figure 19 Roche volcanique vacuolaire grise.	51
Figure 20 Carte de répartition des meules en roche volcanique entre Seine et Rhin, de l'époque romaine au haut Moyen Âge.	53
Figure 21 Carte des meulières antiques identifiées au sein des coulées volcaniques du massif de l'Eifel.	54
Figure 22 Meulières attestées sur les affleurements de calcaires lutétiens du Bassin de Paris.	59
Figure 23 Calcaire blanc beige à nombreux cérithes.	61

Figure 25 Calcaire contenant des milioles et de rares grains de quartz infra-millimétriques.	61
Figure 24 Calcaire gris à cérithes, potamides et rares bivalves.	61
Figure 26 Calcaire contenant de nombreuses milioles millimétriques et fragments de coquilles.	61
Figure 27 Cartes de répartition des meules en calcaire à cérithes gauloises, augustéennes, et romaines ; carte de répartition des meules en calcaire à Potamides lapidum et/ou en calcaire à limnées.	62
Figure 28 Calcaire à <i>Ditrupa strangulata</i> .	63
Figure 29 Calcaire à <i>Ditrupa Strangulata</i> contenant de rares grains de quartz infra-millimétriques.	63
Figure 30 Carte de répartition des meules romaines en calcaire à <i>Ditrupa strangulata</i> .	64
Figure 31 La lumachelle à nummulites <i>laevigatus</i> dite « Pierre à liards ».	65
Figure 32 La lumachelle à nummulites <i>laevigatus</i> dite « Pierre à liards ».	65
Figure 33 Carte de répartition des meules gauloises et augustéennes en « Pierre à liards »	66
Figure 34 Calcaire à glauconie et nummulites.	68
Figure 36 Calcaire à glauconie et nummulites avec empreinte de gastéropode fossile.	68
Figure 35 Calcaire à glauconie et nummulites avec empreinte de bivalve fossile.	68
Figure 37 Calcaire à glauconie et nummulites avec empreintes de <i>Balanophyllia trochiformis</i> .	68
Figure 38 Calcaire détritique contenant des Nummulites <i>laevigatus</i> centimétriques, des grains de glauconie infra-millimétriques et de rares grains de quartz millimétriques à pluri-millimétriques	69
Figure 39 Carte de répartition des meules en calcaire à glauconie et nummulites (glauconie grossière) de La Tène finale au haut Moyen Âge.	70
Figure 40 Le Grès de Fosses-Belleu.	72
Figure 42 Carte des grésifications de la formation des sables de Cuise : les Grès de Fosses-Belleu	72
Figure 41 Grès quartzitique à grains infra-millimétriques de quartz, de silex et de feldspath potassique.	72
Figure 44 Carte de répartition des meules en Grès de Fosses-Belleu de La Tène finale à la fin de l'Antiquité.	73
Figure 43 Carte du secteur des meulières de Fosses/Bellefontaine (Val-d'Oise).	73
Figure 45 Catillus gaulois en grès quartzitique fin de Carvin (Pas-de-Calais).	75
Figure 46 Grès quartzitique fin gris non glauconieux.	76
Figure 48 Grès quartzitique constitué de grains de quartz anguleux engrenés avec cimentation peu développée et contenant de rares grains infra-millimétriques de glauconie.	76
Figure 50 Grès quartzitique constitué de grains de quartz anguleux engrenés avec cimentation peu développée et contenant de rares grains infra-millimétriques de glauconie.	76
Figure 47 Grès quartzitique fin gris à glauconie (grains verdâtres).	76
Figure 49 Grès quartzitique constitué de grains de quartz anguleux engrenés avec cimentation peu développée et contenant de rares grains infra-millimétriques de glauconie.	76
Figure 51 Grès quartzitique constitué de grains de quartz anguleux engrenés avec cimentation peu développée et contenant de rares grains infra-millimétriques de glauconie.	76
Figure 53 Grès quartzitique à nombreuses empreintes de bivalves fossiles.	77
Figure 52 Grès de faciès normand.	77

Figure 54	Grès quartzitique à empreintes de bivalves et de tubes fossiles.	77
Figure 55	Carte des affleurements de sables et grès dits «landéniens» (Thanétien sup. /Yprésien inf.) dans le bassin flamand et le nord-ouest du Bassin de Paris.	78
Figure 56	Empreinte de feuille fossile sur bloc de grès quartzitique fin gris non glauconieux.	79
Figure 57	Carte des affleurements de sables et grès bruxelliens des monts des Flandres.	80
Figure 58	Carte de répartition des meules en grès quartzitique tertiaire de La Tène finale au haut Moyen Âge.	82
Figure 59	Poudingue à galets de silex avellanaires gris, ocre et rouges.	83
Figure 60	Poudingue à galets de silex avellanaires gris clair à cortex blanchâtre.	84
Figure 62	Poudingue à galets de silex avellanaires zonés gris et ocre à cortex blanchâtre.	84
Figure 61	Poudingue à galets de silex avellanaires zonés gris.	84
Figure 63	Empreintes de <i>Tympanotonos funatus</i> dans la matrice siliceuse grise.	84
Figure 64	Brèche d'Avrilly (Eure) : fragments de silex parfois émoussés dans matrice siliceuse grise.	85
Figure 65	Brèche d'Avrilly (Eure) : fragments de silex parfois émoussés dans matrice siliceuse grise.	85
Figure 66	Variations dans la concentration des silex.	86
Figure 67	Blocs de Poudingue de module métrique déposés au pied du calvaire de la Poterie à Bourtheroulde-Infreville (Eure), au bord de la forêt de La Londe - Rouvray.	87
Figure 68	La Pierre Tournante : mégalithe en Poudingue dans le Bois de Malmain.	87
Figure 69	Meulière sur les affleurements de formations résiduelles à silex thanétiennes/ypésiennes en Seine-Maritime.	88
Figure 70	Conglomérat de rognons de silex observé dans d'anciennes carrières entre Veulettes-sur-Mer et Malleville-les-Grès (Seine-Maritime).	89
Figure 71	Carrières d'extraction de poudingue du «Bois des Hogues» à Vaucottes.	90
Figure 72	Carrières d'extraction de poudingue de Saint-Saëns et localisation des ébauches de meules sur les établissements périphériques.	91
Figure 73	Plan des excavations relevées au GPS et replacées sur la carte géologique et topographique de l'ouest de la forêt de La Londe-Rouvray.	93
Figure 74	Talus de déchets d'extraction coupé par un chemin d'exploitation forestière à l'ouest de la forêt de La Londe - Rouvray.	94
Figure 75	Excavation 8.	94
Figure 76	Blocs, éclats et galets mêlés dans un chablis.	95
Figure 77	Éclats de Poudingue décimétriques dans la coupe du chemin forestier.	95
Figure 78	Bloc pluri-décimétrique découvert en fond de cratère.	95
Figure 79	Mur du village de Saint-Saëns aux abords des carrières de poudingue. Quelques blocs de poudingue sont dispersés dans une maçonnerie de silex.	98
Figure 80	Carte des affleurements du Crétacé inférieur et du Jurassique du Boulonnais et de l'anticlinal du Pays de Bray.	99

Figure 81	Carte de répartition des meules en calcaire à glauconie du Crétacé inférieur de la fin de l'époque gauloise au haut Moyen Âge dans le Pas-de-Calais et en Haute-Normandie.	101
Figure 82	Grès calcaire à nombreux grains infra-millimétriques de glauconie verdâtre.	102
Figure 84	Grains de quartz et de glauconie roulés et liés dans une matrice calcaire.	102
Figure 86	Calcaire gréseux à nombreux grains de glauconie infra-millimétriques et rares bivalves fossiles.	102
Figure 83	Grès calcaire à nombreux grains infra-millimétriques de glauconie verdâtre.	102
Figure 85	Grains de quartz et de glauconie roulés et liés dans une matrice calcaire.	102
Figure 87	Calcaire gréseux à nombreux grains de glauconie infra-millimétriques et rares empreintes de bivalves fossiles.	102
Figure 88	Grès calcaire à nombreux grains de glauconie millimétriques.	103
Figure 90	Grains de quartz et de glauconie roulés et liés dans une matrice calcaire.	103
Figure 89	Grès calcaire à nombreux grains de glauconie millimétriques et rares bivalves fossiles.	103
Figure 91	Grains de quartz et de glauconie roulés et liés dans une matrice calcaire.	103
Figure 92	Blocs jonchant l'estran devant le hameau de Strouanne, entre le Cap-Blanc-Nez et Wissant (Pas-de-Calais).	104
Figure 93	Lumachelle à huitres et fragments de silex.	106
Figure 95	Lumachelle à huitres.	106
Figure 97	Agglomérat de fragments de coquilles, d'oolithes et de grains de quartz roulés dans une matrice siliceuse.	106
Figure 94	Lumachelle à huitres.	106
Figure 96	Empreintes fossiles et galets de quartzite.	106
Figure 98	Agglomérat de fragments de coquilles, de gastéropode et de grains de quartz roulés dans une matrice siliceuse.	106
Figure 99	Carte de répartition des meules en calcaires et lumachelles jurassiques à la pointe du Boulonnais.	107
Figure 100	Carte des meulières connues sur les affleurements dévoniens du massif des Ardennes.	108
Figure 101	Carte de distribution des meules en Poudingue de Burnot de La Tène finale au Haut-Empire.	109
Figure 102	Conglomérat grossier lie-de-vin à quartz laiteux et galets d'argilite, de grès et de quartzite centimétriques.	110
Figure 104	Grès moyen lie-de-vin à poche d'argilite partiellement dissoute.	110
Figure 106	Conglomérat constitué de grains de quartz émoussés et lithoclastes engrenés.	110
Figure 103	Conglomérat grossier lie-de-vin à quartz laiteux et galets d'argilite, de grès et de quartzite centimétriques.	110
Figure 105	Grès moyen lie-de-vin à litages de différentes granulométrie et concentration en oxyde de fer.	110
Figure 107	Conglomérat constitué de grains de quartz émoussés et lithoclastes engrenés.	110
Figure 108	Carte des meulières connues sur les affleurements du Poudingue de Burnot (Emsien/Eifélien, Dévonien inférieur/moyen) et épave chargée d'ébauches de meules draguée dans la Meuse.	111

