

La Commingeoise de Castel-Minier (Aulus-les-Bains, Ariège) : étude typologique, technologique et archéométrique



Vol. 1 : texte.

Mémoire présenté par **Manon Géraud**

Sous la direction de

Florent Hautefeuille, Alice M. W. Hunt et Florian Téreygeol

Soutenu en Juin 2017

Master 2 Mondes Médiévaux
Année universitaire 2016-2017

Remerciements

Le travail de recherche qui a permis d'aboutir à ce mémoire a bénéficié de la contribution de nombreuses personnes à qui je voudrais adresser ici mes remerciements.

Je tiens en premier lieu à remercier **Florian Téreygeol**. Il m'a fait confiance en m'intégrant à son équipe de post-fouille et m'a ainsi donné l'opportunité de me former au métier de céramologiste. Il m'a également dirigée vers l'étude de ce sujet passionnant qu'est la Commingeaise et encouragée à toujours développer mes réflexions.

Je dois également remercier **Florent Hautefeuille** qui m'a suivie tout au long de l'année, pour les nombreux conseils et orientations qui m'ont permis de dépasser des difficultés à plusieurs reprises, ainsi que pour son soutien logistique dans la réalisation d'échantillons ou l'organisation de mon stage.

Je voudrais remercier tout particulièrement **Alice Hunt** qui m'a guidée durant mon stage au sein du CAIS de l'Université de Géorgie. Elle a eu la patience de répondre à toutes mes interrogations et j'ai beaucoup appris auprès d'elle.

Je remercie par ailleurs **Ted Gragson** pour sa proposition de stage au sein du CAIS. Cette opportunité a été très formatrice et constitue une étape majeure dans mon cursus. Ce mémoire aurait été tout autre sans ce stage et je n'aurais pas pu mener les recherches de la façon dont je le souhaitais. Ted a en outre grandement facilité mon installation à Athens et mon intégration auprès de ses collègues américains.

Je veux également remercier **Jeff Speakman**, directeur du CAIS, qui a accepté que j'intègre le laboratoire pour quelques semaines, a mis son matériel à ma disposition et m'a aidée à interpréter mes données élémentaires.

Aux Etats-Unis, d'autres personnes ont d'une façon ou une autre contribué au bon déroulement de mon stage et de la réalisation de mes recherches. Ainsi je remercie **Doug Dvoracek**, chercheur associé du CAIS, pour les analyses isotopiques qu'il a accepté de mener pour moi et son intérêt pour mes recherches, de même que **Tina Salguero**, professeure associée au sein de département de Chimie, et **Eric Formo**, responsable du laboratoire de Microscopie électronique pour l'accès et la formation à l'utilisation du MEB-EDS. Je tiens aussi à remercier au sein du département de Géologie **Chris Fleisher**, coordinateur du laboratoire de microsonde électronique, pour son aide précieuse au cours de la réalisation des blocs polis et les professeurs

Michael Roden pour le prêt de lames minces nécessaires à ma formation et **Steven Holland** qui a accepté ma présence au sein de son cours de Géologie Sédimentaire.

Pour les conditions de travail dont j'ai pu bénéficier au sein de la Maison de la Recherche de l'Université de Toulouse – Jean Jaurès, je dois également remercier **Claire Manen** qui a mis à ma disposition un espace dans la céramothèque et m'a orientée pour mon étude technologique, **Luc Robbiola** pour l'accès à la salle de microscopie, **Marie-Pierre Cousture** pour ces indications sur le fonctionnement du microscope optique à transmission et **Jessie Cauliez** qui m'a gracieusement prêté son matériel de dessin. Je remercie aussi **Joséphine Caro** pour les quelques conseils qu'elle a pu me donner et surtout pour sa compagnie durant les longues journées que nous avons passées auprès de nos tessons.

Parmi les archéologues toulousains, je dois remercier pour leurs nombreuses indications bibliographiques qui ont été ou seront précieuses pour la poursuite de mes recherches **Jean Catalo** de l'INRAP ainsi que **Magalie Gary** et **Thibault Lasnier** du bureau Archeodunum. Je remercie également ce dernier pour le prêt de mobilier du château de Mirabat.

Au sein de l'équipe de fouille de Castel-Minier, je remercie particulièrement **Julien Flament** pour tous les documents et données qu'il a pu me fournir et, pour les mêmes raisons, **Jean-Charles Méaudre** auprès duquel j'ai en outre appris la rigueur nécessaire à la gestion et l'enregistrement du mobilier en post-fouille.

Je tiens à remercier chaleureusement **François Peyrat** pour son indispensable participation et son aide précieuse dans la réalisation de nos expérimentations, ainsi que pour avoir partagé avec moi un peu de sa sagesse.

Enfin, ce mémoire n'aurait pu aboutir sans le soutien que j'ai reçu de l'ensemble de mes proches. Je ne peux les citer tous, mais j'ai une pensée particulière pour Alexandre qui est un des rares à comprendre mon intérêt pour tous ces « cailloux » et, surtout, pour mes parents, Justine, Patricia, Clémentine, Auriane : merci pour votre présence indéfectible, en toutes circonstances.

Sommaire

Remerciements.....	1
Sommaire	3
Introduction.....	5
1) Le site de Castel-Minier	5
2) La Commingeoise	7
3) Méthodologie et état de l’art	12
4) Contexte de l’étude.....	19
Partie I : Etude céramologique.....	21
1) Typologie morphologique	21
2) Groupes techniques	31
3) Quantifications et typo-chronologie.....	39
Partie II : Etude technologique	51
1) La chaîne opératoire de la céramique.....	51
2) Méthodologie	54
3) Etude.....	59
Partie III : Microscopie optique et pétrographie	71
1) Principes et méthodologie	71
2) Groupes pétrographiques.....	80
3) Analyse géologique	85
4) Analyse technologique	90
Partie IV : Analyses élémentaires	99
1) Principes et méthodologie	99
2) Traitement et interprétations des données	105
Conclusion : résultats, discussion et perspectives.....	119
1) Typologie	119

2) Typo-chronologie	120
3) Chaîne opératoire	120
4) Caractérisation.....	121
5) Origine et diffusion	123
6) La Commingeaise ou les Commingeaises ?	124
7) Limites de la recherche	125
8) Perspectives	126
BIBLIOGRAPHIE.....	129
Table des illustrations	145
Table des matières	149

Introduction

« La nature de leur pâte, leur mode de façonnage, le style de leur forme et de leur ornement [...] ; ces particularités suffisent souvent pour donner des lumières sur les peuples qui habitaient les pays où l'on trouve ces poteries »¹. Voilà comment sont décrites les céramiques par Alexandre Brongniart, un des premiers chercheurs qui s'est intéressé à ce matériau. La céramique en effet est un objet modelé par l'homme puis figé par l'action du feu. Par cette nature et son omniprésence lors des fouilles de vestiges du passé, elle constitue un témoignage unique de la culture, des techniques, des mentalités et des réseaux humains. Dans ce mémoire, nous allons ainsi étudier les particularités mentionnées par Brongniart d'une céramique régionale, la Commingeaise, afin d'essayer de comprendre un peu mieux ces différents aspects de la vie des hommes du Comminges durant la fin du Moyen-Âge.

1) Le site de Castel-Minier

Castel-Minier est un site archéologique qui se situe dans les Pyrénées sur la commune d'Aulus-les-Bains en Ariège. Des recherches y sont menées depuis le début des années 1990. Claude Dubois, archéologue et historien spécialiste des mines de la région, y a organisé des sondages en 1990 et 1991². Depuis 2003, une nouvelle phase d'étude est dirigée par Florian Téreygeol, chargé de recherche au CNRS et archéologue spécialiste de la métallurgie à l'époque médiévale. Elle a débuté par des campagnes de prospections géophysiques et géochimiques, de topographie et de sondages archéologiques menées sur une vaste zone autour de Castel-Minier et se poursuit depuis 2006 par des campagnes annuelles de fouille programmée.

¹ Brongniart 1977, p. 9.

² Dubois 1990 ; Dubois 1991.

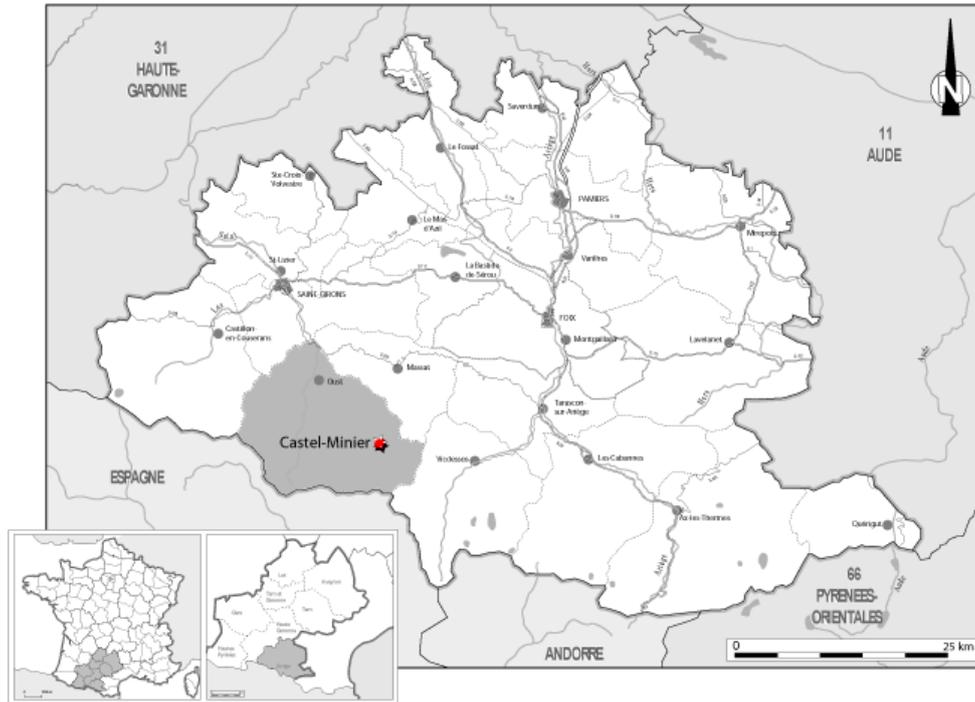


Figure 1: Localisation du site de Castel-Minier (Aulus-les-Bains, Ariège)

Comme son nom l'indique, ce lieu comporte un ensemble castral et un district minier qui fonctionnaient en parallèle d'un atelier de métallurgie. Les recherches entreprises ont révélé un site complexe. Plusieurs phases d'occupation se sont succédées qui se distinguent par la nature des activités métallurgiques. Une activité de production de métaux non-ferreux s'y développe dans un premier temps : du cuivre y est produit dès le XIII^{ème} siècle, puis du plomb et de l'argent sont transformés à partir du XIV^{ème} siècle (Annexe 10). Le minerai est alors extrait d'une mine qui se situe sur le site des Ouzels, séparé de Castel-Minier par la rivière Garbet. Celle-ci est abandonnée à la fin du XV^{ème} siècle ou au début du XVI^{ème} siècle, mettant fin à la production de ces métaux.

L'ensemble castral surplombant les ateliers métallurgiques est mis en place au cours du XIV^{ème} siècle. Il marque une différenciation dans la production du site : le minerai d'argent est transformé au sein des fortifications alors que le cuivre est toujours produit à l'extérieur. Le château est abandonné au XV^{ème} siècle et ses matériaux sont réemployés.

La dernière phase d'occupation se traduit par la mise en place d'une mouline, atelier consacré à la sidérurgie, vers le milieu du XV^{ème} siècle. Du fer est exclusivement produit jusqu'à l'abandon du site entre 1554 et 1580³, quand des glissements de terrain répétés

³ Téreygeol 2007, p. 39.

découragent les exploitants.

Les campagnes de fouille successives ont mis au jour un mobilier céramique en quantité relativement importante. Nicolas Portet, de la société d'étude et de mise en valeur du patrimoine archéologique LandArc, en a réalisé au fur et à mesure un inventaire. En 2015, Florian Téreygeol nous a proposé d'étudier ce corpus céramique dans le cadre d'un mémoire de recherche afin de réaliser une analyse céramologique plus approfondie. Pour notre mémoire de master 1, nous nous sommes consacrés à l'étude du mobilier issu des niveaux de la dernière phase d'occupation (fin du XV^{ème} siècle et XVI^{ème} siècle) dont la fouille est achevée. Le vaisselier ainsi étudié était constitué de différents types de production céramique, d'origine locale ou régionale. Parmi eux, la Commingeaise avait particulièrement attiré notre attention. En effet, cette céramique soulève de nombreuses questions, notamment quant à son origine et la chronologie de sa production. De cette façon, nous avons décidé de poursuivre notre étude du mobilier de Castel-Minier en nous concentrant sur cette production particulière.

2) La Commingeaise

A. Historiographie

La céramique dite « Commingeaise » apparaît dans des rapports de fouilles dès les années 1970 sous une définition encore reconnue aujourd'hui, mais sans porter encore ce nom caractéristique. Jean-Michel Lassure mentionne en 1975 la découverte à Panassac dans le Gers de pots à pâte gris-cendré, rêche au toucher sans apporter plus de précisions⁴. L'année d'après, il en fait à nouveau référence lors de la publication de la fouille du Mont-d'Astarac et précise que cette céramique possède une pâte gris-cendré à presque noir, à dégraissant fin et abondant qui les rend rêches au toucher (il précise en note de bas de page « sable de rivière tamisé »). Les lèvres des pots, dont il précise qu'elles sont tournées, sont éversées et parfois concaves, les

⁴ Lassure (C.) et (J.-M.), « La Motte féodale n° II de Panassac (Gers) », *Bulletin de la Société Archéologique et Historique du Gers*, LXXVI, 1er trimestre 1975, p. 46-47.

fonds bombés et les rares décors sont des lignes incisées. Des cruches à bec tubulaire sont aussi mentionnées⁵. M. Lassure établit alors essentiellement des comparaisons avec des sites gersois : la motte d'Aussos, le château féodal de Meilhan, le monastère de Saint-Maur et Saint-Blancard⁶.

Dans les années 1980, Georges Villeval reconnaît lui aussi ce type de céramique mais dans « de nombreux châteaux et habitats du Comminges »⁷. En 1983, lors d'un sondage sur le site du palais épiscopal d'Alan en Haute-Garonne, il découvre notamment trois pots à « pâte grise et rêche au toucher » qui « comporte un dégraissant fin et bien calibré », « montées à la main » mais dont le « col présente de légères striures parallèles qui montrent que, du moins pour cette partie, on a eu recours à un tour rudimentaire ». Il les rapproche de céramiques retrouvées en Haute-Garonne sur les sites des châteaux de Cazères, de Mauran, de Roquefort-sur-Garonne et d'Aurignac, ainsi qu'à Boussens.

Au début des années 1990, l'exposition *Archéologie et vie quotidienne aux XIII^e et XIV^e siècles en Midi-Pyrénées* inclut la Commingeaise, sans encore la nommer comme telle, dans sa typologie des productions céramiques de la région toulousaine⁸. Est fait mention de sa présence à Salies-du-Salat⁹, à Aurignac¹⁰ et à Toulouse sur le site de l'hôpital Larrey¹¹. C'est au cours des années qui suivent que le terme de « Commingeaise » commence à apparaître. En effet, Alain Costes, dans ses publications de 1992, 1993 et 1994, parle de céramiques du Comminges mais emploie en même temps le raccourci « Commingeises »¹².

Depuis les années 2000, plusieurs essais de synthèse ont été réalisés (Lasnier 2007, Audabram 2012, Guinaudeau 2012, Coiffé 2014) et la présence de la Commingeaise en Ariège

⁵ Lassure (J.-M.), « Mont-d'Astarac (Gers) », Notes d'Archéologie et d'Histoire, *Bulletin de la Société Archéologique et Historique du Gers*, LXXVII, 4e trimestre 1976, p. 357-382.

⁶ Lassure et Lassure 1975, p. 46-47.

⁷ Villeval 1983, p. 61.

⁸ Collectif 1990, p. 288.

⁹ Collectif 1990, p. 162-164, 178.

¹⁰ Collectif 1990, p. 163, 171, 173, 178.

¹¹ Collectif 1990, p. 162.

¹² Costes 1992, 1993 et 1994.

est désormais attestée aux châteaux de Mirabat et de Sainte-Catherine¹³, à celui de Cazavet¹⁴, à Tourtouse¹⁵ et enfin à Castel-Minier¹⁶.

B. Chronologie et réseaux d'approvisionnement

Ainsi, cette céramique est d'abord connue par des découvertes dans le sud du Gers et de la Haute-Garonne. Sa localisation sur des sites ariégeois a permis d'étendre son aire de diffusion, et même d'en dresser une limite orientale. Les fouilles du site de Montréal-de-Sos n'ont révélé aucun tesson de Commingeoises malgré une similitude de son corpus céramique avec celui de Castel-Minier¹⁷. Le Port de Saleix, qui sépare la vallée de Vicdessos où il se situe et la vallée d'Aulus-les-Bains, peut de ce fait être considéré comme une barrière à la diffusion de cette céramique (Figure 2).

¹³ Lasnier 2007.

¹⁴ Audabram 2012.

¹⁵ Carme et Murat 2012.

¹⁶ Téreygeol 2008, p. 103-156.

¹⁷ Géraud 2016, p. 81-82.