Figure 110	Le grès dit «Arkose d'Haybes» : grains de quartz anguleux et paillettes de mica blanc dans une matrice siliceuse finement micacée.	113
Figure 109	Le grès dit «Arkose d'Haybes».	113
Figure 111	Le grès dit «Arkose d'Haybes» : grains de quartz anguleux et paillettes de mica blanc dans une matrice siliceuse finement micacée.	113
Figure 112	Grès grossier à conglomératique gris beige à cristaux millimétriques de tourmaline noire.	115
Figure 114	Grès grossier à conglomératique gris blanc à rares cristaux millimétriques de tourmaline noire et cimentation légèrement ferrugineuse.	115
Figure 116	Le Grès de Macquenoise : grains de quartz sub-anguleux et cristaux de tourmaline verdâtre dans une matrice siliceuse finement micacée.	115
Figure 113	Grès grossier à conglomératique gris à rares grains millimétriques de tourmaline noire, veine de micas et lithoclastes de tourmalinite et quartzite.	115
Figure 115	Cristal pluri-millimétrique de tourmaline noire.	115
Figure 117	Le Grès de Macquenoise : grains de quartz anguleux et cristaux de tourmaline verdâtre dans une matrice siliceuse finement micacée.	115
Figure 118	Fragment de grès grossier à conglomératique gris dépourvu de tourmaline issu des meulières de Burtonville (Prov. Luxembourg).	116
Figure 119	Conglomérat bréchiq ue observé dans les meulières du Goldgrube (Saint-Vith, Prov. de Liège).	116
Figure 120	Le grès conglomératique de Salmchâteau : grains de quartz anguleux monocristallins et polycristallins dans une matrice siliceuse finement micacée.	116
Figure 121	Meulières du secteur de Macquenoise sur les affleurements du Lochkovien (Dévonien inférieur) autour du Massif de Rocroi.	117
Figure 122	Affleurement du Lochkovien (Dévonien inférieur) autour du Massif de Stavelot-Venn.	117
Figure 123	Carte de répartition des meules va-et-vient en grès grossier du Lochkovien du Néolithique à l'Âge du Fer.	119
Figure 124	Carte de répartition des meules rotatives en grès grossier du Lochkovien de La Tène finale au haut Moyen Âge.	120
Figure 125	Ébauches de meules médiévales déposées au pied du Château de Salmchâteau (Prov. de Luxembourg).	121
Figure 126	Ébauche de meule de format alto-médiéval découverte en bas de talus dans les meulières de « la Bossette » à Salmchâteau (Prov. de Luxembourg).	121
Figure 127	District meulier de Hirson (Aisne) / Macquenoise (Hainaut), situé à l'extrémité nord-ouest de l'affleurement lochkovien du pourtour du Massif de Rocroi.	123
Figure 129	Camp de Macquenoise : interprétation cartographique du MNT effectué au LiDAR et position des ébauches de meules enregistrées.	124
Figure 128	Reliefs correspondant aux stigmates d'exploitation du « Camp de Macquenoise ».	124
Figure 130	Ébauches de meules va-et-vient n° 1 et 2 en Grès de Macquenoise découvertes en haut des talus du « Camp de Macquenoise ».	125

Figure 131	Ébauche de meule rotative gauloise n° 3 en Grès de Macquenoise découverte au fond de la douve du château du « Camp de Macquenoise ».	125
Figure 132	Ébauches de meules rotatives romaines n° 4, 5 et 6 en Grès de Macquenoise découvertes au fond de la douve du château (4), et à flanc des talus (5 et 6) du « Camp de Macquenoise ».	126
Figure 133	Pas-Bayard : interprétation cartographique du MNT effectué au LiDAR et position des ébauches de meules enregistrées.	127
Figure 134	Neuve Forge : interprétation cartographique du MNT effectué au LiDAR et position des ébauches de meules enregistrées.	128
Figure 136	Représentation schématique des ébauches de meules va-et-vient relevées sur les affleurements lochkoviens autour du Massif de Stavelot-Venn.	131
Figure 135	Ébauche de meule médiévale/moderne sur la fontaine publique d'Ondenval (Prov. de Liège)	131
Figure 138	Meulières qui ont livré des ébauches de meules va-et-vient protohistoriques sur l'affleurement lochkovien autour du Massif de Stavelot-Venn.	132
Figure 137	Ébauches de meules va-et-vient observées dans les meulières de Steinborn (Prov. de Liège).	132
Figure 140	Représentation schématique des ébauches de meules alto-médiévales relevées autour du Massif de Stavelot-Venn.	133
Figure 139	Ébauche de meule alto-médiévale déposée au pied du Château de Salmchâteau (Prov. de Luxembourg).	133
Figure 141	Meulières qui ont livré des ébauches de meules alto-médiévales sur l'affleurement lochkovien autour du Massif de Stavelot-Venn.	134
Figure 142	Carte des meulières médiévales/modernes identifiées sur l'affleurement lochkovien du pourtour du Massif de Stavelot-Venn.	134
Figure 143	Représentation schématique des ébauches de meules médiévales/modernes relevées autour du Massif de Stavelot-Venn.	135
Figure 144	Ébauche de meule médiévale/moderne exposée contre la façade du musée du Coticule à Salmchâteau (Prov. de Luxembourg).	135
Figure 145	Traces de mise en forme observées sur le pourtour de l'ébauche du musée de Salmchâteau.	135
Figure 146	Cartes de répartition des meules en arkose grossière à l'époque romaine.	137
Figure 147	Cartes de répartition des meules en arkose moyenne au haut Moyen Âge.	138
Figure 148	Grès grossier à conglomératique à nombreux feldspaths orthoses roses centimétriques à pluri-centimétriques.	139
Figure 150	Grès grossier à conglomératique à nombreux feldspaths orthoses roses centimétriques.	139
Figure 149	Grès grossier à conglomératique à nombreux feldspaths orthoses roses centimétriques.	139
Figure 151	Grès grossier à conglomératique à nombreux feldspaths orthoses roses centimétriques à pluri-centimétriques à faces cristallines exprimées.	139
Figure 152	Grès grossier à conglomératique à feldspaths altérés roses et gros lithoclastes et galets de quartzite, grès, schiste et argilite.	140
Figure 154	Grès grossier à conglomératique à feldspaths altérés roses et gros lithoclastes et galets de quartzite et de grès.	140

Figure 153	Grès grossier à conglomératique à feldspaths altérés roses et gros lithoclastes et galets de quartzite, grès, schiste et argilite.	140
Figure 155	Arkose grossière à quartz anguleux millimétriques et feldspaths potassiques microclines.	140
Figure 156	Grès grossier à feldspaths altérés blancs et rares galets d'argilite suivant le litage de la roche.	141
Figure 158	Grès grossier à feldspaths altérés blancs, rares lithoclastes et galets de grès et quartzite, et taches d'oxydation « rouille » millimétriques.	141
Figure 157	Grès grossier à feldspaths altérés blancs et taches d'oxydation « rouille » millimétriques.	141
Figure 159	Grès grossier à feldspaths altérés blanc-rosé millimétriques et rares lithoclastes et galets d'argilite, grès, schiste et quartzite.	141
Figure 160	Arkose grossière à quartz anguleux millimétriques, feldspaths potassiques et plagioclases altérés et taches d'oxyde de fer.	142
Figure 163	Grès grossier à feldspaths altérés roses millimétriques.	142
Figure 161	Arkose grossière à quartz anguleux millimétriques, feldspaths potassiques et plagioclases altérés, taches d'oxyde de fer et rares micas noirs.	142
Figure 162	Grès moyen à grossier à feldspaths altérés blancs.	142
Figure 164	Arkose grossière à quartz anguleux à émoussés millimétriques, feldspaths potassiques, taches d'oxyde de fer et rares micas noirs, liant siliceux microcristallin.	143
Figure 165	Feldspath séricitisé.	143
Figure 166	La vaugnérite. Grains noirs : biotite ; grains blancs : feldspaths plagioclases.	146
Figure 167	Carte de répartition des meules en vaugnérite dans le quart nord de la Gaule à l'époque romaine.	147
Figure 168	Granitoïde observé sur une meule romaine de Rouen (Seine-Maritime).	148
Figure 169	Granitoïde observé sur une meule romaine de Rouen (Seine-Maritime).	148
Figure 170	Carte de répartition des meules romaines en granitoïde du bord du massif armoricain.	148

DEUXIÈME PARTIE : LA FORME DE L'OBJET, ANALYSE MORPHOLOGIQUE ET TECHNIQUE

Figure 171	Typologie des meules de Pompéi proposée par D.P.S. Peacock, complétée d'un schéma du type « Morgantina ».	153
Figure 172	Extrait de la typologie alphanumérique des meules mise au point par S. Longepierre dans le sud de la France entre l'Âge du Fer et le début du Moyen Âge.	154
Figure 173	Typologie développée par Crawford et Röder sur la base des découvertes faites autour de Mayen dans le massif volcanique de l'Eifel (Allemagne).	156
Figure 174	Typologie des meules gauloises mise au point par Cl Pommepuy à partir des découvertes de la vallée de l'Aisne.	157
Figure 175	Coupe schématique du moulin rotatif.	161
Figure 176	Typologie des trous d'emmanchement développée par le Groupe Meule.	162
Figure 177	Typologie des œils de meules développée par le Groupe Meule.	163

Figure 178	Hypothèse de restitution des systèmes d'entraînement des meules manuelles en poudingue normand.	169
Figure 179	Catillus en poudingue normand équipé de sa bande de fer prolongée par une boucle formant un anneau pour la fixation d'un manche vertical. Fransures (Somme) «la Galette».	170
Figure 180	M. GASPARI, « petite fille a coté du moulin à bras », fusain, Musée d'ethnographie de Ljubljana, Slovénie 1929-1948.	171
Figure 181	Meules du fort romain de Newstead/Trimontium (Melrose, Grande-Bretagne).	172
Figure 183	Catillus n° 464 en roche volcanique découvert sur l'oppidum du Titelberg (Pétange, Luxembourg GD).	172
Figure 182	A. Reconstitution du système d'emmanchement de type 4 d'après les traces d'oxyde de fer relevées sur le catillus n° 1914 de la « ZAC Cathédrale » à Amiens (Somme). B. Déroulé du flanc avec traces d'oxyde de fer.	172
Figure 184	Cupules lustrée peu profonde témoignant d'un entraînement à perche du catillus.	173
Figure 185	Schéma de fonctionnement du moulin à perche et à réglage de l'écartement.	173
Figure 186	Paroi lustrée de l'œil d'un catillus en roche volcanique d'époque romaine.	174
Figure 187	Paroi lustrée de l'œil d'un catillus gallo-romain en poudingue normand.	174
Figure 188	Catillus en roche volcanique de Heerlen (Limbourg néerlandais). Les trous triangulaires détachés de l'œil central sont interprétés comme des trous de chargement du grain.	176
Figure 189	- Scellement en plomb d'une anille-barrette supérieure.	176
Figure 190	Moulin complet mis au jour à bord de l'épave De Meern 1, Utrecht (Pays-Bas).	177
Figure 191	Hypothèse de restitution du système de centrage des moulins manuels à œil complexe (A.) et à œil simple + trous de chargement (B.).	178
Figure 192	Schéma de principe du moulin à traction périphérique de type «Pompéi».	179
Figure 193	Sarcophage de <i>L. Annius Octavius Valerianus</i> , Rome. CIL-VI-11743. Vatican, Musée Gregoriano Profano, inv. 10536.	180
Figure 194	Exemples de catillus en arkose grossière à traction périphérique de type «Brillon». Les perforations verticales servent à l'ancrage d'un levier diamétral pour l'entraînement périphérique du moulin.	180
Figure 195	Hypothèses de restitution du fonctionnement des moulins à traction périphérique de type « Oisy-le-Verger ». A. Levier diamétral horizontal fixé grâce aux mortaises verticales creusées dans la face supérieure du catillus. B. Fixation d'un cadre périphérique en bois.	181
Figure 196	A. Plan du bâtiment 355 et du socle 356 du site 2 gallo-romain de Oisy-le-Verger (Pas-de-Calais). B. Catillus en arkose rose mis au jour au sud du socle 356, bâtiment 355.	183
Figure 197	Structure circulaire en craie damée fouillée dans la villa gallo-romaine de Dourges (Pas-de-Calais). La partie centrale a été réemployée comme support de foyer après le II ^e siècle mais la semelle de circulation de périphérique encavée est bien visible.	183
Figure 198	Hypothèse d'adaptation de la traction animale au système de moulin à engrenage de Vitruve (<i>De Arch.</i> , X, 5, 2) et aux meules gallo-romaines à entraînement central.	184
Figure 199	« <i>Le moulin-manège pour moudre en campagne, inventé par Pompeo Targone, ingénieur d'Ambrosio Spinola, général de Sa Majesté Catholique [d'Espagne] en Flandre</i> ».	185

Figure 200	Moulin-manège utilisé au Pendjab (Inde) au XX ^e siècle.	185
Figure 201	Piste circulaire excavée du camp théodosien de la rue Baudimont à Arras (Pas-de-Calais).	186
Figure 202	Le catillus n° 1324 à entraînement central en Grès de Macquenoise de la « rue Baudimont » à Arras (Pas-de-Calais).	187
Figure 203	Vestiges du moulin-manège moderne fouillé à Vermand (Aisne). La piste circulaire entoure un plot installé à 1,70 m de profondeur pour accueillir le pivot central.	188
Figure 204	Le moulin à roue verticale et engrenage coudé, d'après la description de Vitruve (<i>De Arch.</i> , X, 5, 2), et les découvertes de Liberchies et de Zugmantel.	189
Figure 205	Restitution du système de mise en rotation des meules à entraînement central d'après les découvertes de Liberchies et de Zugmantel.	192
Figure 206	Cône de dosage en fer conservé au Thermen Museum d'Heerlen (Limbourg néerlandais).	196
Figure 207	Répartition par roche des meules rotatives manuelles de La Tène moyenne (La Tène C).	199
Figure 208	Répartition par roche des meules rotatives manuelles de La Tène finale (La Tène D).	200
Figure 209	Répartition par quantiles et évolution du diamètre des meules de La Tène C1 à l'époque augustéenne à partir des pièces étudiées physiquement.	201
Figure 210	Répartition par quantiles de l'épaisseur du flanc des meules gauloises (cm). Les catillus sont statistiquement plus épais que les metas.	203
Figure 211	A. Mesurabilité de la pente du flanc parmi le corpus des meules gauloises. B. Répartition des mesures d'inclinaison du flanc des catillus et des metas par quantiles et représentation graphique des deux séries.	204
Figure 212	Profil des quatre principaux types de meules gauloises.	205
Figure 213	Répartition par quantiles des mesures d'inclinaison de la face active des catillus et des metas de La Tène moyenne/finale.	207
Figure 214	Couples de meules gauloises.	208
Figure 215	Proportion des types d'œil pratiqués sur les catillus gaulois classés par roche.	209
Figure 216	Répartition par quantiles du diamètre de l'œil des catillus et des metas.	209
Figure 217	Proportion des types de trou d'emmanchement pratiqués sur les catillus gaulois classés par roche.	210
Figure 218	Répartition par quantiles du rapport hauteur/diamètre des catillus gaulois classés par roche.	212
Figure 219	Carte de répartition des catillus gaulois en fonction de la courbe de leur flanc et de la roche qui les constitue.	214
Figure 220	Répartition par roche des meules rotatives manuelles d'époque augusto-claudienne (fin I ^{er} siècle av. J.-C. – première moitié I ^{er} siècle ap. J.-C.).	217
Figure 221	Répartition par quantiles du diamètre des meules augusto-claudiennes selon la roche qui les constitue.	218
Figure 222	Répartition par quantiles de l'épaisseur des meules augusto-claudiennes selon la roche qui les constitue.	218
Figure 223	A. Mesurabilité de la pente du flanc parmi le corpus des meules gauloises. B. Répartition des mesures d'inclinaison du flanc des catillus et des metas par quantiles.	220

Figure 224	Profil des six principaux types de meules observés à l'époque augusto-claudienne.	221
Figure 225	Coupe de meules manuelles en calcaire à cérithes.	221
Figure 226	Répartition par quantiles des mesures d'inclinaison de la face active des meules augusto-claudiennes.	222
Figure 227	Répartition par quantiles du diamètre de l'oeil des catillus et des metas.	222
Figure 228	Répartition par quantiles du diamètre des meules d'époque romaines selon la roche qui les constitue, tous types confondus.	224
Figure 229	Analyse en Composantes Principales (ACP) de la série des catillus romains avec affichage des biplots (vecteurs associés à chaque composante).	225
Figure 230	Analyse en Composantes Principales (ACP) de la série des metas romaines avec affichage des biplots (vecteurs associés à chaque composante).	226
Figure 231	Fréquence des diamètres et formation des deux groupes de dimensions par analyse statistique des mélanges (<i>mixture analysis</i>).	228
Figure 232	A. Répartition par quantiles du diamètre des catillus selon la ligne de leur face supérieure. B. Répartition par quantiles du diamètre des catillus à cuvette selon leur dispositif d'entraînement.	228
Figure 233	Rapport entre le diamètre des metas et celui de leur œil en fonction de la roche qui les constitue.	230
Figure 234	Répartition par roche des meules manuelles d'époque romaine (I ^{er} – début V ^e siècle).	231
Figure 235	Répartition par quantiles du diamètre des meules manuelles d'époque romaine, classées par roche.	232
Figure 236	Répartition par quantiles et évolution du diamètre des meules manuelles en Grès de Macquenoise (A) et en roche volcanique (B) à travers le temps.	233
Figure 237	Répartition par quantiles des mesures de hauteur du flanc des catillus (A) et des metas (B) de moulins manuels, classés par roche.	234
Figure 238	Répartition par quantiles des mesures d'inclinaison du flanc des catillus (A) et des metas (B) de moulins manuels., classés par roche.	236
Figure 239	Répartition par quantiles et évolution de l'inclinaison du flanc des catillus manuels en Grès de Macquenoise à travers le temps.	237
Figure 240	Profil des principaux types de meules observés à l'époque romaine.	237
Figure 241	Proportion des faces inférieures planes, concaves ou convexes parmi les metas manuelles classées par roche.	238
Figure 242	Répartition par quantiles des mesures d'inclinaison de la face active des catillus (A) et des metas (B), classés par roche.	239
Figure 243	Couples de meules manuelles gallo-romaines.	240
Figure 244	L'œil des catillus manuels. A. Les types d'œil observés. B. Part des types d'œil par lithocorpus. C. Répartition par quantiles du diamètre des catillus manuels en Grès de Macquenoise et en roche volcanique en fonction du type d'œil.	242
Figure 245	Largeur de l'œil des catillus manuels en fonction de leur type.	243
Figure 246	Classement par quantile du diamètre de l'œil de metas manuelles.	245