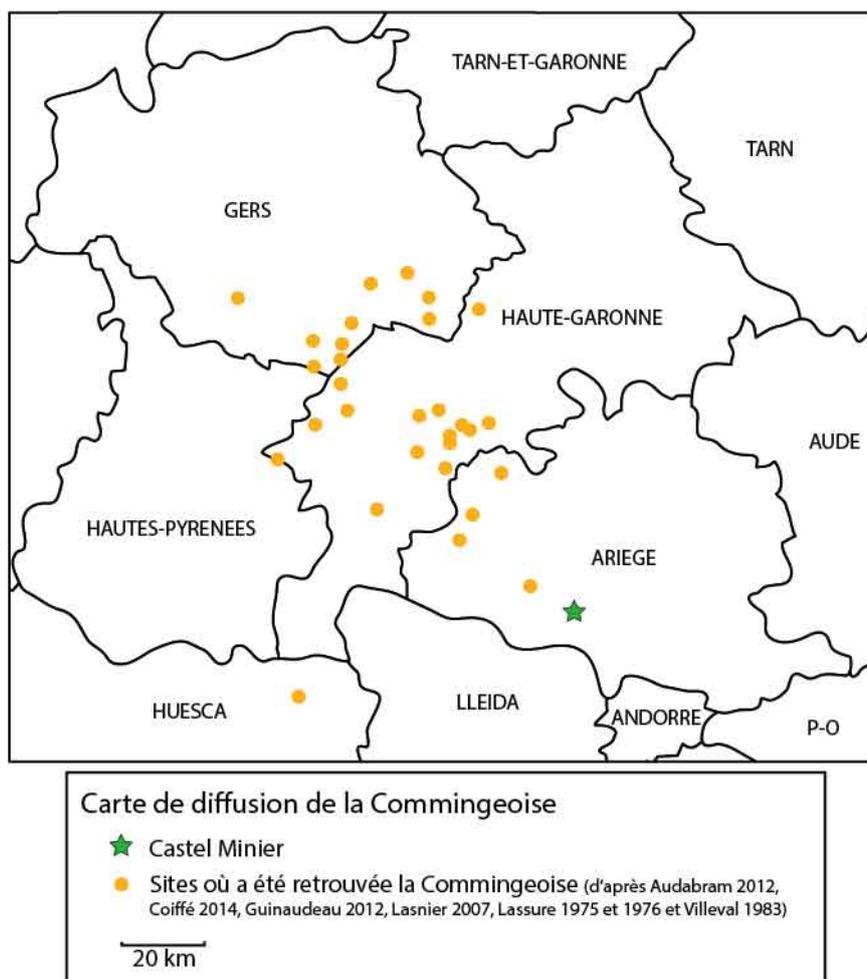


Figure 2: Carte de diffusion de la Commingeoise

Concernant sa datation, la Commingeoise semble provenir essentiellement de contextes du XIV^{ème} et du XV^{ème} siècles (Hôpital Larrey¹⁸, Salies-du-Salat¹⁹, maison de la Tour de Savoie d'Aurignac²⁰, Saint-Blancard²¹, Montgras²², Mont d'Astarac²³, etc). Néanmoins, les corpus céramiques de l'abbaye de Bonnefont²⁴, de l'abri Sous-les-Rideaux de Lespugue²⁵, du

¹⁸ Collectif 1990, p. 162.

¹⁹ Jolibert 2006.

²⁰ Collectif 2005b, p. 11.

²¹ Villeval 1983, p. 61 : les commingeoises sont associées à un double parisis de Charles IV le Bel, 3^e émission du 24-7-1326 et d'une monnaie du Duc d'Aquitaine Edouard I (1272-1307) ou Edouard II (1307-1327).

²² Costes 1993.

²³ Lassure 1976, p. 371.

²⁴ Jolibert 1984, p.44-45

²⁵ Guédon 2000, p. 19-22.

château d'Aurignac²⁶ ou plus récemment du château de Cazavet²⁷ ont permis d'attester sa production dès le XIII^{ème} siècle. En considérant les récentes fouilles de Pentens à Martres-Tolosane, sous la direction Yann Henry, qui ont également révélé une importante quantité de Commingeaises, il semblerait désormais possible de remonter le début de la production à la fin du XII^{ème} siècle²⁸. La Commingeaise de Benasque en Espagne a également été datée de la fin du XII^{ème} siècle ou du XIII^{ème} siècle²⁹. Concernant la fin de sa production, la Commingeaise constituent encore à Castel-Minier entre 20% et 15% du corpus céramique durant le XVI^{ème} siècle³⁰. Cette présence (bien qu'attestée sur un corpus faible de 805 NR et 247 NMI) ne semble pas résiduelle et pourrait permettre de confirmer une production continue, même dans une moindre mesure, jusqu'à la fin du XVI^{ème} siècle. Alain Costes avait déjà observé cette continuité à Montgras³¹, et le site de la maison de la Tour de Savoie à Aurignac qui a révélé des tessons de Commingeaises jusque dans ses niveaux du début du XVII^{ème} siècle semble également aller dans ce sens³².

C. Problématiques

La Commingeaise pose plusieurs difficultés aux chercheurs qui y sont confrontés en fouilles ou prospection. En effet, la chronologie de sa diffusion nécessite d'être affinée et précisée. La prise en compte et l'étude approfondie de corpus issus de sites chronologiquement bien établis, tels celui de Castel-Minier, est essentielle afin d'établir un référentiel sur l'évolution de la commingeaise et de faire enfin de celle-ci un fossile directeur fiable.

En outre, si son aire de diffusion est relativement bien définie, aucun atelier de production n'a été retrouvé à ce jour et la question de son origine et de l'organisation de sa production est encore à résoudre. La définition macroscopique de la commingeaise fait l'objet d'un consensus : c'est une céramique dont la pâte grise est abondamment dégraissée et rugueuse au

²⁶ Collectif 2005b, p. 10.

²⁷ Audabram 2012, p. 64.

²⁸ Cette information est extraite de l'intervention de Magali Marty (Hadès) lors des journées d'étude 2015 du réseau ICERAMM à Bordeaux.

²⁹ Ona Gonzalez 2005, cité par Guinaudeau 2012, p. 121.

³⁰ Géraud 2016, p. 61.

³¹ Costes 1993, p. 350.

³² Jolibert 2004, p.19

toucher et présente une concentration importante de micas. Néanmoins aucune étude approfondie n'est venue la caractériser précisément. Sa typologie se restreignant à des formes domestiques généralement produites localement, l'homogénéité de la production sur l'ensemble de son aire de diffusion doit être questionnée.

3) Méthodologie et état de l'art

Dans l'objectif de répondre à ces problématiques et de développer nos connaissances sur la céramique Commingeaise, plusieurs méthodes d'étude et d'analyse ont été développées : une étude typologique, une étude technologique, une étude pétrographique et une analyse élémentaire. Notre objectif est véritablement de réaliser l'étude d'une production céramique en utilisant une approche globale dont l'intérêt a particulièrement été démontré par Alexandre Livingstone-Smith dans sa thèse *Chaîne opératoire de la poterie. Références ethnographiques, analyses et reconstitution*³³.

A. Etude typologique

L'étude typologique est l'approche céramologique la plus classique. Elle permet de reconnaître la présence d'un type de production au sein de matériel découvert en fouille. Lorsqu'elle est reliée à une chronologie (typo-chronologie) elle aide ainsi les archéologues à proposer des datations pour les vestiges excavés.

En France, Joseph Déchelette accorde le premier son importance à la céramique³⁴. Il publie une première classification en 1904 sur la céramique sigillée³⁵ et consacre une partie entière de son *Manuel d'archéologie celtique* (1908) à ce matériel³⁶. C'est le début de

³³ Livingstone-Smith 2001.

³⁴ Les prochains paragraphes résument en partie l'état de l'art rédigé dans notre précédent mémoire (Géraud 2016, p. 9-11).

³⁵ Déchelette (J.), *Les vases céramiques ornés de la Gaule Romaine : Narbonnaise, Aquitaine et Lyonnaise*, Paris, Picard, 1904, 2 vol. 308 p. et 380 p.

³⁶ Déchelette (J.), *Manuel d'archéologie préhistorique et celtique*, Paris, Picard, 1924-1927, 4 vol.

l'approche typologique. Le développement de la discipline, notamment dans les années 1950 amène les chercheurs à identifier et distinguer les cultures humaines grâce et selon les types de céramiques qu'ils ont produites. Ces observations typologiques en vue d'interprétation chrono-culturelles sont encore aujourd'hui l'archétype des études céramologiques.

Les périodes antiques et préhistoriques sont d'abord privilégiées³⁷, alors que l'abondance des sources écrites médiévales et modernes n'encourage pas les chercheurs médiévistes et modernistes à se pencher sur la question des céramiques³⁸. Néanmoins, face à l'accumulation de ce type mobilier parallèlement à la multiplication des opérations de fouilles de sites médiévaux durant la seconde partie du XX^e siècle, une prise de conscience a lieu chez les médiévistes qui perçoivent progressivement les problématiques chronologiques et socio-économiques auxquelles la céramique peut répondre. La céramique médiévale se caractérise par une forte hétérogénéité des productions. Aussi, dans les années 1970-1990, de nombreuses chrono-typologies régionales voient le jour³⁹. Aujourd'hui, le réseau ICERAMM (Information sur la CÉRAMique Médiévale et Moderne), coordonné par Philippe Husi de l'Université de Tours, a pour ambition de regrouper l'ensemble de ces typologies et de faciliter leur communication au travers à la fois de la base de données de son site internet (<http://iceramm.univ-tours.fr/>), organisée par site archéologique et enrichie par les chercheurs eux-mêmes, et de ses journées d'étude annuelles qui s'installent dans une région différente chaque année.

Le site ICERAMM démontre la disparité de la recherche aujourd'hui en France. Si la céramique de certaines régions est bien documentée⁴⁰, elle l'est beaucoup moins ailleurs. C'est le cas du sud-ouest de la France représenté actuellement par les seules typologies de Jean Catalo à Toulouse au sein de la base de données. La recherche sur la céramique de la région, riche des travaux de plusieurs chercheurs depuis les années 1970 (Jean-Michel Lassure, Georges Villeval, Alain Costes, Rémi Carme, Jean Catalo), souffre d'un certain retard, aucune synthèse n'étant à ce jour véritablement disponible. La caractérisation de la Commingeoise constituerait ainsi une avancée dans la constitution d'une typologie céramique affinée de la région. Le corpus de Castel-Minier, qui pourra à terme venir enrichir la base de données ICERAMM est un premier

³⁷ Mentionnons notamment l'ouvrage Arnal (J.), Bailloud (G.) et Riquet (R.), *Les styles céramiques du Néolithique français*, Paris, PUF, 1960, 212p.

³⁸ D'Anna 2003, p. 183-184.

³⁹ Chami 1963 ; Debord et Leenhardt 1975 ; Faure-Boucharlat 1996 ; Gayraud 1975 ; Nicourt 1986 ; Raynaud 1975 ; Démians d'Archimbaud 1980.

⁴⁰ Husi 2003, Ravoire 2006.

pas dans cet objectif.

B. Etude technologique

L'approche technologique est plus récente dans les études céramologiques et a apporté un renouvellement des problématiques⁴¹. Elle a pour objectif de reconstituer la chaîne opératoire d'une production céramique en vue de son interprétation sociale. D'un point de vue synchronique, elle permet de révéler l'existence d'une ou plusieurs traditions techniques à l'échelle d'un site ou d'une région, à partir d'une autre forme de classement que la typologie⁴². D'un point de vue diachronique, la lecture technologique se propose de révéler « la dynamique des traditions au cours du temps »⁴³.

Le concept de chaîne opératoire a été développé par l'anthropologie des techniques dans les années 1960. Celle-ci doit beaucoup aux travaux de Marcel Mauss et d'André Leroi-Gourhan. Quand Mauss développe le concept d'*habitus* ou de techniques du corps, il définit ce qu'est une technique qu'elle soit corporelle ou matérielle⁴⁴. Selon lui, si les techniques sont si variées dans le temps et dans l'espace, c'est qu'elles sont issues de traditions. Elles ne sont pas innées, mais acquises et sont tributaires de la société au sein de laquelle elles sont employées. Une technique de fabrication porte ainsi une dimension culturelle et sociale⁴⁵.

André Leroi-Gourhan théorise véritablement l'anthropologie des techniques, notamment à travers deux ouvrages : *Le geste et la parole*, en deux volumes : *Technique et langage* et *La mémoire et les rythmes*⁴⁶, et *Evolution et techniques* en deux volumes également : *L'homme et la matière* et *Milieu et technique*⁴⁷. Le préhistorien estime que derrière un objet et les techniques

⁴¹ Sauf mention contraire, une partie des informations de cette partie provient des interventions de Claire Manen, Jessie Cauliez et Benjamin Gehres lors d'une série de cours consacrés à l'approche céramologique organisés dans le cadre du master Arts, *Sociétés et Environnements de la Préhistoire et de la Protohistoire : Europe, Afrique* de l'UT2J.

⁴² Roux 2016, p. 325.

⁴³ *Ibid.*

⁴⁴ Mauss 1936.

⁴⁵ Roux 2016, p. 15.

⁴⁶ Leroi-Gourhan 1964.

⁴⁷ Leroi-Gourhan 1971 et 1973.

qui l'ont créé se trouve l'homme. Il développe ainsi une lecture anthropologique des objets reprise par l'archéologie. Selon lui, les objets et techniques sont porteurs des comportements et des mentalités de ses concepteurs et consommateurs⁴⁸. C'est lui qui introduit le concept de chaîne opératoire et le présente comme l'expression matérialisée du groupe culturel et social qui la produit⁴⁹. L'anthropologie des techniques se matérialise en 1983 par une revue : *Techniques et Culture*.

Appliquée à la céramique, l'approche technologique a pour ambition de dépasser la typologie. Elle renouvelle les problématiques en « ré-humanisant » l'objet qu'elle considère en fonction des informations qu'il peut donner sur la société dont il provient. Le comportement des potiers peut être analysé d'un point de vue social et économique. De même, les processus de diffusion d'une production sont en partie l'expression de traditions techniques et de leur répartition. Ce rapport entre technique et céramiques archéologiques a été notamment théorisé par Hélène Balfet, Marie-Thérèse Barrelet et Jean-Claude Gardin ou encore Jacques Tixier⁵⁰. Depuis, les ouvrages qui décrivent la chaîne opératoire de la céramique et proposent des méthodes pour la reconnaître se sont multipliés dans l'objectif « de retrouver les gestes ancestraux pour une caractérisation culturelle et sociologique des assemblages »⁵¹.

Par une discussion constante entre ethnologues et archéologues, s'est progressivement mis en place une véritable ethnoarchéologie, incarnée notamment par Pierre et Anne-Marie Pétrequin et Alain Gallay. C'est une approche actualiste : elle teste des modèles d'interprétation archéologique en ayant recours à des comparaisons à des sociétés actuelles. L'objectif est à la fois une meilleure compréhension des corpus céramiques et une amélioration des protocoles analytiques⁵². Elle fait appel à la fois à des référentiels ethnographiques et expérimentaux⁵³. En 2001, cette méthode était au cœur du colloque *Pottery manufacturing Processes. Reconstitution and Interpretation*⁵⁴.

⁴⁸ *Ibid.*, vol. 2, p. 59.

⁴⁹ Voir la bibliographie citée dans Roux 2016, p. 15-16.

⁵⁰ Balfet 1966 et 1973 ; Barrelet et Gardin 1986 ; Tixier 1967.

⁵¹ Roux 2016, p. 16.

⁵² Livingstone-Smith 2001, p. 5, les informations comprises dans la partie qui suit proviennent majoritairement de cette publication.

⁵³ Roux 2016, p. 24.

⁵⁴ Livingstone-Smith, Bosquet et Martineau 2005.

A ce jour, l'ouvrage le complet sur l'approche technologique est *Des céramiques et des hommes* de Valentine Roux, paru en 2016⁵⁵. Il fait le bilan des recherches technologiques appliquées à la céramique et propose une synthèse de ses méthodes et apports. En ça, il a constitué le principal support de notre étude. Valentine Roux a une véritable approche anthropologique de la céramique en accordant un intérêt tout particulier aux gestes, à la notion d'efficacité et à la celle de chaîne opératoire : elle tente de retrouver les savoir-faire derrière l'objet et propose une classification des assemblages céramiques à partir de la chaîne opératoire.

L'archéologie et la céramologie ont suivi un développement assez similaire : ce sont les préhistoriens et/ou les Antiquisants qui ont ouvert la voie de la recherche dans ses domaines. Si les études céramologiques classiques sont progressivement devenues un automatisme pour les chercheurs de toutes les périodes, ce n'est pas encore le cas pour l'approche technologique en céramique. Celle-ci est essentiellement, si ce n'est uniquement, utilisée encore aujourd'hui par des préhistoriens ou des protohistoriens. L'accès à des sources que ces derniers n'ont pas est peut-être encore une fois à mettre en cause. De ce fait, l'étude du corpus de Castel-Minier est un premier pas vers l'identification de la tradition technique commingeoise. Cette première analyse technologique s'inscrit dans une approche novatrice pour la période médiévale qui pourrait permettre de concevoir les différents groupes de production d'un point de vue des hommes et non plus seulement en termes de chrono-typologie.