Figure 247	Les trous d'emmanchement des catillus manuels. A. Les types de trous d'emmanchement. B. Part des traces de cerclage parmi les catillus à manchon, sans manchon, et à manchon non conservé. C. Part des types d'emmanchement par lithocorpus. D. Carte de répartition des types d'emmanchement des catillus manuels.	246
Figure 248	Carte de répartition des dispositifs d'emmanchement pratiqués sur les catillus manuels en roche volcanique.	248
Figure 249	Répartition par roche des meules manuelles réglables gallo-romaines (I ^{er} – début V ^e siècle).	251
Figure 250	Morphométrie des catillus réglables. A. Répartition par quantiles du diamètre. B. Répartition par quantiles de l'épaisseur. C. Répartition par quantiles des mesures d'inclinaison de la face active.	252
Figure 251	Exemples de catillus manuels réglables.	253
Figure 252	Répartition par quantiles du diamètre de l'œil des metas considérées faire partie de moulins à traction périphérique.	254
Figure 253	Répartition par roche des meules à entraînement périphérique de types « Haltern-Rheingönheim » et « Oisy-le-Verger » (I ^{er} – début V ^e siècle).	255
Figure 254	Répartition des meules à entraînement périphérique en arkose grossière de types « Brillon » (I ^{er} – début V ^e siècle).	256
Figure 255	Répartition par quantiles du diamètre (A) et de la hauteur du flanc (B) des meules à traction périphérique de type « Oisy-le-Verger », « Brillon » et « Haltern/Rheingönheim ».	258
Figure 256	Répartition par quantiles des mesures d'inclinaison de la face actives des meules à traction périphérique, classées par roche.	260
Figure 257	Couple de meules gallo-romaines à traction périphérique en arkose grossière.	260
Figure 258	Les types d'œil observés sur les meules à traction périphérique.	261
Figure 259	Répartition par roche des meules de type « Pompéi » (I ^{er} – début V ^e siècle).	263
Figure 260	Les meules de type « Pompéi ».	264
Figure 261	Répartition des grandes meules à entraînement central (I ^{er} – début V ^e siècle).	266
Figure 262	Diamètre de l'œil des metas de moulins à entraînement central (en cm).	267
Figure 263	Répartition par quantiles du diamètre des meules à entraînement central, classés par roche.	268
Figure 264	A. Répartition par quantiles des mesures de hauteur du flanc des meules à entraînement central, classés par roche. B. Répartition par quantiles de la hauteur maximale des meules à entraînement central, classés par roche.	269
Figure 265	Répartition par quantiles des mesures d'inclinaison du flanc des meules à entraînement central, classés par roche.	271
Figure 266	Répartition par quantiles des mesures d'inclinaison de la face active des meules à entraînement central, classés par roche.	271
Figure 267	Couples de meules gallo-romaines à entraînement central.	272
Figure 268	Répartition par quantiles des mesures d'inclinaison de la face supérieure des catillus, classés par roche.	273

Figure 269	Les types d'œil des catillus à entraînement central.	274
Figure 270	Répartition par quantiles du rapport hauteur/diamètre des catillus manuels simples et des catillus manuels réglables classés par roche.	275
Figure 271	Répartition par quantiles du rapport hauteur/diamètre des catillus à entraînement central et à entraînement périphérique classés par roche.	277
Figure 272	Schéma typologique des catillus de type « Zugmantel », cylindriques et à logement d'anille infère, et de type « Avenches », de forme conique et à logement d'anille-crampon.	280
Figure 273	Répartition par roche des meules manuelles du haut Moyen Âge.	284
Figure 274	Répartition par roche des grandes meules à entraînement central du haut Moyen Âge.	286
Figure 275	Répartition par quantiles du diamètre des meules du haut Moyen Âge. A. Classement par type et par période. B. Classement par type et par roche.	287
Figure 277	Répartition par quantiles des mesures de hauteur des catillus (A) et des metas (B) classés par type et par roche.	288
Figure 276	Proportion des lignes de profil de la face supérieure des catillus manuels.	288
Figure 278	Répartition par quantiles des mesures d'inclinaison de la face active des catillus (A) et des metas (B) classés par type et par roche.	289
Figure 279	Couples de meules alto-médiévales.	289
Figure 280	Répartition par quantiles du diamètre de l'œil des catillus (A) et des metas (B) classés par type et par roche.	290
Figure 281	Catillus n° 551 en roche volcanique, retrouvé au bord de la Rulle à Habay-la-Vieille (Prov. Luxembourg) et assigné typologiquement à l'époque carolingienne.	291
Figure 282	Catillus en grès conglomératique du Lochkovien réemployé avant le XIII ^e siècle comme couvercle de sarcophage dans la Basilique Notre-Dame de Tongres (Limbourg belge).	291
Figure 283	Répartition par quantiles du rapport hauteur/diamètre des catillus manuels et à entraînement central, classés par roche.	293
Figure 284	Catillus manuel mérovingien n° 404 en grès conglomératique du Lochkovien, Maastricht (Limbourg néerlandais).	294
Figure 285	Moulin manuel gaulois en grès quartzitique fin de Carvin (Pas-de-Calais). Le flanc et la face inférieure de la meta sont façonnés par enlèvements d'éclats dont les arêtes sont adoucies par martelage.	297
Figure 286	Catillus alto-médiéval en grès quartzitique fin de Ruitz (Pas-de-Calais). La dalle de départ est naturellement mamelonnée et le flanc adouci par martelage.	297
Figure 287	Catillus de grand format en Grès de Macquenoise de Famars (Nord). Le flanc est régularisé par brochage fin serré.	298
Figure 288	Meta en Grès de Fosses-Belleu de Tillé (Oise). La face inférieure (moitié supérieure du cliché) est régularisée par brochage grossier éclaté et l'œil creusé par brochage fin serré.	298
Figure 289	Face inférieure de la meta en arkose grossière de Nivelles (Brabant Wallon) "la Tournette", travaillée par brochage grossier rayonnant.	299

Figure 290	Meules en arkose grossière.	300
Figure 291	Catillus en roche volcanique d'Arlon (Prov. de Luxembourg) « rue de la Semois ». Flanc et face supérieure décorés de rainures parallèles réalisées au taillant droit. Face active habillée d'un rayonnage composé droit.	301
Figure 292	Fragment d'ébauche de catillus en roche volcanique découvert à Maastricht (Limbourg néerlandais) « Stokstraat n° 28 ».	301
Figure 293	Face inférieure d'une meta en roche volcanique de Théroüanne (Pas-de-Calais). Surface à peine régularisée au taillant droit.	301
Figure 294	Catillus à entraînement central en roche volcanique issu du secteur des thermes du <i>vicus</i> d'Heerlen (Limbourg néerlandais).	302
Figure 295	Carte de répartition des catillus manuels en roche volcanique selon le mode de traitement de leur face supérieure (au taillant droit ou à la broche).	303
Figure 296	Carte de répartition des catillus à entraînement central en roche volcanique selon le mode de traitement de leur face supérieure (décor au taillant ou régularisation à la broche).	303
Figure 297	Surface active habillée « en nid d'abeille » d'un catillus et d'une meta (couple) découverts à Carvin (Pas-de-Calais) « ZI du Château ».	304
Figure 298	Typologie des habillages mise au point par le <i>Groupe Meule</i> suite à l'étude de meules antiques en contexte et à l'examen des traités de meunerie modernes et contemporains.	306
Figure 299	Habillage à coups perdus de la surface active.	307
Figure 301	Habillage mixte de la face active d'une meta gallo-romaine.	307
Figure 300	Habillage « en nid d'abeille » de la face active d'un catillus augustéen.	307
Figure 302	Habillage par rayonnage simple courbe de la face active d'un catillus gallo-romain.	308
Figure 303	Habillage par rayonnage composé droit de la face active d'un catillus à entraînement central.	308
Figure 304	Catillus en grès quartzitique fin l'atelier de saunier de Steene et de la nécropole de Bierne (Nord).	309
Figure 305	L'habillage des surfaces actives. A. Les types d'habillage répertoriés. B. Proportion des types d'habillage par période. C. Proportion des types d'habillage par type de meules à l'époque romaine. D. Proportion des types d'habillage par roche à l'époque romaine.	311
Figure 306	Meta en calcaire à glauconie et nummulites d'Amiens (Somme) « rue des Jacobins ». La face active est habillée d'un rayonnage composé droit très large réalisé dans le sens horaire.	312
Figure 307	Carte de chaleur (densité) de la pratique de l'habillage raisonné entre la Seine et le Rhin.	313
Figure 308	Cartes de répartition des meules selon leur type d'habillage raisonné. A. Rayonnage composé droit, sens antihoraire. B. Rayonnage composé droit, sens horaire. C. Rayonnage composé droit enchevêtré. D. Rayonnage composé droit en chevrons. E. Rayonnage simple droit. F. Rayonnage simple courbe. G. Habillage mixte et en nid d'abeille.	315
Figure 309	Meta gallo-romaine en Grès de Macquenoise de Villeneuve d'Ascq (Nord), rayonnée en secteurs enchevêtrés, retournée puis habillée d'un rayonnage composé droit antihoraire.	316
Figure 310	Catillus en roche volcanique de la villa de Neufchâteau à Malagne (Rochefort, Prov. Namur), rayonné en chevrons.	316

Figure 311	Sens de rotation des roues et des meules de moulin à eau. A. Moulin à roue verticale « au fil de l'eau ». B. Moulin à roue verticale alimentée par le dessus.	319
Figure 312	Traitement de la face active de deux meules de grand format en Grès de Macquenoise par rayonnage composé droit.	320
Figure 313	Décortiqueur à meules d'argile et lames de bambou observé au XX ^e siècle « en Orient ».	324
Figure 314	Représentation des énergies employées pour l'entraînement des moulins à grain.	328
Figure 315	Chronologie des types de meules entre La Tène moyenne et l'époque carolingienne.	329
Figure 316	Évolution globale du diamètre (A) et de l'épaisseur (B) des meules de La Tène C à l'époque carolingienne.	330
Figure 317	Ébauches de meules en roche volcanique découvertes dans le <i>vicus</i> de Liberchies (Hainaut).	335
Figure 318	Ébauche de catillus manuel en roche volcanique découvert dans une cave du <i>vicus</i> de Maastricht (Limbourg néerlandais).	335

TROISIÈME PARTIE : GÉOGRAPHIE ET ÉCONOMIE DES MEULES ET DES MOULINS **338**

Figure 319	Types de texture des roches.	339
Figure 320	Schéma technique des meules manuelles romaines en roche volcanique de l'Eifel et en Grès de Macquenoise.	344
Figure 321	Carte de répartition des meules de La Tène moyenne pondérée par roches.	358
Figure 322	Meules de La Tène moyenne du site de Capelle-Fermont (Pas-de-Calais) « le Château Fort ».	359
Figure 323	Carte de répartition des meules de La Tène finale pondérée par roches.	362
Figure 324	Meta en poudingue normand de La Tène C2. Saleux (Somme) « la Vallée du Bois de Guignémicourt ».	362
Figure 325	Carte de répartition des meules augusto-claudiennes pondérée par roches.	369
Figure 326	Catillus tibéro-claudien en calcaire gréseux coquillier de la « rue Branly » à Boulogne (Pas-de-Calais).	371
Figure 327	Catillus en grès quartzitique fin de Pitgam « Sculleveldt » (Nord).	372
Figure 328	Catillus augustéen en grès normand découvert à Heudebouville (Eure) « la Butte Colas ».	373
Figure 329	Distribution des meules en roche volcanique sur la carte de coût cumulé dressée au départ des carrières de l'Eifel oriental (A) et de l'Eifel occidental (B).	377
Figure 330	Distribution des meules en calcaire à glauconie et nummulites (A) et en Grès de Fosses-Belleu (B) sur la carte de coût cumulé dressée au départ des carrières de Vauxrezis (Aisne) et de Fosses/Bellefontaine (Val-d'Oise).	378
Figure 331	Distribution des meules en poudingue sur la carte de coût cumulé dressée au départ des carrières de la Forêt de La Londe (A), de Vaucottes (B) et de Saint-Saëns (C) (Seine-Maritime).	379
Figure 332	Distribution des meules en Poudingue de Burnot sur la carte de coût cumulé dressée au départ des carrières de Lustin (Prov. Namur).	380

Figure 333	Distribution des meules en Grès de Macquenoise sur la carte de coût cumulé dressée au départ des carrières de Hirson/Macquenoise (Aisne/Hainaut).	381
Figure 334	Carte de Gaule Belgique et de Germanie inférieure montrant les proportions des différentes roches meulières présentes dans les villes romaines.	383
Figure 335	Proportions des roches meulières sur les sites littoraux de la Manche et de la Mer du Nord.	391
Figure 336	Carte des sites répartis autour de la voie Bavay - Cologne, montrant les proportions des différentes roches meulières présentes dans les villes romaines.	396
Figure 337	Proportions respectives des meules en roche volcanique (noir), en Grès de Macquenoise (bleu) et en Poudingue de Burnot (violet) dans les agglomérations qui jalonnent la voie Boulogne – Bavay – Cologne.	397
Figure 338	Carte de la cité des Morins et de la frange occidentale de celle des Ménapiens, montrant les proportions des différentes roches meulières sur chaque site romain étudié.	398
Figure 339	Opérations archéologiques sur le tracé du projet de Canal Seine - Nord Europe créant un grand transect sud-nord.	399
Figure 340	Proportions des roches meulières sur les sites étudiés à la limite entre le Bassin parisien au sud et le bassin flamand au nord, à cheval sur les collines de l'Artois.	399
Figure 341	Proportions des roches meulières sur chaque site du haut Moyen Âge.	415
Figure 342	Carte de répartition des meules en roche volcanique de l'Eifel autour de la Mer du Nord au haut Moyen Âge.	418
Figure 343	Plan schématique de l'occupation de La Tène D de Verberie (Oise) « la Plaine d'Herneuse ».	430
Figure 344	Plan schématique de l'occupation de La Tène D de Jaux (Oise) « le Camp du Roi ».	431
Figure 345	Plan de l'occupation de La Tène C de Longueil-Sainte-Marie (Oise) « le Vivier des Grès ».	434
Figure 346	Proportion des catégories de sites qui fournissent chaque type de meule.	447
Figure 347	Répartition des meules de type « Brillon » en arkose grossière.	449
Figure 348	Proportion des types de meules par catégorie de site au nord et au sud d'une ligne joignant l'embouchure de la Bresle sur le versant nord de l'anticlinal de Bray, le cours moyen et supérieur de l'Oise, et le versant sud du massif ardennais.	450
Figure 349	Carte de répartition des meules romaines de grand format sur les sites ruraux (fermes et villas) en France, toutes roches confondues.	451
Figure 350	Tas de marne en blocs au bord des champs à Sinceny (Aisne).	455
Figure 352	Paysage de pré-salé actuel.	458
Figure 351	Carte pédologique schématique des loess de l'Europe du Nord-ouest.	458
Figure 353	Plan de l'établissement routier installé à l'entrée de l'agglomération de Bouvines (Nord), « rue de Gruson ».	461
Figure 354	Proportion de chaque type de meule par catégorie de site à l'époque romaine, une fois exclues les meules de type « Brillon ».	465
Figure 355	Proportion des sites ruraux (villas et fermes) livrant des meules à entraînement central (en violet) et des meules à traction périphérique (en vert).	466

Figure 356	Plan général de la villa du « Hody » à Hamois (Prov. Namur).	467
Figure 357	Plan général des opérations de la ZAC de Lauwin-Planque (Nord).	469
Figure 358	Plan de l'établissement 1 de la ZAC de Lauwin-Planque (Nord) dans son état de la seconde moitié du II ^e – début du III ^e siècle.	470
Figure 359	Plan de l'établissement 2 de la ZAC de Lauwin-Planque (Nord).	471
Figure 360	Plan de l'établissement 3 de la ZAC de Lauwin-Planque (Nord).	471
Figure 361	Catillus à entraînement central en roche volcanique réutilisé en traction périphérique sur l'atelier de potiers d'Apperville-Annebault (Eure).	477
Figure 362	Meta manuelle en poudingue réutilisée comme polissoir sur l'atelier de potiers d'Apperville-Annebault (Eure).	477
Figure 363	Les différents rayonnages des meules manuelles de Steene (Nord) « le Château ».	480
Figure 364	Plan de la ville romaine d'Amiens (Somme).	485
Figure 365	Plan du quartier antique de la « ZAC Cathédrale » à Amiens (Somme) au II ^e siècle.	487
Figure 366	Les meules « hydrauliques » d'Attichy (Oise) « l'Avenue » et « carrières de granulats », replacées sur la carte de Cassini (XVIII ^e siècle) et sur la carte topographique (IGN).	496
Figure 367	La meule « hydraulique » de Pontpoint (Oise) « les Frayers », replacées sur la carte de Cassini (XVIII ^e siècle) et sur la carte topographique (IGN).	497
Figure 368	Plan du hameau mérovingien d'Hermies (Pas-de-Calais) « la Plaine de Neuville ».	508
Figure 369	Val-de-Reuil (Eure) « le Chemin aux Errants ». Meta de grand format en meulière réutilisée dans un moulin manuel, probablement à perche..	514
Figure 370	Vermand (Aisne) « rue Charles-de-Gaulle ». À l'entrée de l'agglomération, cinq meules manuelles entières sont utilisées comme supports de poteaux au fond d'une cave.	517
Figure 371	Trou de poteau d'un grand bâtiment de l'établissement rural gallo-romain de Brillon (Nord) « Parc d'activités de Sars-et-Rosières ».	517
Figure 372	Empierrement de remblai près du logis de la villa de Catigny (Oise) « les Terres Fortes ».	518
Figure 374	Fragment de meule romaine en arkose grossière de type « Brillon » réemployé comme abraseur à main à Saint-Folquin (Pas-de-Calais) « rue du Gibet ».	519
Figure 373	Meta utilisée comme sole de foyer domestique dans le faubourg nord d'Amiens (Somme) « ZAC Cathédrale ».	519
Figure 375	Meules gauloises en grès quartzitique réemployées comme enclumes pour le façonnage de pointes de flèches en percussion posée et lancée légère.	520
Figure 376	Silo 7206 de La Tène C, Capelle-Fermont « le Château Fort » (Pas-de-Calais). La meule repose à plat aux côtés d'un squelette féminin (7217).	522
Figure 377	Tombe 2074 de La Tène C2-D1, Villers-Écalles « A150 section 2 » (Seine-Maritime).	522
Figure 379	Catillus de type « Brillon » posé verticalement devant la paroi de la tombe J19 du II ^e siècle de Monchy-le-Preux (Pas-de-Calais) « Artoipôle ».	523
Figure 378	Catillus de type « Pompéi » réemployé comme coffrage d'urne funéraire.	523