C. Pétrographie et analyses élémentaires

« L'approche globale »⁵⁶ de la céramique fait également appel à des analyses en laboratoire. La pétrographie et les analyses élémentaires font partie de l'archéométrie. Cette discipline s'intéresse à la matière première des vestiges archéologiques en complément de l'approche historique et archéologique. Elle étudie les matériaux à l'aide de techniques analytiques physico-chimiques et/ou en faisant appel à d'autres disciplines comme la minéralogie, la géologie ou la biologie qui permettent d'accéder à des données sur leur

⁵⁵ Roux (V.), *Des céramiques et des hommes. Décoder les assemblages archéologiques*, Nanterre, Presses Universitaires de Paris Ouest, 2016, 415 p.

⁵⁶ Livingstone-Smith 2001, p. 4.

formation, leur transformation et leur utilisation⁵⁷. Elle répond essentiellement à des objectifs de caractérisation et de datation.

L'archéométrie se développe comme discipline à part entière à partir des années 1960, parallèlement au progrès des méthodes qu'elle emploie. La revue *Archaeometry* créée en 1958 par l'Université d'Oxford témoigne de son succès. Dans les années 1980, un certain clivage existe entre l'archéologie classique et l'archéologie « scientifique » des archéomètres, il est notamment reproché aux archéomètres de s'éloigner des problématiques archéologiques⁵⁸. Ce n'est plus le cas aujourd'hui où archéologie et archéométrie sont considérées comme complémentaires.

Péetrographie et analyses élémentaires répondent à des objectifs communs de caractérisation des pâtes céramiques et de recherche de leur provenance. C'est Alexandre Brongniart qui est le premier à faire des recherches dans ce sens au XIX^{ème} siècle⁵⁹.

L'analyse chimique élémentaire permet de connaître la composition chimique globale d'une céramique. La première recherche qui emploie cette méthode est menée par T. W. Richards au XIX^{ème} siècle et concerne la céramique grecque⁶⁰. Ce sont néanmoins les années 1960 qui voient l'utilisation de ce type d'analyse se répandre, dans l'objectif de distinguer des productions locales et exogènes et de les interpréter en termes d'échanges commerciaux⁶¹. Parallèlement, l'application de moyens statistiques nécessaires à l'interprétation des résultats obtenus se développent également⁶².

"Science ayant pour objet l'étude de la composition chimique et minéralogique des roches et des minéraux »⁶³, la péetrographie se développe au cours des XVIII^{ème} et XIX^{ème} siècles qui voient l'apparition des premiers microscopes polarisant⁶⁴. La péetrographie céramique en est une sous-discipline qui se définit comme la description, classification et interprétation des pâtes céramiques⁶⁵. Les matières premières utilisées pour le façonnage des céramiques provenant de

⁵⁷ Regert, Guerra et Reich 2006a, p. 1.

⁵⁸ Livingstone-Smith 2001, p. 3.

⁵⁹ Brongniart 1977.

⁶⁰ Richards (T.W.), « The composition of Athenian pottery », *American Chemical Journal*, 17, 1885, p. 152-154, cité par Livingstone-Smith 2001, p. 31.

⁶¹ Voir la bibliographie établie par Livingstone-Smith 2001, p. 36-37.

⁶² Neff 1994 ; 2002.

⁶³ <http://www.cnrtl.fr/definition/p%C3%A9trographique>, consultée le 16/01/17.

⁶⁴ Touret 2006, p. 168.

⁶⁵ Freestone 1995, p. 111.

sédiments issus de roches, la céramique possède les mêmes caractéristiques que celles-ci et peut être étudiée de la même manière par la pétrographie. L'origine de ses matières premières et leur caractérisation peuvent ainsi être discutées. Une des premières études pétrographiques de céramique est celle de Gustaf Nordenskiöld sur la céramique des Amérindiens Anasazis de Mesa Verde aux États-Unis⁶⁶. Au XX^{ème} siècle, les recherches d'Anna Shepard aux États-Unis⁶⁷ révèlent tout le potentiel interprétatif des études minéralogiques appliquées à la céramique⁶⁸. La discipline ne se développe néanmoins pas avant les années 1970 et 1980 et les travaux de D. P. S. Peacock⁶⁹ et de Jean-Claude Echallier en France⁷⁰. Progressivement des méthodologies de quantification et de description normalisées se mettent en place, notamment grâce aux publications de Ian Freestone et Ian K. Whitbread⁷¹. L'analyse pétrographique est également devenue un support pour l'étude technologique des pots, notamment pour la compréhension des techniques de préparation des pâtes⁷².

Une étude du XIX^{ème} siècle combine déjà analyses minéralogiques et analyses chimiques⁷³. Ces deux méthodes ont pourtant longtemps évolué de façon indépendante. C'est moins le cas depuis les années 1980-90 et la publication d'ouvrage présentant les diverses approches de l'étude céramique⁷⁴. Aujourd'hui plusieurs laboratoires du CNRS se consacrent notamment à l'étude de ce matériau en contexte archéologique. C'est le cas du laboratoire ARAR de Lyon, de l'IRAMAT-CRP2A de Bordeaux ou encore du CRAHAM de Caen. Dans notre région, les analyses pétrographiques et chimiques des céramiques tardent à se développer. Notre étude sur les Commingeoises de Castel-Minier s'inscrit ainsi dans une nécessité de regrouper différentes approches de la céramique afin d'en renouveler la vision typologique qui persiste actuellement.

⁶⁶ Nordenskiöld (G.), *The Cliff Dwellers of the Mesa Verde, southwestern Colorado: their pottery and implements*, Stockholm, Nordstedt, 1893, 174 p. cité par Livingstone-Smith 2001, p. 31.

⁶⁷ Shepard 1965.

⁶⁸ Livingstone-Smith 2001, p. 33.

⁶⁹ Peacock 1977.

⁷⁰ Echallier 1991.

⁷¹ Freestone 1991 ; 1995 ; Whitbread 1989 ; 1991 ; 1995.

⁷² Livingstone-Smith 2001, p. 34.

⁷³ Bamps (A.), « La céramique américaine au point de vue des éléments constitutifs de sa pâte et de sa fabrication », *Congrès international des américanistes*, 5, 1883, p. 274-281, cité par Livingstone-Smith 2001, p. 31.

⁷⁴ Echallier 1984 ; Orton, Tyers et Vince 1993 ; Rice 1986.

4) Contexte de l'étude

Le travail fourni pour réaliser cette étude s'inscrit dans plusieurs cadres. Le premier est celui des campagnes de fouille de Castel-Minier. En 2015, nous avons en effet intégré l'équipe de post-fouille. Nous poursuivons ainsi chaque année le travail entamé par Nicolas Portet, puis poursuivi en partie par Jean-Charles Méaudre, assistant ingénieur CNRS, d'enregistrement et de dessin du mobilier céramique. Il aboutira suite à la campagne 2017 à la rédaction d'un bilan céramologique au sein du rapport de fouille.

Une partie expérimentale de nos recherches⁷⁵ s'est déroulée sur une semaine lors de la campagne de juin 2016 du PCR expérimentation dirigé par Florian Téreygeol à Melle (Deux-Sèvres). Une plate-forme expérimentale a en effet été mise en place en 2007 sur le site des mines d'argent des Rois Francs par convention entre la ville de Melle et le laboratoire UMR 5060 IRAMAT du CNRS. Elle permet à différentes équipes de réaliser des expérimentations sur les métallurgies anciennes du fer et des non-ferreux. Un céramiste de la région de Poitiers, François Peyrat, est présent lors de chaque campagne afin de monter les structures de chauffe (fours, bas fourneaux, hauts fourneaux) et de façonner le mobilier nécessaire aux expérimentations des chercheurs (creusets). En 2016, le musée des Mines d'argent a installé un tour à pied au sein de la plate-forme afin d'ouvrir le champ d'expérimentation. C'est dans ce cadre que nous avons réalisé nos expérimentations avec l'aide essentielle de M. Peyrat.

Enfin, effectuer une étude archéométrique du corpus céramique de Castel-Minier nécessitait des infrastructures adaptées ainsi qu'une formation que nous n'avions pas eu l'occasion d'acquérir au cours de notre cursus universitaire. Nous avons ainsi eu l'opportunité d'effectuer un stage au sein du Center for Applied Isotope Studies (CAIS) de l'Université de Géorgie (Athens GA, Etats-Unis), proposé par Ted Gragson, chercheur en Anthropologie au sein de cette université et titulaire de la chaire IDEX Gragson dont Florent Hautefeuille est responsable.

Le CAIS est un laboratoire interdisciplinaire consacré aux géosciences. Fondé en 1968 et dirigé aujourd'hui par Robert J. Speakman, il est l'un des plus anciens centres d'analyse

⁷⁵ Partie II : Etude technologique.

isotopique du monde et le plus important des Etats-Unis. Il est composé de douze scientifiques dont les différents domaines de recherche sont la chimie, la géologie, les sciences marines, la physique, l'archéologie, l'écologie ou encore la biologie. En plus de projets archéologiques, le centre procède ainsi à des tests de qualité sur des produits naturels ou biologiques, ou à de la surveillance d'écosystèmes, notamment marins. En coopération avec treize techniciens, les chercheurs font fonctionner dix-sept instruments dédiés à la mesure notamment des isotopes du carbone, de l'oxygène, de l'hydrogène et du nitrogène. Ils réalisent également des datations par carbone 14 ou encore des analyses élémentaires par fluorescence des rayons X.

Lors d'un stage de trois mois qui s'est déroulé en deux temps (octobre 2016 puis janvier-février 2017), nous avons travaillé sous la direction d'Alice Hunt, chercheuse associée au CAIS depuis 2013. Titulaire d'un doctorat de l'Institut d'archéologie de l'University College of London en analyse des matériaux archéologiques, elle étudie particulièrement les matériaux tels que le verre et la céramique et s'intéresse aux questions de production et de provenance, de chaîne opératoire, d'organisation économique et sociale du travail, ou encore d'identité sociale et politique. Elle maîtrise de nombreuses méthodes analytiques différentes qui permettent de répondre à ce type de problématiques, notamment la pétrologie et pétrographie, la fluorescence des rayons X (XRF) ou encore l'analyse par microscope électronique à balayage (MEB) couplé à un système d'analyse EDS. Ainsi, effectué auprès d'Alice Hunt, ce stage était l'occasion de nous former à plusieurs de ces méthodes d'analyse appliquées à des céramiques archéologiques, tout en acquérant des données répondant aux problématiques précises de notre sujet d'étude.

Partie I : Etude céramologique

Une étude céramologique classique a pour objectif de préciser la typologie morphologique d'une production et de décrire les types de pâte (groupes techniques) qui la constituent. Une chrono-typologie peut ainsi être dressée.

1) Typologie morphologique

Le vaisselier Commingeois avait déjà été défini dans des études précédentes⁷⁶. Il comprend un nombre limité de formes que nous présentons ci-dessous.

A. La oule

Une oule est un pot à cuire de forme fermée sans moyen de préhension et qui possède généralement un fond bombé. Les oules commingeoises ont un bord très éversé formant un angle entre 80° et 95° avec le haut de panse. Leur longue lèvre est le plus souvent arrondie (Planches IV.1-5 et V), parfois élargie (Planche V.5-7 et 9-11). Elle peut aussi être en amande (Planches IV.9 et VI.1-7) ou plus rarement en bandeau (Planche IV.6). Dans tous les cas, elle forme un large méplat interne qui peut être plus ou moins concave jusqu'à former une gorge (Planche V.9 et 11), probablement pour pouvoir accueillir un couvercle. Certains bords présentent un très court col (Planche V.13-15). La panse est globulaire (Planche II) (« apte à diffuser la chaleur »⁷⁸), mais peut marquer une légère rupture avec le haut de panse dont la courbure est moins prononcée (Planches I, IV.1 et 8). Aucun individu archéologiquement complet n'a été retrouvé à Castel-Minier, mais quelques fragments de fonds (Planche XXI) et

⁷⁶ Boudartchouk 1995. ; Coiffé 2014. ; Collectif 1990. ; Collectif 2005b. ; Lasnier 2007.

les analogies avec des découvertes antérieures⁷⁷ permettent d'assurer que les fonds des oules commingeoises de notre corpus sont lenticulaires.

Le diamètre à l'ouverture varie entre 14 et 27 cm, mais la moitié des individus identifiés comme oule présente un diamètre entre 17 et 20 cm.

Certaines oules sont décorées (15% du NMI) d'une ligne incisée ondulée continue sur le haut de panse (Planche VIII), d'impressions digitées alignées horizontalement sur le haut de panse (Planche VII.2-3), de lignes incisées qui se croisent parfois (Planche IX), d'incisions ponctuelles (Planche IX) ou encore de boutons « tirés » alignés verticalement et horizontalement (Planche VII).

B. Le pot à une anse

Le pot à une anse est lui aussi destiné à la cuisson et serait spécialement utilisé pour réchauffer des liquides⁷⁸. Au sein de la production commingeoise dont nous avons à ce jour connaissance, cette forme n'est représentée que par un seul individu retrouvé lors de la fouille du château d'Aurignac⁷⁹. Sa forme générale n'est pas sans rappeler celle de l'oule. Sa panse est globulaire, parfois légèrement carénée, et son fond lenticulaire. Il s'en distingue par son anse latérale rubanée rattachée au bord qui permet sa préhension. Au sein de notre corpus, 49 anses ont été retrouvées. Parmi elles, 40 sont rubanées dont 9 sont de façon certaine rattachées à un bord (22 sont trop fragmentaires pour connaître leur mode d'attache). Leur isolement ne permet néanmoins pas de déterminer si elles appartiennent à un pot à une anse ou à une marmite.

Il est difficile d'attribuer un type de bord particulier au pot à une anse en l'absence d'individu assurément attestés comme appartenant à cette forme. En effet, le bord éversé court à méplat interne plus ou moins concave (Planches XX et XXI.1-3) est associé par Arnaud Coiffé soit à des pots soit à des pégaus⁸⁰. Le pégaus et le pot à une anse du château d'Aurignac semblent

⁷⁷ Boudartchouk 1995, pl. 102.9, 104.4, 108.1. ; Coiffé 2014, p. 5. ; Collectif 1990, p. 162-163 et 288. ; Collectif 2005b, p. 10. ; Jolibert 2004, fig. 38 et 41. ; Lasnier 2007, pl. 1.1, 2.5, 3.5-7 et 5.3. ; Lassure 1976, p. 365, fig. 5. ; Villeval 1983, p. 59, fig. 1.

⁷⁸ Collectif 1990, p. 171.

⁷⁹ *Ibid.*

⁸⁰ Coiffé 2014, fig. 150, n°6-8 et 14-15.

être munis de ce même type de bord également⁸¹. Certains individus à anses de notre corpus présentent aussi un bord à lèvre verticale légèrement aplatie (Planche XI) ou un bord à très courte lèvre arrondie formant un fin bourrelet (Planche XI.2 et 3). Encore une fois, l'absence d'individus complets ne nous permet pas de déterminer s'ils appartiennent à un pot à une anse, une marmite ou un pégau.

Les bords présentant de la suie ont été associés au pot à une anse auquel nous associons une fonction de pot à cuire. Néanmoins, la présence de traces de passage au feu sur les tessons n'est pas d'une grande aide pour distinguer les bords de pot de ceux de pégau. En effet, on pourrait penser que les individus recouverts de telles traces sont à rattacher au pot de cuisson à une anse, les autres plutôt au pégau. Cependant, les deux types de bords décrits plus haut sont tous deux susceptibles de présenter des traces de cuisson ou non au sein de notre corpus. De plus, il peut exister un décalage entre l'objectif du potier et l'utilisation réelle d'un pot par le consommateur⁸², et par sa position latérale par rapport aux flammes⁸³, le pot de cuisson peut présenter des traces de suie sur une partie seulement de sa circonférence. Un tesson sans traces de passage au feu ne peut ainsi pas être systématiquement retiré de la catégorie pots à cuire.

Le diamètre à l'ouverture des individus associés à des pots à une anses varie entre 10 cm et 15 cm.

Les bords qui sont susceptibles d'appartenir à des pots à une anse sont parfois décorés d'impressions digitées alignées sur le haut de panse (Planche XX.2 et 6). Certaines anses sont également percées de trous sur toute leur longueur (Planche XI.1).

C. La marmite

La production commingeoise est aussi représentée par la marmite. Sa forme générale est assez semblable à celle de l'oule et du pot à une anse. C'est un pot fermé dont la panse est globulaire et parfois légèrement carénée, son fond est lenticulaire. La marmite est néanmoins munie de deux anses latérales opposées. Celles-ci sont rubanées. L'anse conservée de la marmite quasi archéologiquement complète de notre corpus (Planche X) est rattachée au bord.

⁸¹ Collectif 1990, p. 171.

⁸² Alexandre-Bidon 2005, p. 178.

⁸³ *Ibid.*, p. 192.

C'est le cas aussi de la marmite retrouvée dans la maison de la Tour de Savoie à Aurignac⁸⁴. Au château de Salies-du-Salat en revanche a été découverte une marmite dont les anses sont rattachées à la panse⁸⁵. Ainsi l'ensemble des 40 anses rubanées du corpus de Castel-Minier, dont 9 rattachées à une panse, sont susceptibles d'appartenir à une marmite.