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1	Distance entre les principales zones de départ, de passage ou d'arrivée du commerce meulier entre Gaule du Nord, Germanie et Bretagne.	403
Tableau 2	Nombre de meules par type de site et nombre de sites de chaque type à la fin du Second Âge du Fer.	429
Tableau 3	Nombre de meules par type de site et nombre de sites de chaque type à l'époque augusto-claudienne.	437
Tableau 4	Nombre de meules par type de site et nombre de sites de chaque type à l'époque romaine impériale.	446
Tableau 5	Sites qui ont fourni des meules à entraînement central, type d'adduction possible sur le site, présence d'un moulin sur la carte de Cassini au XVIII ^e siècle et type de site.	494

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	3
---------------	---

INTRODUCTION

1	Appréhender le cycle de vie d'un objet	14
2	Un SIG pour modéliser les systèmes économiques	16
3	Cadre général de l'étude	16
3.1	Pour une approche globale de la géographie historique	16
3.2	Cadre géologique et géographique de l'étude	18
3.2.1	Interdisciplinarité de la démarche	18
3.2.2	Le cadre	18
3.2.2.1	Vue d'ensemble : bassins et limites	18
3.2.2.2	Le bassin flamand	21
3.2.2.3	Le massif Ardenne-Eifel	22
3.2.2.4	Cambésis, Artois et Boulonnais	23
3.2.2.5	Le Bassin parisien	24
3.2.3	Activités agraires et milieu	26
3.3	Dimension spatio-temporelle et transitions	27
3.3.1	La perception du temps	27
3.3.2	Esquisse d'une chronologie	28
3.3.3	Période gauloise	29
3.3.4	Période gallo-romaine	29
3.3.5	Haut Moyen Âge	30
4	Présentation du corpus et problématique	31
4.1	Choix du corpus	31
4.2	Disparité des données sur un territoire transnational	32
4.3	Du rassemblement d'un corpus à la synthèse des données	33

PREMIÈRE PARTIE : LES ROCHES MEULIÈRES

5	Préambule	34
5.1	Intervention de la géologie	34
5.1.1	La démarche	34
5.1.2	Méthodes de reconnaissance des roches	35
5.1.2.1	Reconnaissance et description macroscopique	35
5.1.2.2	La pétrographie microscopique	36
5.1.2.3	La spectrométrie de fluorescence X (XRF)	36
5.1.3	L'apport de la typologie : la notion de « lithocorpus »	37
5.2	La recherche d'une origine : outils d'investigation	37
5.2.1	Archives et bulletins des sociétés savantes de la fin du XIX ^e - début XX ^e siècle	37
5.2.2	Outils cartographiques	38
5.2.3	Modèles Numériques de Terrain réalisés au LiDAR	38
5.2.4	Opérations de terrain	38
5.2.4.1	Prospections pédestres : recherche orientée des gisements	39

	5.2.4.2 Opérations préventives : mise en valeur des découvertes fortuites	39
	5.2.5 Difficultés d'accès aux gisements	39
	5.2.5.1 Disparition des gisements : aménagement, agriculture et exploitation des ressources	40
	5.2.5.2 Accès au milieu forestier	41
6	Présentation et classification des roches meulières	41
6.1	Les tufs calcaires à limnées	43
6.1.1	Pétrographie	44
6.1.2	Stratigraphie et gisements	45
6.1.3	Vallée de l'Aa et Calais	45
6.1.4	Vallées de la Scarpe, de l'Escaut et de la Deûle	46
6.2	La meulière	47
6.2.1	Pétrographie	48
6.2.2	Stratigraphie	48
6.2.3	Carrières et ateliers	50
6.3	Les roches volcaniques vacuolaires	50
6.3.1	Aspect macroscopique	51
6.3.1.1	Pétrographie	51
6.3.1.2	Altération	52
6.3.2	Origine géologique et géographique	52
6.3.2.1	Eifel	54
6.3.2.2	Massif Central	55
6.3.2.3	Les autres roches volcaniques du bassin méditerranéen	55
6.3.3	Distribution des meules en roche volcanique	56
6.3.3.1	Dans le bassin méditerranéen	56
6.3.3.2	Distribution des meules de l'Eifel	56
6.3.3.3	Distribution des meules du Massif Central	58
6.4	Le calcaire à cérithes	60
6.4.1	Pétrographie	60
6.4.2	Stratigraphie et gisements connus	61
6.5	Le calcaire à <i>Ditrupa</i>	63
6.5.1	Pétrographie	63
6.5.2	Stratigraphie et gisements	64
6.6	La « Pierre à liards »	64
6.6.1	Pétrographie	65
6.6.2	Stratigraphie	65
6.6.2.1	Les nummulites du Lutétien inférieur	65
6.6.2.2	Les nummulites de l'Yprésien	66
6.6.3	Distribution	66
6.7	Le calcaire à glauconie et nummulites	67
6.7.1	Pétrographie	67
6.7.1.1	Description	67
6.7.1.2	Variantes	67
6.7.2	Stratigraphie	68
6.7.3	Exploitation et diffusion	69
6.8	Le Grès de Fosses-Belleu	71
6.8.1	Pétrographie	74

6.8.2	Stratigraphie et gisements connus	74
6.9	Les grès quartzitiques dits « landéniens »	74
6.9.1	Pétrographie	75
6.9.1.1	Faciès Flandre-Hainaut	75
6.9.1.2	Faciès Haute-Normandie	78
6.9.2	Stratigraphie	78
6.9.2.1	Les grès « landéniens »	78
6.9.2.2	Le grès quartzitique des monts des Flandres	80
6.9.2.3	Le grès du Pays de Caux ?	81
6.9.3	Choix et exploitation	81
6.10	Les poudingues à galets de silex	83
6.10.1	Pétrographie	83
6.10.1.1	Le poudingue du Pays de Caux	83
6.10.1.2	La brèche d'Avrilly	85
6.10.1.3	Le Hertfordshire Puddingstone	85
6.10.1.4	Le Worms Heath Puddingstone	85
6.10.2	Stratigraphie et gisements connus	86
6.10.2.1	Stratigraphie	86
6.10.2.2	Affleurements de poudingue en Seine-Maritime	88
6.10.3	Carrières explorées	89
6.10.3.1	Saint-Léonard : le site de Vaucottes	90
6.10.3.2	Saint-Saëns et la forêt d'Eawy	91
6.10.3.3	Extrémité ouest de la forêt de La Londe-Rouvray	92
6.10.3.3.1	Environnement géologique	92
6.10.3.3.2	La carrière de poudingue	92
6.10.3.3.3	La « Pierre tournante »	96
6.10.3.3.4	Résultats des prospections	96
6.10.4	Synthèse : datation et distinction des faciès par leur distribution	97
6.11	Les grès calcaires et calcaires gréseux à glauconie	100
6.11.1	Pétrographie	100
6.11.1.1	Le faciès Calaisis	100
6.11.1.2	Les faciès de Seine-Maritime	101
6.11.1.3	Le faciès Folkestone	101
6.11.2	Stratigraphie	103
6.11.2.1	Boulonnais - Calaisis	103
6.11.2.2	Seine-Maritime	104
6.11.2.3	Grande-Bretagne	104
6.12	Les calcaires à lumachelles	105
6.12.1	Pétrographie	105
6.12.2	Stratigraphie	105
6.13	Le Poudingue de Burnot	108
6.13.1	Pétrographie	111
6.13.2	Stratigraphie	111
6.13.3	Carrières connues	112
6.14	Les grès conglomératiques du Lochkovien	112
6.14.1	Pétrographie	113
6.14.1.1	Le faciès Haybes/Hargnies/Willerzie : l'Arkose d'Haybes	113

6.14.1.2	Le faciès Hirson/Macquenoise : le Grès de Macquenoise	114
6.14.1.3	Les faciès de Haute Ardenne	114
6.14.2	Stratigraphie	116
6.14.3	Origine et répartition des meules	118
6.14.4	Les meulières exploitant les niveaux lochkoviens, résultats des prospections	121
6.14.4.1	Le district meulier de Macquenoise	122
6.14.4.1.1	Historiographie	122
6.14.4.1.2	Les sites	122
6.14.4.1.3	Résultat des prospections pédestres de février 2017	129
6.14.4.2	Le district meulier de Haute Ardenne	130
6.14.4.2.1	Présence des ébauches dans l'espace public	130
6.14.4.2.2	Les meules va-et-vient	131
6.14.4.2.3	Les meules rotatives du haut Moyen Âge	133
6.14.4.2.4	Les meules tardo-médiévales/modernes	135
6.15	Les arkoses grossières	136
6.15.1	Pétrographie	138
6.15.1.1	Les faciès ardennais	138
6.15.1.2	Le faciès normand	142
6.15.1.3	Les grès du Morvan	143
6.15.1.4	Le Millstone Grit	143
6.15.2	Stratigraphie et gisements supposés	144
6.15.2.1	Massif des Ardennes	144
6.15.2.2	Massif armoricain	144
6.15.2.3	Massif du Morvan	145
6.15.2.4	Nord de l'Angleterre	145
6.16	La vauugnérite	146
6.16.1	Pétrographie	146
6.16.2	Formation et gisements connus	147
6.17	Les granitoïdes	147
6.17.1	Pétrographie	147
6.17.2	Formation et gisements supposés	148
6.17.3	Diffusion	148
7	Permanence et mutations du choix des roches	149
7.1	Les principales provinces meulières	149
7.2	Phases de mutation	150

DEUXIÈME PARTIE : LA FORME DE L'OBJET, ANALYSE MORPHOLOGIQUE ET TECHNIQUE

8	Définition des critères de classement	152
8.1	Typologies existantes :	152
8.1.1	Pompéi et le monde méditerranéen	152
8.1.2	Gaule Narbonnaise	154
8.1.3	Autour du massif de l'Eifel : Allemagne et Pays-Bas	155
8.1.4	En Angleterre	157
8.1.5	Vallée de l'Aisne	157
8.1.6	Le Groupe Meule en France	158

8.2	Présentation des critères	159
8.2.1	Morphologie fonctionnelle déterminante	159
8.2.1.1	Le diamètre	159
8.2.1.2	L'épaisseur	160
8.2.1.3	L'inclinaison de la face active.	160
8.2.2	Aménagements techniques	162
8.2.2.1	Les dispositifs latéraux d'entraînement	162
8.2.2.2	Œil et dispositifs centraux d'entraînement	163
8.2.3	Morphologie formelle	165
8.2.3.1	Les catillus	165
8.2.3.2	Les metas	167
9	Éléments diagnostiques de la liaison et de l'entraînement des moulins	167
9.1	De l'Âge du Fer au Moyen Âge : l'entraînement manuel	168
9.1.1	Le cerclage du catillus	168
9.1.2	Les broches d'emmanchement	171
9.1.3	À partir de l'époque mérovingienne : les cupules lustrées	173
9.1.4	Les œils	174
9.1.4.1	Œils simples	174
9.1.4.2	Œils complexes	175
9.2	Les moulins de grand format	179
9.2.1	Stigmates d'entraînement périphérique sur les meules	179
9.2.2	Structures de grands moulins à traction musculaire	182
9.2.2.1	Moulins à traction périphérique	182
9.2.2.2	Moulins à traction centrale	183
9.2.3	Structures de moulins hydrauliques	187
9.2.4	Pièces de moulins hydrauliques	191
9.2.4.1	Les anilles	192
9.2.4.2	Le gros fer et la crapaudine	192
9.2.4.3	Les roues et pièces d'engrenage	194
9.2.4.4	Les cônes de dosage	196
10	Statistiques et typologie croisée : forme et matière	197
10.1	Groupes et types	197
10.1.1	Présentation du corpus statistique	197
10.1.2	Discrimination statistique des groupes et types	197
10.1.2.1	La Tène moyenne/finale	197
10.1.2.2	Époque romaine	198
10.1.2.3	Haut Moyen Âge	198
10.2	Époque gauloise : les meules manuelles	198
10.2.1	Répartition géographique et chronologique du corpus	198
10.2.2	Le diamètre	201
10.2.3	L'épaisseur	202
10.2.3.1	Les catillus	202
10.2.3.2	Les metas	203
10.2.4	La ligne du flanc	203
10.2.5	La face supérieure des catillus	204
10.2.6	La face inférieure des metas	205
10.2.7	La face active	205

10.2.8	L'œil	207
10.2.8.1	Forme de l'œil	207
10.2.8.2	Diamètre de l'œil	208
10.2.9	Le dispositif d'entraînement	209
10.2.10	De la typologie croisée à la définition de bassins techno-culturels	211
10.2.10.1	Massivité : rapport hauteur/diamètre des catillus	211
10.2.10.2	Morphologie formelle et fonctionnelle	212
10.2.10.3	Répartition des formes	213
10.3	Époque augusto-claudienne	215
10.3.1	Répartition géographique et chronologique du corpus	215
10.3.2	Le diamètre	216
10.3.3	L'épaisseur	216
10.3.3.1	Les catillus	216
10.3.3.2	Les metas	219
10.3.4	La ligne du flanc	219
10.3.5	La face supérieure des catillus	219
10.3.6	La face inférieure des metas	219
10.3.7	La face active	220
10.3.8	L'œil	221
10.3.8.1	Forme de l'œil	221
10.3.8.2	Diamètre de l'œil	221
10.3.9	Le dispositif d'entraînement	221
10.3.10	Permanence et mutation des formes laténiennes	222
10.4	Empire romain : une gamme variée, reflet du progrès technique	223
10.4.1	Composition et répartition du corpus	223
10.4.2	Discrimination statistique des types	224
10.4.2.1	Énoncé des hypothèses préliminaires	224
10.4.2.2	Jalons morphométriques	227
10.4.2.2.1	Meules manuelles et meules de grand format	227
10.4.2.2.2	Quelle énergie pour les catillus à cuvette ?	227
10.4.2.2.3	Les metas	229
10.4.3	Les meules manuelles	230
10.4.3.1	Constitution et répartition du corpus	230
10.4.3.2	Le diamètre	230
10.4.3.3	L'épaisseur	233
10.4.3.4	La ligne du flanc	234
10.4.3.5	La face supérieure des catillus	235
10.4.3.6	La face inférieure des metas	235
10.4.3.7	La face active	238
10.4.3.8	L'œil des catillus	241
10.4.3.8.1	Typologie	241
10.4.3.8.2	Diamètre de l'œil	243
10.4.3.8.3	Chronologie de l'évolution technique	244
10.4.3.9	L'œil des metas	244
10.4.3.10	Les trous d'emmanchement	245
10.4.3.10.1	Typologie et répartition	245

10.4.3.10.2	Type 4 contre type 6	248
10.4.4	Les meules manuelles réglables	250
10.4.4.1	Constitution du corpus	250
10.4.4.2	Répartition chronologique et spatiale	250
10.4.4.3	Morphométrie des catillus	250
10.4.4.4	Les metas	252
10.4.5	Les meules cylindriques à traction périphérique	253
10.4.5.1	Constitution du corpus	253
10.4.5.2	Répartition chronologique et spatiale	254
10.4.5.3	Le diamètre	257
10.4.5.4	La face supérieure des catillus	257
10.4.5.5	L'épaisseur	258
10.4.5.6	Le flanc	259
10.4.5.7	La face inférieure des metas	259
10.4.5.8	La face active	259
10.4.5.9	L'œil des catillus	259
10.4.5.10	Les systèmes d'entraînement	260
10.4.6	Les meules de type « Pompéi »	262
10.4.6.1	Constitution et répartition du corpus	262
10.4.6.2	Morphométrie	264
10.4.6.3	Les aménagements techniques	265
10.4.7	Les meules de grand format à entraînement central	265
10.4.7.1	Constitution et répartition du corpus	265
10.4.7.2	L'œil des metas	267
10.4.7.3	Le diamètre	268
10.4.7.4	L'épaisseur	269
10.4.7.5	Le flanc	270
10.4.7.6	La face active	270
10.4.7.7	La face supérieure des catillus	272
10.4.7.8	La face inférieure des metas	273
10.4.7.9	L'œil et les dispositifs d'entraînement des catillus	273
10.4.8	Standardisation typologique et technique à l'époque romaine	274
10.4.8.1	Massivité des catillus : le rapport hauteur/diamètre	274
10.4.8.2	Les aménagements techniques des meules manuelles : implications techno-économiques	276
10.4.8.2.1	Répartition et transformation des trous d'emmanchement	276
10.4.8.2.2	Répartition et transformation des œils	278
10.4.8.3	Les aménagements techniques des meules à traction animale	279
10.4.8.4	Les meules hydrauliques : type « Avenches » contre type « Zug mantel »	280
10.4.8.5	Les metas	281
10.5	Au haut Moyen Âge : restriction des énergies et transformation des meules	282
10.5.1	Constitution et répartition du corpus	282
10.5.2	Les meules manuelles à perche	285
10.5.2.1	Morphométrie	285
10.5.2.2	Les aménagements techniques	289

	10.5.3	Les meules à entraînement central	290
	10.5.3.1	Morphométrie	290
	10.5.3.2	Les aménagements techniques	292
	10.5.4	Virage typologique et technique radical du moulin manuel	292
	10.5.4.1	Massivité : des meules à cuvette aux meules « en galette »	292
	10.5.4.2	L'entraînement « à perche »	294
11		Le traitement des surfaces : entre nécessité technique et pratiques techno-culturelles	296
	11.1	Les faces non actives : finition et décor	296
	11.1.1	L'absence de finition et les finitions sommaires	296
	11.1.2	Le brochage fin	297
	11.1.3	Le brochage grossier éclaté	298
	11.1.4	Les finitions au taillant droit et au ciseau	300
	11.1.5	Le traitement des meules romaines en roche volcanique et la signature des ateliers du Bellerberg	301
	11.2	Habillage des faces actives	304
	11.2.1	Du piquage à coups perdus à l'habillage raisonné	304
	11.2.1.1	Perfectionnements de l'habillage à la fin de l'Âge du Fer	304
	11.2.1.2	Des origines du rayonnage	305
	11.2.2	Types et répartition des habillages	306
	11.2.2.1	Nomenclature et types	306
	11.2.2.2	Constitution du corpus	307
	11.2.2.3	Habillage par type de meule	309
	11.2.2.4	Habillage par roche à l'époque romaine	310
	11.2.3	Dimension techno-culturelle de l'habillage	313
	11.2.3.1	Répartition spatiale des habillages antiques	313
	11.2.3.2	Le rayonnage en pratique	316
	11.2.3.3	Définition de bassins techno-culturels	317
	11.2.3.4	L'habillage des meules de grand format	318
	11.2.4	Les fonctions de l'habillage raisonné	320
	11.2.4.1	Grains vêtus et moulin rotatif	320
	11.2.4.2	La consommation des grains vêtus	322
	11.2.4.3	Grains vêtus et rayonnage	323
	11.2.4.4	De l'Antiquité au temps modernes	325
12		L'objet en question : entre contrainte technique et habitudes culturelles	326
	12.1	Évolution morphologique des meules de La Tène moyenne à l'époque carolingienne	327
	12.1.1	Contraintes énergétiques	327
	12.1.2	Les meules manuelles	327
	12.1.2.1	Morphologie	327
	12.1.2.2	Les principaux changements techniques	331
	12.1.3	Les meules à traction périphérique	332
	12.1.4	Les meules à entraînement central	333
	12.1.5	La place des metas dans les analyses morphologiques	333
	12.2	Façonnage et traitement des surfaces	334
	12.2.1	Témoins archéologiques	334
	12.2.2	Pratiques d'ateliers	335
	12.2.3	Pratiques régionales et locales	336
	12.2.4	De l'objet « meule » à la notion de « terroir »	337