La question des bords est à peine plus discriminante pour cette forme que pour les deux précédentes. La marmite des US 3074/3126 possède en effet un bord éversé court et à méplat interne plus ou moins concave. Seule sa finesse pourrait le distinguer des bords associés au pot à une anse et au pégau. C'est pour ce détail que l'individu des US 2333-2388 et d'autres bords fins éversés sont considérés comme des marmites (Planche XII.3). Néanmoins, la marmite d'Aurignac semble présenter un bord plus caractéristique. Il est semblable à celui des oules, éversé et à large méplat interne, mais plus court. Ce type de bord a aussi été retrouvé à Castel-Minier sur des éléments à anse latérale rattachée au bord (Planche XII.1, 2 et 4) ce qui nous pousse à les identifier comme des marmites. En outre, le catalogue d'exposition *Archéologie et vie quotidienne aux XIII^e et XIV^e siècles en Midi-Pyrénées* présente néanmoins un exemple différent⁸⁶. Celui-ci, cité plus haut, provient de la fouille du château de Salies-du-Salat. Il présente un bord très éversé et à large méplat interne à la manière de ceux des oules. Cet élément peut nous permettre d'associer d'autres individus à la marmite commingeoise. Effectivement, au sein de l'US 2420, un fragment de haut de panse auquel est rattachée une anse latérale et un fragment de bord très éversé à longue lèvre arrondie et à large méplat interne légèrement concave (Planche XII.5) possèdent la même pâte et une épaisseur similaire qui pourraient indiquer qu'ils appartiennent au même individu. Ces deux tessons sont également recouverts de suie au même niveau sur leur partie conservée la plus basse.

De ce fait, si nous avons associé tous les bords éversés à longue lèvre et large méplat interne à la forme oule (ce qui nous paraît justifié dans la mesure où sur les sites dont ont été extraits des corpus mieux conservés que celui de Castel-Minier la oule est toujours majoritaire), il est plausible que certains aient appartenu à des marmites.

Le diamètre à l'ouverture des marmites reconnus varie entre 9 cm et 16 cm.

Les quelques éléments de décor que nous retrouvons sur des marmites sont des lignes incisées parallèles (Planche XII.1) ou des boutons rapportés (Planche XII.5).

⁸⁴ Jolibert 2004, fig. 44, n°2.

⁸⁵ Collectif 1990, p. 164.

⁸⁶ *Ibid.*

D. La cruche

Des pots à liquide sont retrouvés au sein du corpus Commingeois. Ce sont des pots munis d'un bec verseur et d'un moyen de préhension. La variation de ces deux éléments distingue trois catégories de pots à liquide.

La cruche est une forme fermée à fond lenticulaire et panse globulaire qui peut présenter la même rupture que les pots décrits précédemment. Elle est munie d'un bec verseur tubulaire et d'une anse en panier rattachée au bord et parallèle à l'axe du bec. L'anse peut être de section ronde dont on a aplati la partie supérieure (« en haricot ») (Planches XVI.2-3, XVII.3 et 5-7 et XIII) ou rubanée avec des faces latérales plus ou moins planes (Planches XV.1 et 4, XVII.1, 2 et 4). Les premières sont systématiquement associées à une cruche car nous n'avons trouver à ce jour aucune mention d'un pot à une anse, d'une marmite ou d'un pégau muni d'une anse de ce type. D'une forme ou d'une autre, l'anse est généralement percée de plusieurs trous plus ou moins profonds, élément de décor qui devait également permettre un séchage et une cuisson plus homogène en limitant le risque de fissuration. De telles anses sont régulièrement retrouvées, par exemple à l'abbaye de Bonnefont⁸⁷.

Si l'on considère la cruche de l'US 3021 (Planche XIII) ainsi que les éléments qui présentent la naissance d'une anse en panier, le bord de la cruche est généralement formé d'une lèvre arrondie verticale formant un bourrelet (Planche XV.1-3). La cruche retrouvée au château d'Aurignac⁸⁸ est munie d'un tel bord, a priori comme celle du palais épiscopal d'Alan⁸⁹. Néanmoins, la cruche de l'US 3151 possède une lèvre verticale mais aplatie (Planche XV.7) qui pourrait nous permettre d'associer à la même forme certains bords isolés (Planche XV.5). Arnaud Coiffé associe des bords « droits à renflement interne » à des « vases »⁹⁰ que nous interprétons comme des cruches et dont rapprochons de certains éléments de notre corpus (Planche XXI.4-6). La cruche de l'US 2299-2342 (Planche XIV) possède elle un bord irrégulier : il est éversé et sa lèvre éversée est ronde à légèrement en bandeau et présente par endroit une gorge. En ça, elle se rapproche des bords indéterminés précédemment associés au

⁸⁷ Jolibert 1984, fig. 10 et 14.

⁸⁸ Collectif 2005b, p. 11. ; Jolibert 2004, fig. 42, n°1.

⁸⁹ Villeval 1983, p. 59, fig. 3.

⁹⁰ Coiffé 2014, p. Fig. 150 n°13.

pot à une anse et au pégau (Planche XX). Pour ceux qui ont pu être mesurés, les diamètres à l'ouverture des cruches varient entre 9 et 16 cm environ.

Le diamètre à l'ouverture, lorsqu'il a pu être mesuré, varie entre 9 et 14 cm, à l'exception d'un individu qui possède une ouverture de 16 cm. Plusieurs becs tubulaires ont été retrouvés isolés (Planche XVIII.1-4), ils peuvent appartenir à une cruche ou bien à une doune.

Parmi les 19 cruches que nous avons identifiées, 12 sont décorées. Ce sont essentiellement les anses qui sont percées de trous, incisions qui pouvaient en outre faciliter le séchage de ces parties épaisses (Planches XVI et XV.6-7). Des impressions digitées alignées sur le haut de panse sont également observées (Planches XIV et XXI.5).

E. Le pégau

La deuxième catégorie de pot à liquide est le pégau. Il est muni d'une panse globulaire, parfois avec une légère rupture de courbe, et d'un fond lenticulaire. Son bec est ponté, c'est-à-dire obtenu « par l'adjonction de pâte de forme triangulaire, partiellement repliée sur elle-même pour constituer un canal d'écoulement. La lèvre ininterrompue forme le pont reliant les deux ailes du bec. »⁹¹ Il possède une anse latérale opposé au bec, rubanée et rattachée au bord. Une nouvelle fois, l'ensemble des 40 anses rubanées du corpus de Castel-Minier, dont les 9 rattachées au bord, sont susceptibles d'appartenir au pégau.

D'après Arnaud Coiffé, ces pégaus possèdent un bord éversé court et épais comme on l'a vu plus haut. Il propose d'associer d'autant plus ce type de bord au pégau s'ils présentent une gorge interne⁹². C'est le cas d'un fragment de bord qui présente la naissance d'un bec ponté (Planche XVIII.5). Le fragment de pégau le plus complet retrouvé à Castel-Minier (Planche XVIII.7) possède en revanche un méplat interne non concave, tel le pégau retrouvé à Aurignac⁹³. De tels éléments ont aussi pu être identifiés à Lespugue⁹⁴ et à l'abbaye de Bonnefont⁹⁵.

⁹¹ Boudartchouk 1995, p. 39.

⁹² Coiffé 2014, p. 6.

⁹³ Collectif 1990, p. 173.

⁹⁴ Coiffé 2014, p. 6.

⁹⁵ Jolibert 1985, fig. 12 et 15.3.

F. La dourne

La dourne est la troisième catégorie de pot à liquide. C'est « un type de cruche de forme circulaire, très pansue et munie du bec verseur rond centré sur la panse, et d'une ou plusieurs anses »⁹⁶. Les dournes commingeoises qui ont été retrouvées à Salies-du-Salat⁹⁷, Lespugue⁹⁸, Aurignac⁹⁹ ou Bonnefont¹⁰⁰ possèdent ainsi une panse subsphérique et un bec tubulaire auquel est opposé une anse rubanée rattachée au haut de panse dont l'inclinaison est sub-horizontale. Les anses rubanées pourraient ainsi appartenir également à une dourne, notamment celles qui sont les plus épaisses (nous suggérons plus de 3 cm de largeur et 1 cm d'épaisseur).

Deux dournes correspondant à cette description ont été identifiées au sein du corpus de Castel-Minier (Planche XIX). L'une présente une lèvre arrondie formant un bourrelet, telle celle de l'individu d'Aurignac, l'autre un bord court éversé à gorge interne. Nous associons deux autres bords en bourrelet à panse sub-horizontale à des dournes (Planche XV.9 et 10). De même, un bord vertical à gorge sur le haut de sa lèvre (Planche XV.8) se rapproche des bords identifiés comme appartenant à des dournes par Arnaud Coiffé¹⁰¹. De ce fait, certains bords en bourrelet ou à gorge interne semblent pouvoir être associés à une dourne, notamment si leur inclinaison est sub-horizontale (Planche XXI.4, 6, 7 et 9). Le diamètre d'ouverture paraît être également un critère distinctif, puisque ceux qui ont pu être mesurés sont de 10 cm à 11 cm environ.

Les décors que nous pouvons retrouver sur les dournes sont assez similaires à ceux des cruches : impressions digitées (Planche XXI) et anses percées (Planche XIX).

G. Le couvercle

Trois fragments de couvercle Commingeois ont été retrouvés à Castel-Minier (Planche XXII). Ce sont des couvercles à rebord dont la lèvre forme un bandeau. Leur forme semble

⁹⁶ Costes 1992, p. 81.

⁹⁷ *Ibid.*, p. 82, fig. 1.

⁹⁸ Collectif 2005b, p.12

⁹⁹ *Ibid.*

¹⁰⁰ Jolibert 1985, fig. 12.

¹⁰¹ Coiffé 2014, p. 6.

pouvoir épouser parfaitement la forme de l'oule, ce qu'appuie leur diamètre qui varie entre 15 et 16 cm.

Des bords de couvercle de ce type ont été retrouvés à Landorthe lors de la fouille préventive de l'autoroute A64¹⁰² et Lespugue¹⁰³. Le rapport de Landorthe mentionne également que des éléments semblables ont été retrouvés au Château de Montpezat et à Salies-du-Salat. Un sondage mené sur le site du palais épiscopal d'Alan en 1983 a découvert un individu complet associé avec une oule et une cruche et permet d'en faire une description plus précise¹⁰⁴. Son bord est semblable à ceux retrouvés à Castel-Minier et il possède un fond bombé et une anse rubanée centrale. Les anses rubanées les plus fines sont ainsi aussi susceptibles d'appartenir à un couvercle.

Les couvercles sont retrouvés en faible proportion par rapport aux pots dont ils pourraient être complémentaires. Ce manque est peut-être révélateur de l'utilisation de couvercles constitués dans d'autres matières, telles que le bois.

H. Le petit pot

Enfin, notons la présence dans notre corpus de deux individus à petit diamètre d'ouverture (Planche XXI.7-8). L'un possède un bord vertical à lèvre aplatie formant un méplat interne et sa panse semble peu globulaire. L'autre présente un bord vertical très légèrement éversé à lèvre arrondie et à léger méplat interne, sa panse semble globulaire et ne pas dépasser les 10cm de diamètre. Le diamètre à l'ouverture de ces deux pots est de 6 cm et 7 cm.

Finalement, deux catégories fonctionnelles sont représentées au sein de la production Commingeaise, elles constituent un vaisselier domestique.

Les oules, pots à une anses et marmites sont considérés comme des pots de cuisson. Leur morphologie est en effet adaptée à cette fonction. Leur panse globulaire et leur fond bombé sont « aptes à diffuser la chaleur » et assurent une cuisson lente qui révèle toutes les saveurs du

¹⁰² Bourdarchouk 1995, p. 43, pl. 106.1-2, 106.5-6.

¹⁰³ Foucher et San Juan 2000, p. 20.

¹⁰⁴ Villeval 1983, p. 59, fig. 2.

plat¹⁰⁵. Leur bord régulièrement muni d'un méplat ou d'une gorge pouvait accueillir un couvercle. Ces pots étaient ainsi utilisés pour des cuissons bouillies, notamment de potages¹⁰⁶ et pouvaient servir à réchauffer des liquides¹⁰⁷. La pâte commingeoise non glaçurée et bien dégraissée semble pouvoir répondre à la définition « de grosse terre » épaisse et sans glaçure qui était employée, d'après Danièle Alexandre-Bidon, pour imprégner les aliments d'un goût de terre apprécié et afin que les pots s'imbibent de graisses qui donneront leur saveur aux prochains mets préparés¹⁰⁸.

La seconde catégorie fonctionnelle est celle du service, de la consommation, du transport et du stockage des liquides, représentée par trois autres formes : la cruche, le pégau et la dourne. Le pégau et la cruche par leur gabarit sont à rapprocher du service des liquides et notamment de l'eau¹⁰⁹. Néanmoins, si une anse latérale facilite le service, une anse en panier permet un transport plus aisé, la cruche pouvait ainsi avoir une double fonction¹¹⁰. La dourne est uniquement associée au transport des liquides¹¹¹, sa forme plus pansue et refermée limitant les renversements.

I. Les décors

Plus de 20% des individus commingeois présentent un élément de décoration qui appartiennent à plusieurs types. Les impressions digitées alignées horizontalement sur le haut de panse sont les plus répandues. Elles sont observées à la fois sur des oules, des cruches, des pots à une anse, voire des pégaus. Des décors appliqués sont également retrouvés sous forme de cordons rapportés ou de boutons sur des oules ou des éléments indéterminés (Planche XXIV.4). Les décors incisés sont par ailleurs courants. Sur les anses les plus épaisses, de cruche ou de dourne, ce sont des trous percés sur toute la longueur. Ces trous ponctuels peuvent également orner des hauts de panse (Planches IX.2, XI.1) ou même un bec (Planche XXIV.6).

¹⁰⁵ Alexandre-Bidon 2005, p. 25-48.

¹⁰⁶ Redon 2009, p. 29.

¹⁰⁷ Collectif 1990, p. 171.

¹⁰⁸ Alexandre-Bidon 2005, p. 274

¹⁰⁹ *Ibid.*

¹¹⁰ Raimbault-Deschamps 2000, p.18.

¹¹¹ Collectif 2005b, p. 10.

Certains hauts de panse, essentiellement d'ouïe, sont décorés de lignes incisées soit ondulées et concentriques, soit ponctuelles en bande parallèles ou qui se croisent (Planche XXIV.1-3).

Il est possible que certains pots aient cumulé plusieurs éléments de décors, comme c'est le cas d'un pégau retrouvé au château d'Aurignac décoré sur son haut de panse de deux cordons rapportés verticaux opposés et d'une série de traits incisés localisés sur une même zone¹¹².

Les croix incisées ne semblent pas être répétées sur un pot. La fragmentation du corpus ne nous permet pas de l'affirmer avec certitude, mais les individus complets retrouvés sur d'autres sites permettent de le dire¹¹³. On peut alors poser la question de leur fonction : sont-elles de simples décors normalisés, une initiative individuelle ponctuelle de la part d'un potier ou encore une marque de potier ? Une étude approfondie de ces décors permettrait peut-être de répondre à cette question.

¹¹² Collectif 1990, p. 173.

¹¹³ Collectif 2005b, p. 11, Carmes 2006, p. 143.

2) Groupes techniques

La définition de groupes techniques a pour objectif de distinguer par une observation macroscopique différents types de production d'après les caractéristiques techniques de leur pâte. Les critères généralement observés et pris en compte sont l'aspect de la pâte et de ses inclusions (taille, proportions), la technique de façonnage, le traitement de surface et la couleur de la pâte. L'importance de chacun de ces critères a été discutée dans le mémoire consacré à l'étude de la céramique de la dernière phase d'occupation de Castel-Minier¹¹⁴.

Cette description macroscopique est la première étape nécessaire à une étude archéométrique de céramiques. Elle permet de poser des hypothèses sur l'existence de différents types de production qui seront par la suite testée pétrographiquement et/ou chimiquement.

La définition macroscopique de la commingeoise, on l'a vu, est depuis longtemps établie¹¹⁵. Elle est reconnue grâce à sa pâte grise abondamment dégraissée, rugueuse au toucher et qui présente une concentration importante de micas. Dans notre précédent mémoire, la Commingeaise constituait de ce fait un seul et même groupe technique, celui des pâtes très sableuses. Il était ainsi défini :

« Les pâtes de ce premier groupe, le I, possèdent un dégraissant très abondant. Elles en sont parfois même saturées. Les inclusions sont très souvent toutes de la même taille, fine à moyenne, souvent sombres ou, à l'opposé, blanches. La pâte peut être plus ou moins micacée. Les tessons de panse portent généralement des traces de modelage, les bords sont tournassés. Aucun traitement de surface n'a été observé.

La couleur permet de différencier deux sous-groupes. Le premier, codé Ia, comporte des pâtes de couleur grise, allant du gris très clair, presque blanc, au noir, qui révèle une cuisson en atmosphère réductrice. Le second

¹¹⁴ Géraud 2016, p. 18-21.

¹¹⁵ Collectif 1990, p. 288 ; Guinaudeau 2012, p. 120.

sous-groupe, 1b, est composé de tessons présentant une couleur variant du brun au rose. Cette coloration, retrouvée sur environ un tiers du groupe 1, est parfois simplement partielle. Il est possible que l'atmosphère oxydante dont elle témoigne n'ait pu être qu'accidentelle. »

Cette définition est générale et assez large pour intégrer l'ensemble des Commingeaises de notre corpus. Elle révèle néanmoins sa variation : il existe des différences de couleur (pâte et inclusions) et de proportion que la distinction entre les sous-groupes 1a et 1b ne prend pas entièrement en compte. La question de l'homogénéité de cette production peut ainsi être posée.