TROISIÈME PARTIE : GÉOGRAPHIE ET ÉCONOMIE DES MEULES ET DES MOULINS

13	Du choix de la matière à l'acheminement de l'objet	338
13.1	Aspects théoriques	338
13.1.1	Choix des roches et contraintes	338
13.1.1.1	Les critères objectifs : technique et économie	338
13.1.1.2	Les critères subjectifs : aspect et couleur de la roche	341
13.1.2	Masse volumique des roches, poids des cargaisons	343
13.1.2.1	Calculs de volume et masse volumique apparente	343
13.1.2.2	Résultats	346
13.1.3	L'accessibilité du gisement comme facteur de distribution	346
13.1.3.1	Conditions d'accessibilité	346
13.1.3.2	Accessibilité des carrières de meules connues	348
13.2	Le transport en question	350
13.2.1	Précision sur les matériaux pondéreux	350
13.2.2	Vitesse et temps de transport	352
13.2.3	Quels bateaux pour quelles cargaisons ?	354
13.2.4	Le transport terrestre	356
13.3	Fabrication et transport des meules à La Tène moyenne et finale	357
13.3.1	La Tène C : découverte de l'innovation et imitation	357
13.3.2	La Tène C2-D : assimilation de l'innovation et adaptation aux ressources régionales	361
13.3.3	Fonctionnement des réseaux de distribution gaulois	364
13.3.3.1	Les anomalies de diffusion : des couloirs commerciaux	364
13.3.3.2	Indices d'organisation et de contrôle du commerce meulier	366
13.4	Époque augusto-claudienne : continuité et ruptures	368
13.4.1	Permanence et amplification de l'exploitation des roches meulières	368
13.4.2	Une impression de pérennité : la distribution des poudingues normands	370
13.4.3	Des meules trapues en roches régionales	371
13.4.3.1	Chez les Morins	371
13.4.3.2	Chez les Ménapiens	372
13.4.3.3	Dans le bassin de la Seine	373
13.4.4	Une absence remarquée : les roches originaires de Grande-Bretagne	373
13.4.5	Restriction des réseaux et recours aux roches locales/régionales	374
13.5	Époque romaine : profond ancrage de la production	375
13.5.1	Analyses de distance et coût du transport : approche par les modèles statistiques et théoriques	375
13.5.1.1	Analyse cartographique : la démarche	375
13.5.1.2	Les cartes de coût cumulé expliquent-elles la direction d'une distribution ?	376
13.5.1.2.1	Diffusion et coût théorique : le cas des cartes cohérentes	376
13.5.1.2.2	Les cas d'incohérences partielles : la distribution des productions de Macquenoise	379
13.5.2	L'organisation du commerce meulier à partir de l'étude de la distribution	381
13.5.2.1	Une production déconnectée du système commercial meulier : l'arkose grossière ardennaise	381

13.5.2.2	La place des grands marchés	382
13.5.2.2.1	Premier état des lieux dressé en 2010-2011	382
13.5.2.2.2	Les marchés à position dominante	384
13.5.2.2.3	Les marchés ouverts	385
13.5.2.3	La redistribution régionale	388
13.5.2.4	Le commerce meulier à longue distance et la traversée du détroit Manche/Mer du Nord	390
13.5.2.4.1	Les roches identifiées sur le littoral	390
13.5.2.4.2	Évidence d'un commerce de cabotage	392
13.5.2.5	Concurrence et coût du transport	395
13.5.2.5.1	Tracer les contours d'une aire de distribution : les meules de Macquenoise et leurs concurrentes	395
13.5.2.5.2	Manifestations de la concurrence	400
13.5.2.5.3	Temps de transport et coût du trajet sur le réseau romain	401
13.5.3	Conclusions sur l'organisation du marché meulier	404
13.5.3.1	Dynamique du marché meulier	404
13.5.3.2	Le fonctionnement du marché meulier	408
13.5.3.2.1	Définition d'un modèle économique	408
13.5.3.2.2	Les acteurs du commerce meulier	411
13.6	Haut Moyen Âge	414
13.6.1	Choix des roches	414
13.6.2	VIII ^e – X ^e siècles : le grand commerce et le rôle des <i>emporia</i>	417
13.6.2.1	Des plaques tournantes et portes d'entrée de l'Empire	417
13.6.2.2	Des ateliers de finition et de redistribution	420
13.6.3	Acteurs et modalités du commerce et du transport	421
13.6.3.1	Le transport intérieur	421
13.6.3.2	Le commerce extérieur	423
14	Place et développements du moulin rotatif	424
14.1	Caractérisation et mise en contexte des assemblages	424
14.1.1	Présentation	424
14.1.2	Coût de l'investissement et rendements espérés	424
14.1.3	Capacité d'investissement	427
14.2	Indices d'organisation de la transformation des céréales à la fin de l'Âge du Fer	428
14.2.1	La place du moulin à la fin du Second Âge du Fer	428
14.2.2	Statut, fonction des occupations et pratique de la mouture	432
14.2.3	Conclusion sur la mouture à la fin du Second Âge du Fer	435
14.3	De la conquête de la Gaule à celle de la Bretagne	437
14.3.1	Contexte urbain et militaire	437
14.3.2	En milieu rural	439
14.3.3	Conclusion sur l'évolution des pratiques de mouture après la conquête romaine	442
14.4	Les moulins sous l'Empire romain	444
14.4.1	Ce que préconisent les agronomes latins	444
14.4.2	Classement des types de moulins et de leur contexte d'utilisation	445
14.4.2.1	Les contextes	445
14.4.2.2	Équivalence et spécificité des lithocorpus : mise en évidence d'une anomalie statistique et cartographique	448

14.4.3	Les grands moulins ruraux de type « Brillon »	452
14.4.3.1	Un moulin spécialisé	452
14.4.3.2	Un moulin à décortiquer ?	453
14.4.3.3	Broyer l'amendement minéral des terres ?	454
14.4.3.4	Des moulins à broyer le malt ?	456
14.4.3.5	Des moulins réservés au bétail	457
14.4.4	Le moulin à la campagne : des situations très variées selon les terroirs	464
14.4.4.1	Pratiques d'autosubsistance	464
14.4.4.2	Indice d'une spécialisation des espaces	469
14.4.4.3	La mouture collective à la campagne : les grands moulins	472
14.4.5	Regroupement de l'habitat	475
14.4.5.1	Les établissements routiers	475
14.4.5.2	Les sites artisanaux	476
14.4.5.3	Agglomérations secondaires	480
14.4.5.4	Chefs-lieux de cités	482
14.4.5.4.1	Le cadre de la mouture urbaine	482
14.4.5.4.2	Bavay	483
14.4.5.4.3	Beauvais	483
14.4.5.4.4	Soissons	484
14.4.5.4.5	Thérouanne	484
14.4.5.4.6	Amiens	484
14.4.5.4.7	Rouen	488
14.4.5.4.8	Reims	489
14.4.5.4.9	Tongres	490
14.4.5.5	Contexte militaire	490
14.4.6	Quelle hydrographie pour les moulins à eau du nord de la Gaule et de Germanie ?	492
14.4.6.1	Vue d'ensemble	492
14.4.6.2	Chenaux et dérivations	495
14.4.6.3	Petits affluents	496
14.4.6.4	Petits captages et bassins collecteurs ?	498
14.4.6.5	En ville : moulins « au fil de l'eau » et adduction artificielle	499
14.4.6.6	Les réseaux hydrographiques canalisés ou disparus	501
14.4.6.7	L'absence de cours d'eau	501
14.4.7	Implications sociales d'un changement d'échelle	502
14.5	Au haut Moyen Âge	504
14.5.1	Complémentarité de l'archéologie et de l'histoire	504
14.5.2	Émergence du moulin à perche dans des espaces spécialisés	506
14.5.2.1	L'autosubsistance des premiers villages	506
14.5.2.2	Moudre manuellement par contrainte topographique	509
14.5.3	Les moulins à eau	511
14.5.3.1	Les moulins et indices de moulins	511
14.5.3.2	Les meules de grand format	512
14.5.4	Évolution et continuité des équipements de mouture	512
14.5.4.1	Ce que nous disent les textes	512
14.5.4.2	L'évolution perçue par les archéologues	513

15	Les neuf vies des meules	515
15.1	Remploi usuel	515
15.1.1	Calage de poteaux	516
15.1.2	Matériaux de construction	518
15.1.3	Remblaiements et empierrements	518
15.1.4	Pierres foyères et soles de foyers :	519
15.1.5	Macro-outillage	519
15.2	Des objets symboliques ?	521
15.2.1	En contexte funéraire	521
15.2.2	En milieu domestique	523

	CONCLUSION : DE LA CULTURE MATÉRIELLE À L'IDENTITÉ CULTURELLE, APPROCHE SOCIO-ÉCONOMIQUE MULTI-SCALAIRE	525
--	---	-----

	BIBLIOGRAPHIE	537
--	---------------	-----