Aussi, par une observation plus approfondie de l'ensemble du corpus, nous avons tenté d'affiner la description des Commingeaises et de distinguer d'éventuels sous-groupes. La grande variété *des* pâtes commingeaises a finalement constitué une difficulté. En entrant dans les détails de tailles, couleurs et abondance d'inclusions, nous étions tentés de multiplier les sous-groupes. Nous en avons finalement défini quatre, un cinquième sous-groupe incluant de rares éléments dont la pâte particulière ne permettait pas leur classement au sein des quatre premiers. Chacun inclut certaines variations, notamment de teinte ou d'abondance des inclusions. Ils sont néanmoins décrits de façon à être le plus représentatif possible d'après la couleur de leur matrice argileuse (en référence au nuancier de Munsell) et de leurs inclusions, l'abondance de celles-ci exprimée par un ratio (matrice:inclusions) et la taille de leurs inclusions.

En ce qui concerne cette dernière, nous rappelons que la classification du manuel de céramologie de Cambridge a été prise en référence¹¹⁶ :

- très fines : moins de 0,1 mm ;
- fines : de 0,1 à 0,25 mm ;
- moyennes : 0,25 à 0,5 mm ;
- grossières : 0,5 à 1 mm ;
- très grossières : plus de 1 mm.

¹¹⁶Orton, Tyers, et Vince 1993, p. 240.

A. Groupe 1:

Le premier groupe macroscopique inclut des pâtes de couleur gris foncé qui tire sur le bleu (Munsell : 5PB 4/1, 5PB 5/1). Les inclusions, qui sont principalement de couleur blanche et calibrées, sont généralement fines (Figure 3a), mais peuvent être de taille moyenne (Figure 3b). On trouve néanmoins de rares inclusions très grossières de couleur noire. Des micas essentiellement blancs apparaissent en surface. Le ratio entre la matrice argileuse et les inclusions est généralement de 80:20, il peut être de 70:30.



Figure 3: Groupe macroscopique 1

B. Groupe 2:

Le deuxième groupe inclut des pâtes de couleur gris clair à gris (Munsell : 5Y 6/1, N 5-7/). Les inclusions sont de couleur blanche ou grise, rarement de couleur sombre, soit calibrées fines à moyennes (Figure 4a), soit non calibrées fines à grossières, voire très grossières (Figure 4b). Des micas blancs apparaissent en surface. Le ratio entre la matrice argileuse et les inclusions est de 70:30.



Figure 4: Groupe macroscopique 2

C. Groupe 3:

Le troisième groupe inclut des pâtes de couleur gris clair, beige ou brune (Munsell : 10Y 8/1, 2.5Y 7/2, 7.5YR 6/4, 2.5YR 6/2, 5YR, 5/6). Leurs inclusions sont majoritairement de couleur grise à sombre, calibrées moyennes (Figure 5a-b) ou non calibrées fins à grossières (Figure 5c). Des micas cuivrés et blancs apparaissent en surface. Le ratio entre la matrice argileuse et les inclusions est de 60:40 à 50:50.



Figure 5: Groupe macroscopique 3

D. Groupe 4:

Le quatrième groupe inclut des pâtes de couleur orange à rose en surface (Munsell : 5YR 6/6, 7.5YR 6/6) et grise au cœur (Munsell : 5Y 5/1, 2.5Y 4/1). Leurs inclusions sont non calibrées, fines à grossières, blanches et grises, plus rarement sombres. Les inclusions blanches sont les plus grossières (Figure 6a-b). Des micas cuivrés et blancs apparaissent en surface. Le ratio entre la matrice argileuse et les inclusions est de 70:30.

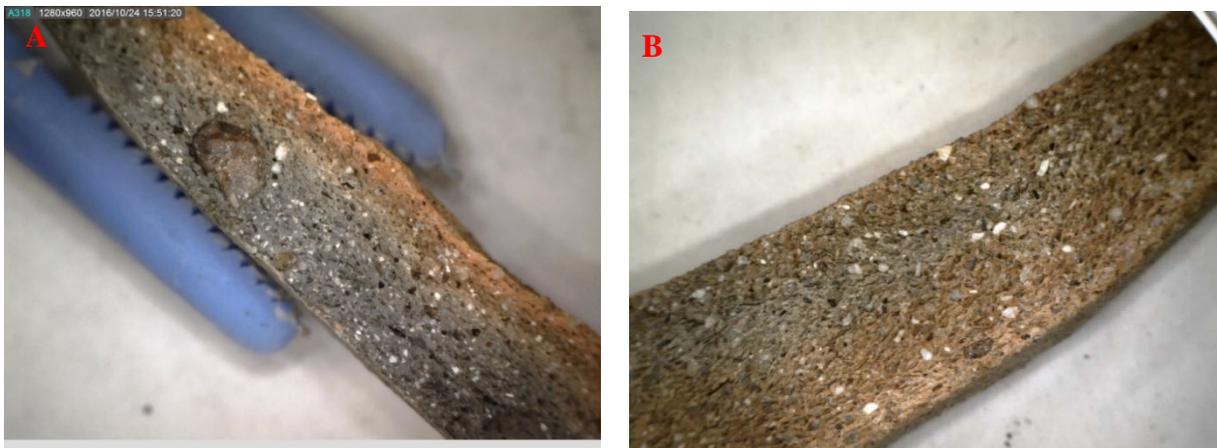


Figure 6: *Groupe macorscopique 4*

E. Groupe 5:

Le cinquième groupe macroscopique a été créé pour regrouper des pâtes inclassables par ailleurs. Il inclut des pâtes de couleurs variées, orange à brune en surface, grise au cœur. Leurs inclusions sont blanches et grises et semblent moins abondantes (ratio 80:20) que dans les quatre premiers types de pâte (Figure 7) et leur pâte est plus « resserrée », c'est-à-dire moins poreuse.

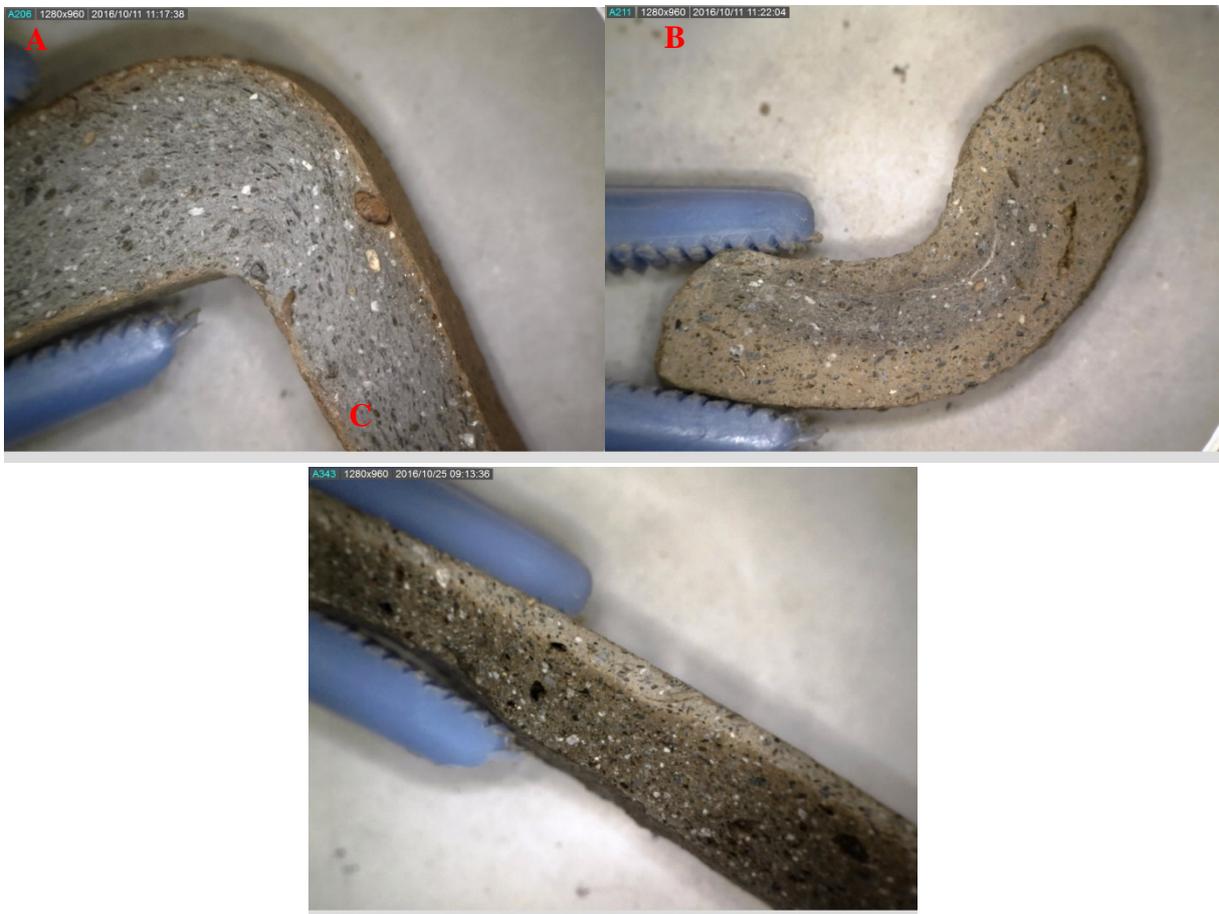


Figure 7: Groupe macroscopique 5

L'aspect des inclusions et la couleur de la pâte semblent ainsi être les critères les plus distinctifs. Leur catégorisation est néanmoins à relativiser. L'exemple de la doune de l'US 2215 est particulièrement frappant. La partie haute de l'anse présente une couleur gris foncé, légèrement bleutée et le dégraissant le plus présent semble être celui le plus clair, plutôt fin : ce sont des caractéristiques du 1^{er} groupe macroscopique. La partie basse en revanche est d'une couleur gris brun, laissant apparaître majoritairement un dégraissant sombre de tailles moins calibrées et plus grossières, caractéristiques se rapprochant plutôt du 3^{ème} groupe macroscopique défini. Ainsi l'aspect des inclusions semble pouvoir être en partie tributaire de la couleur de la matrice.

De ce fait, la définition d'éventuels sous-groupes techniques au sein de la production Commingeoise ne paraît pas pouvoir se baser uniquement sur une observation macroscopique du corpus. Une étude pétrographique semble indispensable, notamment pour préciser la nature des inclusions.

En outre, l'observation macroscopique du corpus a permis de révéler la présence de nodules métallifères très grossiers (de plusieurs millimètres de diamètre) compris dans la pâte de certains tessons (26 NR). Ce type d'inclusions avait déjà été observé dans des pâtes fines ou sableuses à Castel-Minier¹¹⁷ mais pas dans des Commingeises. Leur nature est encore à déterminer.

¹¹⁷ Géraud 2016, p. 25.

3) Quantifications et typo-chronologie

L'interprétation d'un corpus en termes de typo-chronologie fait appel à la méthode de la quantification. Celle-ci permet en effet d'introduire une certaine objectivité dans l'appréhension d'un corpus céramique en utilisant les statistiques.

A. Méthodologie¹¹⁸

Deux types de dénombrement ont été réalisés pour le corpus de Castel Minier : le Nombre de Restes (NR) et le Nombre Minimum d'Individus (NMI). Ces méthodes ont été appliquées au sein de chaque US en premier lieu. Cependant, des recoupements d'US ont été tentés et lorsqu'une connexion entre plusieurs US a pu être établie par un ou plusieurs recollages, l'ensemble des US connectées est ensuite considéré afin de pondérer le NMI si besoin.

NR

Le NR équivaut à compter le nombre de tessons retrouvés. Ce dénombrement est fait avant qu'aucune opération de remontage n'ait été menée. Tous les tessons sont pris en compte, y compris les plus petits. Dans le cas de fracture récente (attestée comme telle de façon évidente), les tessons ne sont comptés que pour un. Un total de 1186 NR a été comptabilisé au sein du corpus de Commingeaise. Cette quantification en NR permet généralement d'obtenir des ordres de grandeur pour les différentes productions, ainsi que de comprendre leur évolution dans le temps (apparition, disparition).

NMI

Le NMI « consiste à essayer d'estimer combien il existait au moins de récipients à partir des informations typologiques à notre disposition »¹¹⁹. Au sein d'un corpus très fragmenté tel

¹¹⁸ Plus d'explications sur notre méthode de quantification sont fournies dans notre précédent mémoire (Géraud 2016, p. 43.).

¹¹⁹ Husi 2001, p.5.

que le nôtre, qui bien que comprenant des éléments relativement bien conservés (Planche II, III, XIII, X), n'en contient aucun d'archéologiquement complet, il est calculé à partir des éléments caractéristiques d'une même forme : un bord, un fond, une anse, un bec, etc.

Une fois que tous les remontages et rapprochements sont réalisés, les bords et les fonds sont comptés séparément dans chaque US. Le chiffre le plus élevé est retenu pour le NMI. Les fragments de fond (Planche XXII) étant extrêmement rares dans notre corpus (17 au total), ce sont toujours les bords qui ont fourni le NMI. Les individus complets et les tessons atypiques appartenant à une forme dont on peut être sûr qu'elle se distingue de toutes les autres sont aussi comptabilisés. C'est le cas des becs et des anses en panier lorsqu'aucun bord ne sont associés, ou susceptibles d'être associés, à une cruche, un pégau ou une dourne. Si les anses rubanées ne sont pas comptabilisées car elles peuvent appartenir à plusieurs formes dont la marmite qui en est munie de deux¹²⁰, les anses en panier sont caractéristiques d'une unique forme et reconnaissables parfois par l'angle qu'elle forme et ce même en l'absence du bord auquel elles sont rattachées. En règle générale, ces quantifications doivent être menées indépendamment au sein de chaque groupe technique, ici les sous-groupes définis plus haut. Ainsi si un groupe ne contient aucun élément caractéristique d'une forme et n'est représenté au sein de l'US que par des fragments de panse, l'ensemble de ces tessons devrait compter quand même pour 1 dans le NMI. Néanmoins, dans le cas de notre étude où un seul type de production est considéré, la Commingeoise, qui est homogène malgré une certaine variation, et d'après l'exemple de la dourne de l'US 2215 mentionné plus haut, seuls les tessons représentant à eux-seuls un sous-groupe se distinguant catégoriquement, par la nature et couleur de leur dégraissant et de leur matrice, sont comptabilisés de la sorte. Nous craignons en effet une démultiplication irréaliste des individus alors que le NMI a pour objectif de donner une image plus concrète du corpus que le NR en approchant au plus près ce que pouvait être le vaisselier lors de son utilisation. C'est la quantification que nous utiliserons ici. Au total, ce sont finalement 309 individus qui ont été identifiés dans notre corpus.

¹²⁰ Husi 2001, p. 8.

B. Quantifications générales

Groupes techniques

Le NMI de chacun des groupes techniques est représenté sur l'histogramme suivant (Figure 8). Cette répartition permet de nous rendre compte que ce sont les groupes macroscopiques 2 et 3 qui sont majoritaires en constituant 70% du corpus. Les pâtes des groupes 1 et 4 représentent quant à elles entre 10 et 12 % de l'ensemble, celle du groupe 5 étant très minoritaire.

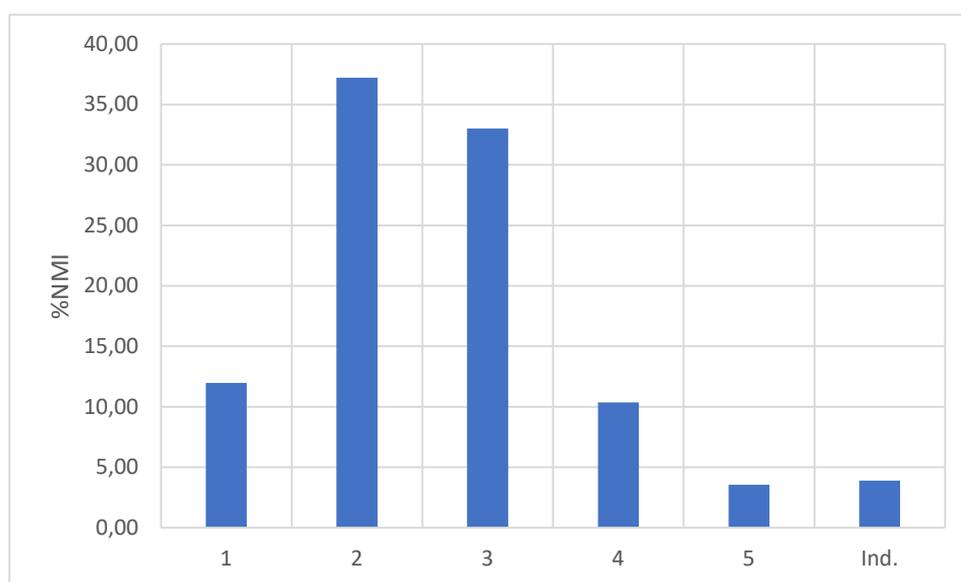


Figure 8: Répartition des groupes techniques selon le NMI

Typologie

Concernant les différentes formes identifiées au sein des Commingeaises de Castel-Minier, les oules sont très nettement majoritaires (près de 50% du NMI) (Figure 9). Cette surreprésentation est évidemment à mettre sur le compte de l'identification très aisée de cette forme, alors que les autres types de bord ne sont pas systématiquement attribuables à une forme, comme nous l'avons vu dans la présentation de notre typologie. Pour cette raison, le groupe des individus indéterminés est d'autant plus important. Lorsque nous tenterons de saisir l'évolution de la production Commingeaise, cette surreprésentation sera à considérer avec précaution.

Les pots de cuisson représentent en tout près de 64 % des Commingeoises retrouvées. Ce sont donc essentiellement des oules (77%) et parmi eux 32 (soit environ 16%) ont été identifiés par les seules traces de cuisson qu'ils présentaient. Seuls 6 pots à une anse et 7 marmites ont pu être identifiés, soit entre 3 et 4 % des pots de cuisson et seulement 2% environ de l'ensemble du corpus.

Les deux tiers des pots à liquide qui constituent 10 % du corpus sont représentés par les 19 cruches identifiées. On l'a vu en effet, l'identification de celles-ci est plus aisée que celle des dournes ou pégaus en raison de leur anse en panier. Dournes et pégaus constituent chacun moins de 2% des Commingeoises de Castel-Minier avec 4 individus identifiés. Trois becs tubulaires n'ont pu être attribués à une cruche ou une dourne ils sont ainsi considérés comme des pots à liquide indéterminés.

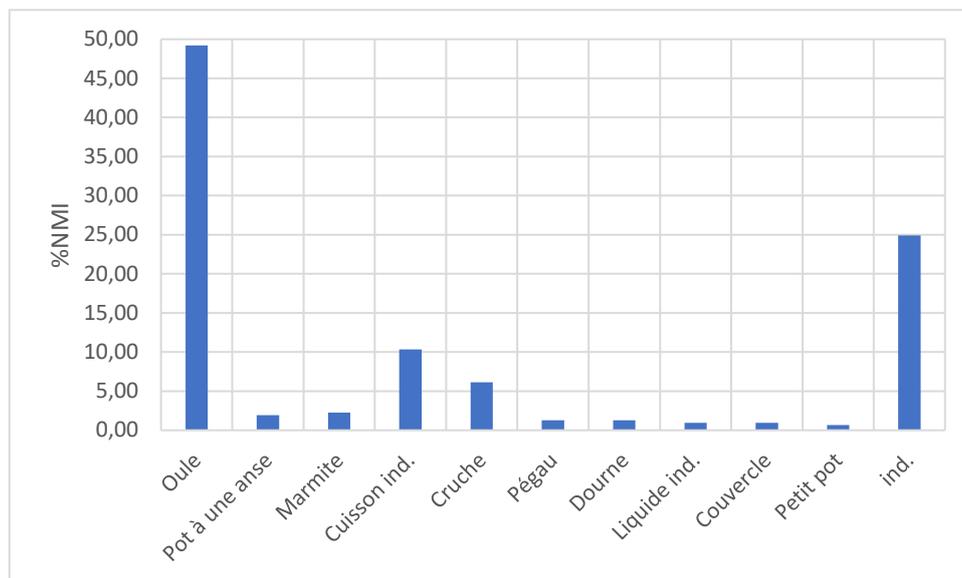


Figure 9: Répartition des différentes formes selon le NMI

Finalement, ces données permettent de démontrer que l'importance de la oule, qui a souvent été mise en avant dans la description de la production Commingeoise, est probablement biaisée par son identification rapide. Hormis la oule présente en nombre, la cruche est représentée par moins de 20 individus et les autres formes par moins de 10 individus. Ainsi, nous avons conscience que la caractérisation du vaisselier Commingeois que nous faisons est difficilement représentative du fait de ces faibles effectifs. Il s'agit seulement d'une première approche qu'il sera nécessaire de développer par l'étude de corpus plus importants provenant d'autres sites archéologiques et constitués d'individus dont l'identification sera plus sûre.

C. Typo-chronologie

Afin de tenter de percevoir une évolution dans la typologie de la Commingeoise, les US ont été regroupées en phases chronologiques :

- Phase Ia : ante XIV^{ème} et première moitié du XIV^{ème} siècle ;
- Phase Ib : seconde moitié du XIV^{ème} siècle ;
- Phase IIa : première moitié du XV^{ème} siècle ;
- Phase IIb : seconde moitié du XV^{ème} siècle ;
- Phase III : XVI^{ème} siècle.

Ce sont les données de fouilles qui ont permis d'attribuer chaque US à une phase. Afin d'obtenir l'évolution la plus précise possible, ont été exclues de ces quantifications chronologiques les US dont la datation était trop large (XIV^{ème} siècle ou XIV-XV^{ème} siècles) ou indéterminée et celles qui correspondent à des niveaux d'abandon ou de démolition et dont la datation s'étend jusqu'au XX^{ème} siècle. Dans les phases IIb et III ont été inclus les individus de type Commingeois étudiés lors de notre précédent mémoire. Ceux-ci sont au nombre de 48 NMI, dont 14 appartiennent à des niveaux d'abandon et n'ont pas été retenus. Parmi les 34 autres, 11 appartiennent à la phase IIb et les 23 derniers constituent l'ensemble du corpus de la phase III. Ce mobilier n'étant plus à notre disposition cette année, il n'a pas pu être divisé entre les groupes techniques définis dans le cadre de cette étude, ils sont donc considérés comme indéterminés. Finalement, le corpus considéré pour cette chronologie est constitué de 237 NMI (Tableau 1).

Phase	NMI	%NMI
Ia	101	42,62
Ib	28	11,81
Sous-total I	129	54,43
IIa	64	27,00
IIb	21	8,86
Sous-total II	85	35,86
III	23	9,70
Total	237	100,00

Tableau 1: Répartition des individus au sein des phases chronologiques

Encore une fois, nous avons conscience que l'évolution de la Commingeaise à Castel Minier que nous tentons de saisir ici peut être biaisée par les faibles effectifs de chaque forme identifiée. C'est d'autant plus vrai que les parts de chaque forme ou groupe technique vont être estimées au sein d'ensembles encore moins importants correspondant aux différentes phases chronologiques définies. L'évolution qui va ressortir de notre étude pourra difficilement servir de base à la compréhension de l'évolution de la Commingeaise en général. Les résultats doivent être considérés avec précaution, en attendant l'étude d'un corpus plus conséquent.

Evolution de la part Commingeaise au sein du mobilier céramique de Castel-Minier

Avant de tenter d'établir une typo-chronologie de la Commingeaise de Castel-Minier grâce au NMI, nous utiliserons le NR une dernière fois. Si l'étude céramologique du mobilier céramique de Castel-Minier n'est à ce jour pas achevée, le NR des zones 2 et 3 a été calculé au fur et à mesure de la fouille lors de l'enregistrement du mobilier. De ce fait, un calcul de la part occupée par la céramique Commingeaise au sein du corpus céramique global de Castel-Minier est possible en considérant le NR. Une comparaison rapide avec la dernière phase d'occupation du site permet alors de confirmer l'évolution que nous avons observée lors de notre étude précédente. La Commingeaise constitue en effet une partie plus importante du vaisselier céramique lors de la première phase d'occupation au cours des XIV-XVème siècles (25 % environ) qu'au cours de la dernière phase d'occupation à la fin du XVème siècle et au XVIème siècle (11%) (Tableau 2). Son utilisation est ainsi plus répandue aux XIVème et XVème siècles.

Zone	Corpus total en NR	Commingeaise en NR	% Commingeaise
Zone 2 (XIVe-XVe)	2222	614	27,63
Zone 3 (XIVe-XVe)	2378	562	23,63
Zone 2 + 3 (XIVe-XVe)	4600	1176	25,57
Mouline (fin Xve-XVIe)	805	88	10,93

Tableau 2: Part en NR de la Commingeaise au sein du corpus

La répartition des individus au sein de chaque phase chronologique établie pour cette étude va dans le même sens : malgré une faible représentation de la phase Ib, nous pouvons dire que le corpus de Commingeoise provient essentiellement des niveaux du XIV^{ème} siècle et de la première moitié du XV^{ème} siècle (Figure 10).

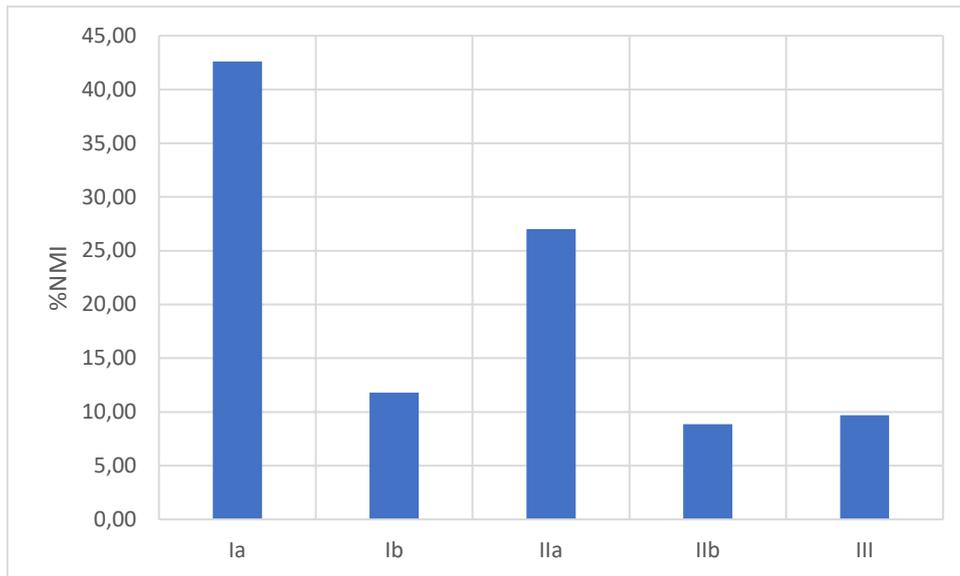


Figure 10: Répartition des individus par phases chronologiques

Groupes techniques

A l'observation de la Figure 11, on peut noter que le groupes macroscopique 3 est toujours largement majoritaire au sein du corpus du XIV^{ème} siècle jusqu'à la première moitié du XV^{ème} siècle. Le groupe 2 est toujours le deuxième le plus représenté et talonne le groupe 3 sur la même période à l'exception de la seconde moitié du XIV^{ème} siècle pendant laquelle il est équivalent au groupe 4. En considérant toujours la même période, la part de ce dernier se maintient relativement au même niveau (entre 12% et 17%), tout comme celle du groupe 5 qui reste en dessous des 5%. Le groupe 1 semble quant à lui progressivement occuper une place moindre, passant de 15% environ à moins de 5%.

Lors de la seconde moitié du XV^{ème} siècle, les proportions changent et c'est le groupe 1 qui est majoritaire avec une part de plus de 20%, suivi par le groupe 3 (14,3%). Le groupe 5 n'est plus représenté et les groupes 2 et 4 passent sous la barre des 5%. La phase III n'étant

représentée que par des éléments du corpus étudié lors de notre master 1, la nature de leurs pâtes est indéterminée.

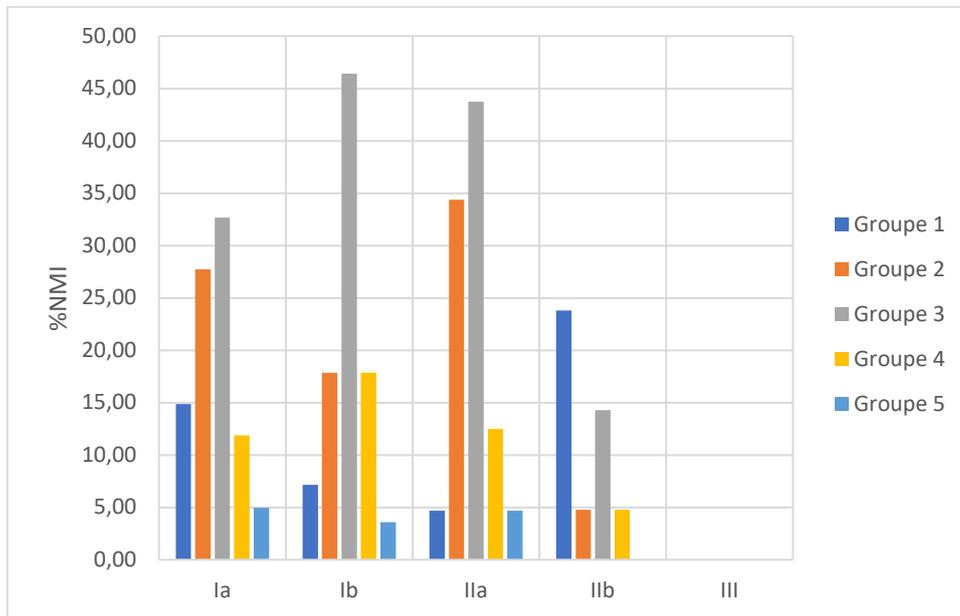


Figure 11: Part de chaque groupe technique au sein du corpus par phase chronologique

Il est difficile d'interpréter ses données en termes d'évolution en raison des faibles effectifs. La phase IIb est celle qui compte le moins d'individus et c'est aussi celle qui semble marquer un important bouleversement dans les proportions de chaque groupe technique. Ainsi, dans la mesure où une réelle distinction entre les différents types de pâtes serait démontrée, nous posons l'hypothèse que les pâtes de type 2 ou 3 sont prépondérantes tout au long de la production Commingeaise, que l'emploi de celles du type 1 semble progressivement diminuer, et que les pâtes des groupes 4 et 5 conservent une part moindre mais constante au cours des XIV^{ème} et XV^{ème} siècles. La seule certitude que nous pouvons extraire de ces données est que tous les types de pâtes sont présents dès le début du XIV^{ème} et au moins jusqu'à la fin du XV^{ème} siècle.

Typologie

Les difficultés d'interprétation apparaissent nettement plus importantes si nous considérons l'évolution typologique du mobilier. Au sein des pots à cuisson (Figure 12), la part des oules est, comme nous pouvions nous y attendre, amplement majoritaire. Les marmites sont présentes au sein des phases Ia et Ib, puis de la phase III, mais ne sont pas représentées au sein des US des phases IIa et IIb. Le pot à une anse est présent lors de la phase Ia puis seulement lors de la phase IIa.

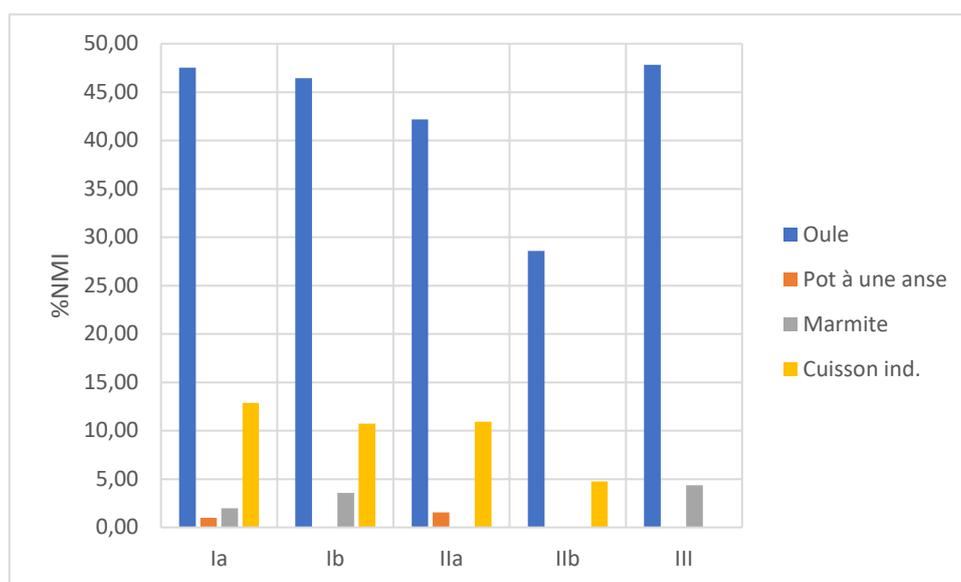


Figure 12: Part de chaque type de pot de cuisson au sein du corpus par phase chronologique

A partir de ces données, il nous semble possible d'affirmer que les trois types de pot de cuisson sont déjà produits au XIV^{ème} siècle, que le pot à une anse l'est au moins jusqu'au début du XV^{ème} siècle et que la marmite et la oule le sont jusqu'au XVI^{ème} siècle. Nous ne pouvons cependant pas cerner une évolution particulière dans la part de chacun.

Les proportions des pots à liquide sont également problématiques en raison des faibles effectifs (Figure 13). La cruche est la forme qui est la plus représentée à chaque période hormis lors de la phase Ib dont elle est absente. Le pégau est présent dès la phase Ia et jusqu'à la phase IIa. Les dournes ne sont quant à elles représentées qu'au cours de la phase IIa.

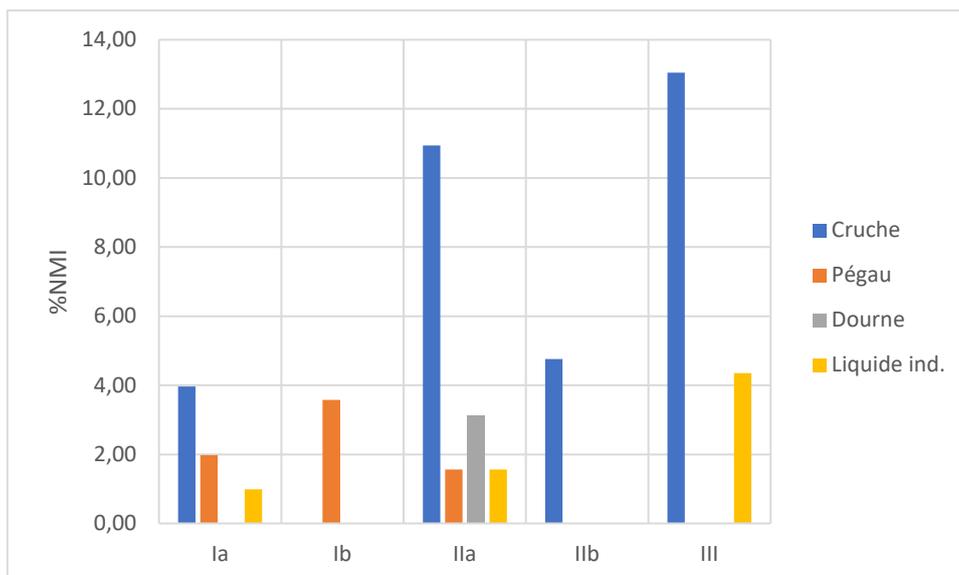


Figure 13: Part de chaque type de pot à liquide au sein du corpus par phase chronologique

Ainsi, la part de chacun de ces types de pot est encore une fois difficile à cerner. Nous pouvons estimer que la cruche est produite sur l'ensemble de la période considérée. Le pégau l'est dès le début du XIV^{ème} siècle et au moins jusqu'à la première moitié du XV^{ème} siècle. La dourne n'est présente au sein de notre corpus que dans la seconde moitié du XV^{ème} siècle, mais elle avait été reconnue dans des contextes plus anciens sur d'autres sites¹²¹. Nous pouvons ainsi estimer que sa production perdure jusque dans la seconde moitié du XV^{ème} siècle au moins.

La Figure 14 regroupe les pots de cuisson, les pots à liquide et considère les couvercles et petits pots. Les pots de cuisson sont toujours majoritaires, notamment en raison de la surreprésentation des oules. Néanmoins, la part des individus indéterminés, hormis lors de la phase IIb, ne permettrait pas aux pots à liquide de surpasser ceux de cuisson. Nous pouvons ainsi estimer que les pots de cuisson sont la production majoritaire des Commingeoises et ce probablement sur l'ensemble de la période. Les couvercles et petits pots ne sont présents au sein de notre corpus que lors de la phase Ia.

¹²¹ Collectif 2005b, p. 10.

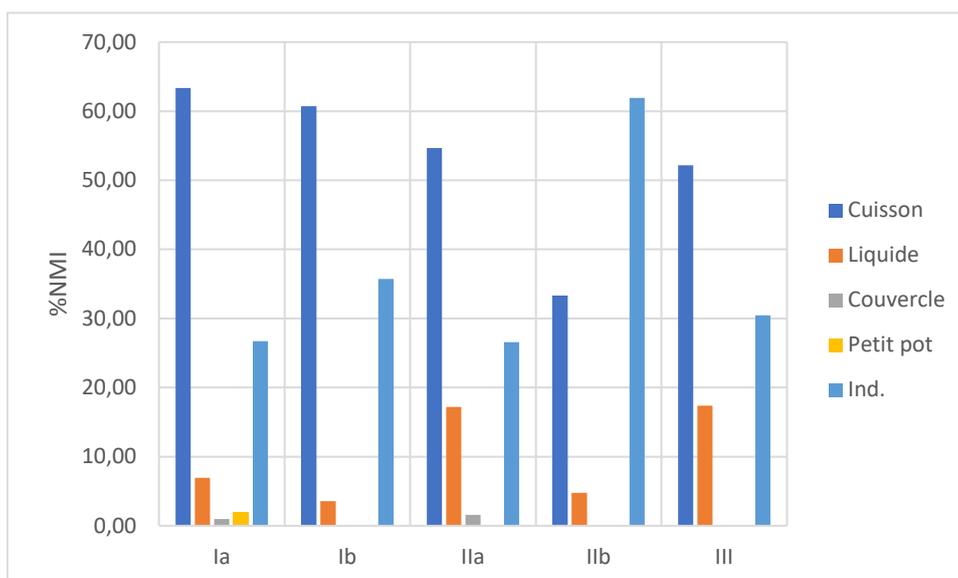


Figure 14: Part des pots de cuisson, des pots à liquide, des couvercles et petits pots au sein du corpus par phase chronologique

Il est difficile de dresser une typo-chronologie très précise de la Commingeoise à partir des données que nous possédons à ce jour. Arnaud Coiffé avait déjà établi une chrono-typologie de la Commingeoise¹²². Celle-ci limitait la production aux XIV^{ème} et XV^{ème} siècles. L'étude du corpus moderne de Castel-Minier menée précédemment¹²³ avait toutefois déjà permis de la prolonger jusqu'au XVI^{ème} siècle. La baisse progressive de la production entre le XIV^{ème} et le XVI^{ème} siècle ainsi que son « âge d'or » au XIV^{ème} semblent se confirmer après l'étude de l'ensemble du corpus de Commingeises de Castel-Minier. En outre, il nous semble pouvoir estimer que l'ensemble des formes identifiées sont déjà produites au moins au début du XIV^{ème} siècle (Figure 15). Les couvercles et petits pots l'ont été au moins jusque dans la première moitié du XIV^{ème} siècle, les pots à une anse et pégaus au moins jusque dans la première moitié du XV^{ème} siècle, les dournes jusque dans la seconde moitié du XV^{ème} siècle et les oules, marmites et cruches jusqu'au XVI^{ème} siècle. Si une telle chronologie venait à être confirmée, la diminution de la production à partir de la fin du XV^{ème} siècle s'accompagnerait ainsi d'une simplification du vaisselier commingeois.

¹²² Coiffé 2014, Fig. 150.

¹²³ Géraud 2016, p.

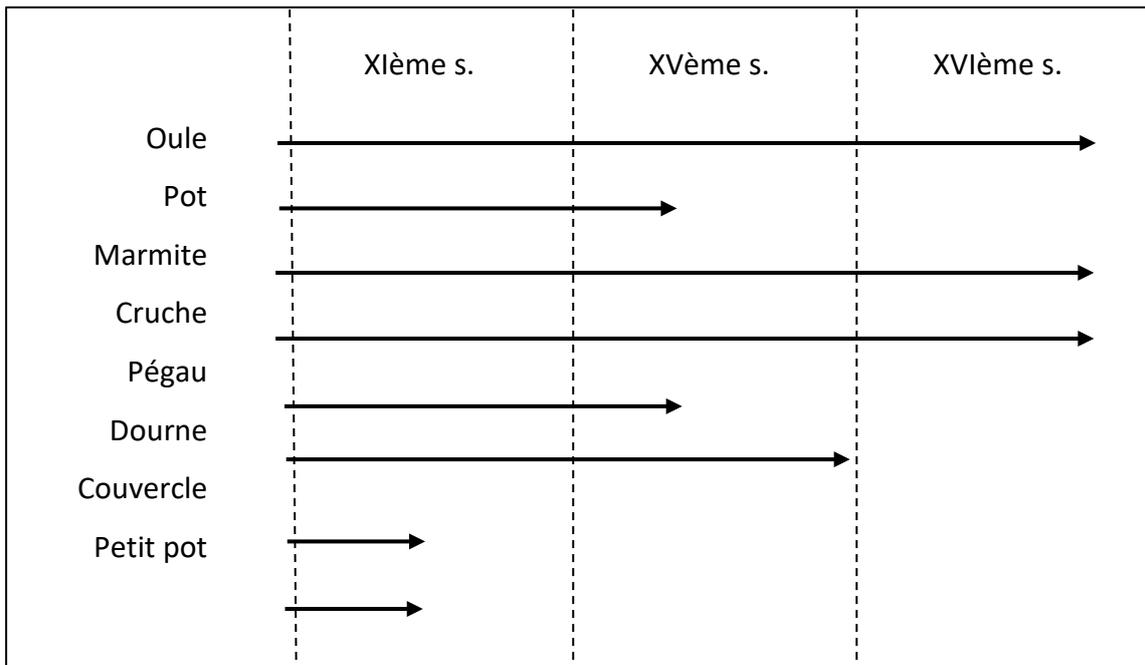


Figure 15: Typo-chronologie de la Commingeoise de Castel-Minier

Partie II : Etude technologique

L'étude technologique d'un pot a pour objectif d'en restituer sa chaîne opératoire. Celle-ci a été définie par Leroi-Gourhan : « La technique est à la fois geste et outil, organisés en chaîne par une véritable syntaxe qui donne aux séries opératoires à la fois leur fixité et leur souplesse »¹²⁴. Ainsi une chaîne opératoire est un processus constitué d'une succession d'opérations techniques dans un ordre fixe. Les différentes étapes transforment progressivement la matière première en un produit fini¹²⁵. Celles de la chaîne opératoire céramique qui transforment l'argile en pot ont été décrites de nombreuses fois déjà¹²⁶, nous reprenons ici le classement et la description qu'en fait Valentine Roux¹²⁷. Elles sont au nombre de huit : acquisition, transformation des matières premières, façonnage, finition, décor, traitement de surface, séchage et cuisson.

1) La chaîne opératoire de la céramique

La première de ces étapes est l'acquisition des matières premières. Celle-ci se fait généralement dans un rayon d'une dizaine de kilomètres autour du centre de production excepté si un transport à dos d'animal ou par l'eau est possible. L'extraction peut se faire en surface, en fosse, en galerie ou sous l'eau selon le mode de dépôt des argiles¹²⁸.

Les matières premières, une fois acquises, peuvent être utilisées telles quelles si leurs propriétés physiques (malléabilité, plasticité, ténacité¹²⁹) correspondent aux besoins du potier. Si ce n'est pas le cas, ces derniers les transforment, c'est la deuxième étape de la chaîne

¹²⁴ Leroi-Gourhan 1964, vol. 1, p. 164.

¹²⁵ Creswell 1976, p. 13.

¹²⁶ Leroi-Gourhan 1971 ; Livingstone-Smith 2001.

¹²⁷ Roux 2016.

¹²⁸ *Ibid*, p. 42.

¹²⁹ *Ibid*, p. 34-36.

opératoire : la préparation des matières premières. Cette amélioration se fait par le retrait ou l'ajout d'éléments (sable, chamotte, coquillages, etc). Elle nécessite ensuite l'homogénéisation de la pâte par pétrissage (au pied) ou malaxage (à la main).

Le façonnage d'une céramique est divisée à deux sous-étapes, l'ébauche et le préformage. L'ébauche est la formation d'un volume creux et le préformage est la mise en forme de ce volume en un pot qui « présente les caractéristiques géométriques finales » souhaitées par le potier¹³⁰. Différentes techniques d'ébauche et de préformage existent. Valentine Roux définit la technique comme « un ensemble [de] modalités physiques selon lesquelles la matière première est transformée » et établie un classement selon cinq paramètres : la source d'énergie, le volume élémentaire, les forces appliquées, le type de pression et le degré d'hygrométrie¹³¹. La source d'énergie est le principal paramètre qui distingue les techniques. Certaines utilisent l'énergie cinétique rotative (ECR), c'est-à-dire un tour, d'autres non. Les techniques d'ébauche qui n'utilisent pas l'ECR sont le colombinage, le montage à la plaque, le modelage et le moulage. Le préformage sans ECR comprend les techniques de battage, de raclage, de martelage, de repoussage ou encore de rabotage. Le tournage est la seule technique d'ébauche avec ECR. Les ébauches réalisées sans ECR peuvent subir un préformage avec ECR. C'est le cas pour les techniques du colombinage au tour et du moulage au tour. Une ébauche avec ou sans ECR peut être préformée avec ECR par tournassage. Cette énergie, cinétique rotative ou non, peut être appliquée sur une masse homogène ou bien sur des éléments assemblés (colombins, plaques). Le potier peut exercer une force par pression ou par percussion. La pression peut être continue ou discontinue. Enfin, deux degrés d'hygrométrie de la pâte permettent son façonnage : l'état humide (la pâte est encore plastique) et l'état cuir qui correspond à une pâte qui a commencé à sécher, a donc perdu sa plasticité et ne peut plus être déformée mais peut néanmoins accepter les collages ou le retrait de copeaux.

La prochaine étape de la chaîne opératoire céramique est l'opération de finition qui régularise l'aspect extérieur des pots¹³². Elle impacte essentiellement la surface superficielle des parois et se décrit également en termes de degré d'hygrométrie et de types de pressions appliquées sur la pâte. Les techniques les plus répandues sont le lissage et le brossage.

Les étapes du décor et du traitement de surface ne sont pas systématiques et peuvent s'intégrer à différents moments au sein de la chaîne opératoire. Les techniques de décor sont

¹³⁰ *Ibid*, p. 64-65.

¹³¹ *Ibid*.

¹³² *Ibid*, p. 125.

variées. Elles sont déposées en surface d'un pot (peinture) ou réalisées en creux et/ou relief. Valentine Roux décrit ces derniers en termes de degré d'hygrométrie, de principe d'application des forces (impression, incision, excision, éléments rapportés, modelage), de geste (continu, discontinu) et d'outils employés¹³³. Les traitements de surface incluent des techniques par induction (glaçures, engobes, matière organiques, enfumage) et par frottement (lustrage, doucissage, brunissage)¹³⁴.

Les deux dernières étapes de la chaîne opératoire céramique sont le séchage et la cuisson. Le séchage est délicat, notamment pour les pièces les plus épaisses. Il doit être progressif pour éviter une fissuration¹³⁵. C'est une étape cruciale pour une cuisson réussie. Cette dernière donne au produit fini ses caractéristiques définitives. Les paramètres de cuisson sont en effet décisifs dans l'acquisition par le pot céramique de ses propriétés physico-chimiques. Ces paramètres comprennent la température, l'atmosphère et le temps de la cuisson. Une cuisson à une température allant au-delà de 400°C à 650°C transforme définitivement la pâte en céramique (synonyme de terre cuite) qui perd toute son eau et donc sa plasticité. A partir de 850-900°C, la pâte commence à se vitrifier (on peut parler de *sintering* ou frittage). La vitrification est complète lorsque la température dépasse 900-950°C. L'atmosphère de cuisson peut être oxydante ou réductrice selon l'apport en oxygène. La couleur d'une céramique est un indicateur de ce paramètre, puisque la céramique présente une couleur respectivement claire ou grise à noire¹³⁶. L'étendue de cette coloration peut également nous renseigner sur les temps de cuisson¹³⁷.

Ainsi, la chaîne opératoire de la céramique est un processus long divisé en de nombreuses étapes. Dans le cadre de cette étude, nous avons fait le choix de nous concentrer sur les étapes du façonnage et des finitions.

¹³³ *Ibid*, p. 140.

¹³⁴ *Ibid*, p. 132.

¹³⁵ *Ibid*, p. 147.

¹³⁶ *Ibid*, p. 150.

¹³⁷ *Ibid*, p. 248.

2) Méthodologie

A. Etude macroscopique

L'examen macroscopique est la première analyse à mener lors d'une étude technologique. En effet, retrouver les techniques de façonnage qui ont été utilisées équivaut à rechercher les traces caractéristiques qu'elles ont laissées sur les pots¹³⁸. Ces « macrotraces » sont étudiées à plusieurs échelles : à l'œil nu et à la loupe binoculaire (*cf* marqueurs grisés dans Tableau 3) et à la fois sur les surfaces interne et externe du pot et sur la tranche observée en section radiale (structure interne). Différents marqueurs sont considérés : la grille descriptive établie par Valentine Roux¹³⁹ a été reprise ici (Tableau 3).

¹³⁸ Livingstone-Smith 2001, p.111.

¹³⁹ Roux 2016, p. 182, tableau 2.1.

Paramètres	Variables	
Relief	Profil (= épaisseur des parois) : - <u>régulier</u> ou - <u>irrégulier</u>	
	Topographie : - <u>régulière</u> , - <u>discontinue</u> ou - <u>irrégulière</u> (creux et saillies)	Creux : - <u>dépressions</u> , - <u>fissures</u> , - <u>crevasses</u> , - <u>craquelures</u> , - <u>empreintes</u> Saillies : - <u>concentriques</u> ou - <u>ponctuelles</u> : <u>bosses</u> , <u>surépaisseurs</u> , <u>crêtes</u> et <u>plis de</u> <u>compressions</u>
Mode de fracture	Orientation : - <u>préférentielle</u> ou - <u>aléatoire</u>	
	Profil : - <u>fractures droites</u> , - <u>en arc de cercle</u> (en U ou arrondies) ou - <u>en biseau</u> (interne ou externe)	
Surface	Couleur : - Atmosphère <u>oxydante</u> (couleur claire) ou <u>réductrice</u> (couleur sombre) ; - <u>Homogène</u> ou <u>hétérogène</u>	
	Brillance : - <u>mate</u> ou - <u>brillante</u> (degré de brillance et développement sur le récipient)	
	Granularité : - <u>Saillants</u> (= surface grumeleuse, grains à découvert ou recouverts partiellement ou en totalité), - <u>Flottants</u> , - <u>Insérés</u> , - <u>Micro-</u> <u>arrachements</u>	
	Microtopographie : état de la surface - <u>Lisse</u> (fluidifié ou compact), ou - <u>Irrégulier</u>	
	Striation :	Dimensions : - <u>Fines</u> , - <u>Grossières</u> , - <u>Sillons</u> (larges et profondes) Disposition : - <u>Régulière</u> , - <u>Erratique</u> (<i>Orientation</i> : multidirectionnelle, verticale, horizontale, oblique ou concentrique ; <i>Organisation</i> : en bandes parallèles, subparallèles ou entrecroisées ; <i>Développement</i> : continu ou discontinu) Microrelief (bord, fond) : - <u>Fonds</u> : à surface fluidifiée ou compacte ; - <u>Bords</u> : Filetés, Nervurés, Empâtés, Festonnés, Ecaillés, (ou encore Indentés, Francs ou Diffus)
Traits décoratifs	Morphologie (technique, outils, gestes)	Microrelief (bord, fond) (état hygrométrique, étape de façonnage)
Tranche (section radiale)	Couleur : - <u>Marge</u> <u>externe</u> , - <u>Cœur</u> , - <u>Marge</u> <u>interne</u>	Structure interne
Dureté	Cassures <u>franches</u> ou <u>non franches</u>	

Tableau 3: Grille descriptive des marqueurs observables à l'oeil nu ou à faible grossissement (d'après Roux 2016)

Parmi ces marqueurs, ceux observables à l'œil nu (relief, mode de fracture, couleur et brillance de la surface, traits décoratifs, tranche, dureté) témoignent des forces appliquées sur la pâte ainsi que des outils et gestes employés. Ceux qui sont observables sous loupe binoculaire (granularité, microtopographie et striation) renseignent sur les forces appliquées, le degré d'hygrométrie, les outils et la nature du matériau argileux¹⁴⁰.

Afin d'identifier les techniques de façonnage, les marqueurs reconnus doivent être confrontés à ceux d'un référentiel préexistant. Celui-ci est constitué d'éléments ethnographiques ou expérimentaux, dont la chaîne opératoire est connue. Dans la mesure où nos recherches sont celles d'un mémoire de master qui comprend en outre d'autres méthodologies, il était relativement difficile de constituer notre propre référentiel. En ce qui concerne un référentiel ethnographique, la logistique est trop importante. De même, un référentiel expérimental doit être constitué dans des conditions très strictes¹⁴¹. Des hypothèses quant aux techniques de façonnage employées doivent être posées d'après les macrotraces observées. Elles mènent à la définition d'un protocole expérimental faisant varier un paramètre à la fois afin de révéler des traits diagnostiques univoques. Les expérimentations que nous avons pu mener se sont tenues en amont de notre étude tracéologique pour des raisons de calendrier, la session d'expérimentations se tenant en juin, période de transition entre notre master 1 et notre master 2. Ainsi, leurs résultats ne constituent pas véritablement un référentiel. En outre, l'ouvrage très complet de Valentine Roux *Des céramiques et des Hommes* réunit l'ensemble des traits diagnostiques de chaque technique de façonnage connue. Nous nous sommes ainsi largement appuyés sur celui-ci.

Il faut avoir conscience des difficultés dans l'identification des techniques utilisées¹⁴². Premièrement, toute opération est susceptible de faire disparaître les traces de celle(s) qui la précède(nt). En outre, certains marqueurs sont équivoques : une technique peut laisser différents types de traces sur la pâte et plusieurs techniques peuvent créer une même trace. Enfin, l'état de conservation d'un pot peut rendre la lecture technologique d'un pot impossible. De ce fait, Valentine Roux estime que seule une « combinatoire de traits »¹⁴³ diagnostiques d'une technique est significative.

¹⁴⁰ Roux 2016, p. 181.

¹⁴¹ *Ibid*, p. 179.

¹⁴² *Ibid*, p. 165.

¹⁴³ *Ibid*, p. 180.

B. Expérimentations

Notre degré d'expertise en matière de poterie étant limité, nous avons fait appel à l'aide de François Peyrat, céramiste depuis plus de 35 ans.

Ensemble, nous avons ainsi tenté de reproduire une oule, une cruche et une dourne, à partir des modèles archéologiques de Castel-Minier. M. Peyrat les a façonnées au tour, alors que nous les façonnions à la main. Par une simple observation à l'œil nu des pots que nous lui avons présentés, M. Peyrat a estimé que ceux-ci avaient été modelés, de par la présence d'empreintes sur la panse. Les individus archéologiques présentant néanmoins une certaine régularité, il n'excluait pas l'utilisation de l'ECR, d'où notre choix de tester plusieurs méthodes avec et sans ECR.

L'expertise d'un céramiste a également mis en évidence un mauvais emploi du terme « tournassage » dans la bibliographie concernant les Commingeuses. Celui-ci était utilisé pour exprimer un façonnage du bord à l'aide de l'ECR sur pâte humide. Il fait en réalité référence à une technique de préformage qui consiste à retirer des copeaux généralement sur le fond d'un pot à consistance cuir à l'aide de l'ECR. Néanmoins ce bord commingeois, partie la plus régulière des pots, a pu selon M. Peyrat être façonné au tour ou régularisé par pression à l'aide d'un morceau de cuir, d'un tissu ou de la main avec apport d'eau.

En ce qui concerne la matière première utilisée, nous avons à notre disposition trois types différents de terre, dont aucune ne s'apparentait véritablement à la Commingeuse. Néanmoins, nous avons essayé de nous approcher au plus de la pâte de celle-ci en préparant une terre la plus dégraissée possible et dont les grains étaient les plus visibles, mais qui restait assez malléable pour le façonnage de pots. Ainsi a été choisi un mélange d'une terre très fine et plastique et d'une autre trop dégraissée pour être malléable telle quelle.

C. Echantillonnage et représentativité

Le corpus étudié pour une analyse technologique doit être numériquement important, réparti sur l'ensemble de l'aire d'étude, bien callé chronologiquement et doit documenter l'ensemble de la tranche chronologique considérée¹⁴⁴. Dans notre cas, notre étude est une première approche et pour des raisons de temps essentiellement, seuls quelques individus ont été sélectionnés, à savoir les éléments les plus significatifs par leur conservation et/ou leur originalité¹⁴⁵. En effet, si l'ensemble des tessons a été observé systématiquement lors de l'inventaire et les macro-traces les plus évidentes enregistrées, l'analyse approfondie à l'œil nu et sous loupe binoculaire a porté sur un échantillon constitué des individus les plus complets et qui ont pu être attribués à une forme particulière. Une forme complète est plus à même de nous informer sur la chaîne opératoire, surtout si plusieurs techniques différentes ont été utilisées pour façonner le pot. De même, connaître l'emplacement du tesson sur le récipient complet est essentiel à la reconnaissance des traits diagnostiques et à leur interprétation en matière de technique. Une attention particulière a également été portée aux anses.

Finalement, quatre oules (Planches I, II et III), deux cruches (Planches XIII et XIV), une marmite (Planche X), une fourne (Planche XIX.1) et un fragment de fond de panse ont été sélectionnés (Annexe 4, Fig. 1).

¹⁴⁴ Ard 2014, p. 37.

¹⁴⁵ *Ibid*, p. 40.

3) Etude

A. Observations tracéologiques

Les descriptions des éléments sélectionnés sont regroupées en Annexe 4. Une première constatation est qu'il ne semble y avoir aucune distinction entre les différentes formes. Ainsi, nous regroupons ici les marqueurs retrouvés sur l'ensemble des éléments.

Relief

Le profil des pots est de façon générale irrégulier, bien que relativement décroissant de haut en bas. Néanmoins, les hauts de panse et les bords présentent une régularité plus importante entre des profils différents (Planche XIV) que la panse.

La topographie externe de la panse apparaît au premier coup d'œil régulière, elle est cependant relativement irrégulière. D'une part, de légères dépressions et bosses plus ou moins diffuses apparaissent sur toute la paroi et une bosse concentrique forme parfois une ondulation sous la jonction entre le bord et la panse (Planches I, III et XIV). En outre, à l'exception de la doune qui n'est représentée que par son haut de panse, la topographie externe des individus est discontinue, c'est la rupture de courbure en partie médiane ou basse de la panse décrite dans notre typologie. A son niveau, nous pouvons parfois observer une saillie ondulée concentrique ou ponctuelle, il s'agit d'une surépaisseur fine délimitant deux facettes (Planches I, II et X) (Figure 16). En ce qui concerne le fragment de fond de panse la rupture que l'on observe est celle de la naissance du fond lenticulaire.



Figure 16: Surépaisseur fine délimitant deux facettes (Marmite 3074-3126)

La topographie interne des pots est systématiquement plus irrégulière. De la même façon que la surface externe, l'intérieur des pots est bosselé : on observe des bosses et des creux sur l'ensemble de la paroi. Cette irrégularité présente les mêmes caractéristiques sur tous les individus, elle est néanmoins plus marquée sur certains (Planches I et XIX). Sur ceux où elle est la plus importante, nous observons ainsi mieux la nette distinction qui existe entre le haut de panse et le reste de la panse. Le haut de panse est relativement régulier : il présente des bosses et creux très diffus et de légères ondulations concentriques, qui sont seulement perceptibles au toucher. Le haut de panse forme souvent une surépaisseur par rapport à la panse, marquée par un détachement ponctuellement visible (Figure 17). Le reste de la panse est beaucoup plus bosselé. Des dépressions ponctuelles, plus ou moins allongées selon les individus et obliques se succèdent de façon rythmée, ce sont des empreintes de doigts¹⁴⁶ (Figure 18). En ce qui concerne le bas de panse, une surépaisseur concentrique du même type que celle retrouvée sur les hauts de panse est visible juste au-dessus de la naissance du fond (Annexe 4, Fig. 1). Le reste de sa surface est bosselée.

¹⁴⁶ Roux 2016, p. 183.



Figure 17: Surépaisseur et détachement du haut de panse (Cruche 2299-2342)



Figure 18: Dépressions rythmées (Dourne 2338)

Mode de fracture

Le mode de fracture est décrit selon l'orientation et le profil des fractures. Une orientation préférentielle est observée sur l'ensemble des individus. En effet, on observe de nombreuses fractures horizontales, dont certaines courent sur la totalité de la circonférence conservée (Planches II.1 et XIX). Les fractures sont également orientées verticalement, de façon à former un damier dans de nombreux cas (Planches II.1, III et Annexe 4 : Fig. 1) (Figure 19). Dans le cas des oules 3021, 3213, 2518-2519 et de la doune 2338, les fractures horizontales coïncident en partie avec la topographie ondulée du haut de panse. Le profil des fractures est généralement droit, parfois légèrement en biseau, notamment au niveau du haut de panse de l'oule 3021. Le profil en biseau a été notamment observé sur un élément de fond isolé de l'US 2342 (Figure 20).

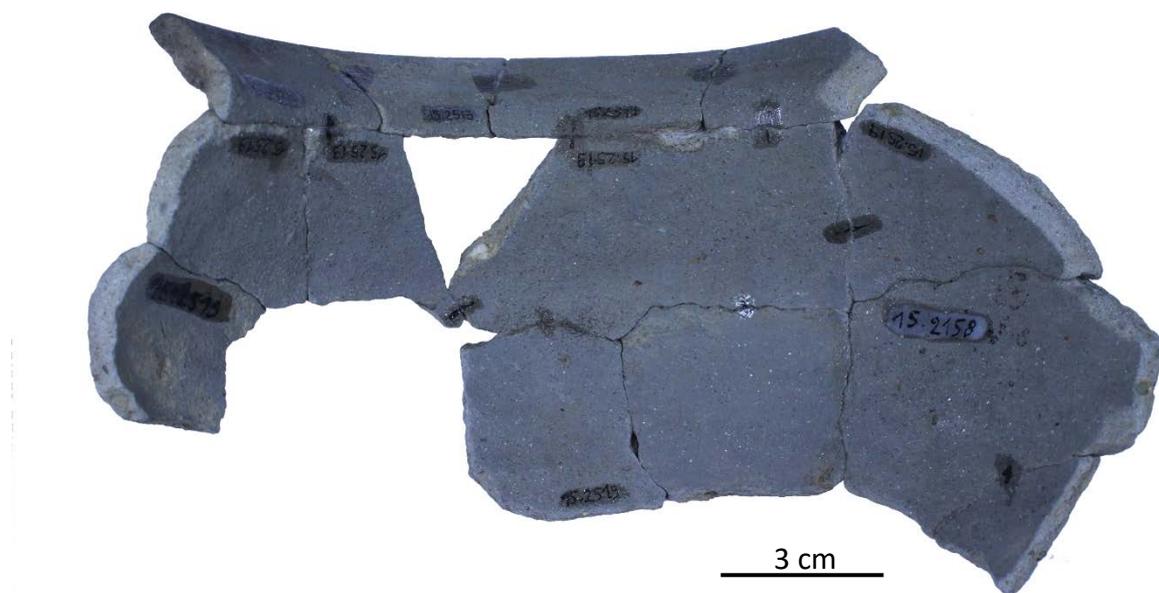


Figure 19: Fractures en damier (Oule 2518-2519)

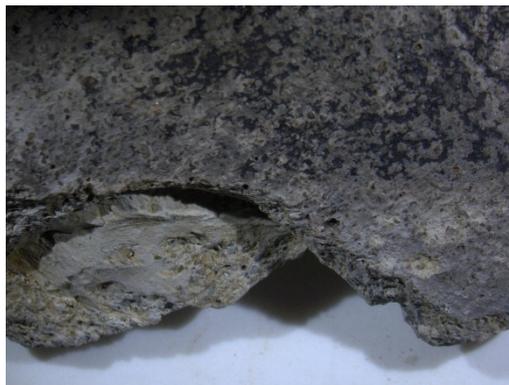


Figure 20: Fragment de fond à fracture en biseau alterné (US 2342)

Surface

La couleur de la surface des pots n'étant pas influencée par le façonnage nous ne détaillerons pas ce marqueur ici qui a été décrit pour chaque individu au sein de notre inventaire (Annexe 2). Notons néanmoins que toutes les Commingeoises présentent une surface mate.

Nous avons choisi de décrire la granularité, la microtopographie, c'est-à-dire l'état de la surface entre les grains¹⁴⁷, et la striation de la surface par zone : bord, haut de panse, panse, partie basse de la panse.

Le bord des individus observés présente systématiquement des grains saillants découverts, ou localement recouverts par un filet de barbotine (dans le méplat interne ou au creux du col) (Annexe 4, Fig. 2), une microtopographie lisse fluidifiée et des stries, lorsqu'elles sont visibles, parallèles, concentriques, à bord fileté et fond fluidifié (Annexe 4, Fig. 3). Ces marqueurs sont ceux que l'on peut observer sur les bords de nos pots expérimentaux qui ont été régularisés lorsque la pâte était encore humide à l'aide de la main régulièrement réhumidifiée.

De même que le bord, le haut de panse présente des grains saillants découverts ou partiellement recouverts de façon locale, que ce soit en face interne ou externe de la panse. Sa microtopographie est généralement lisse fluidifiée (Annexe 4, Fig. 4), plus rarement irrégulière.

¹⁴⁷ Roux 2016, p. 191.

Lorsqu'elle est irrégulière, les grains sont découverts. La striation lorsqu'elle est visible sur le haut des panses est semblable à celle des bords : concentrique, à fond fluidifié et bord fileté (Annexe 4, Fig. 5).

La partie principale de la panse, à l'intérieur des pots présente toujours des grains saillants partiellement recouverts, une microtopographie lisse fluidifiée ou irrégulière (Annexe 4, Fig. 6). Des stries en bandes parallèles verticales ou obliques et à bord fileté sont observables (Annexe 4, Fig. 7). La surface extérieure des pots au niveau de leur panse est semblable à celle des hauts de panse à l'exception des stries qui les parcourent : celles-ci sont d'orientation plus erratique et organisées en bandes parallèles discontinues, toujours à bord fileté (Annexe 4, Fig. 8). En dessous d'une surépaisseur qui marque une rupture de courbe, la surface externe est différente. Sur des zones ponctuelles ou plus étendues, les grains sont en effet insérés, la microtopographie est lisse mais compacte, les stries ont des bords plus francs (Annexe 4, Fig. 9) et on observe sur certains individus des micro-arrachements (Annexe 4, Fig. 10-11).

Tranche

Hormis l'observation de la couleur que nous ne traiterons pas ici car elle renvoie au type de cuisson utilisé, les tranches peuvent nous informer sur la structure interne des pots. Lors de nos observations, nous avons ainsi pu distinguer des jointures entre plusieurs éléments assemblés. Ces jointures sont généralement en biseau et situées essentiellement au niveau des hauts de panse (Annexe 4, Fig. 12). Plusieurs peuvent se succéder (Annexe 4, Fig. 13). Dans le cas du fond de panse, elles ont été observées au plus près de la naissance du fond (Annexe 4, Fig. 14). L'observation de ces jointures en biseau est régulièrement accompagnée d'une orientation « en S » des inclusions et vides présents dans la pâte (Annexe 4, Fig. 13 et 15), comme c'est encore une fois particulièrement visible sur le fond de l'US 2342 (Figure 21).



Figure 21: Orientation en S de la masse argileuse (US 2342)

Anses

En ce qui concerne les anses, nous avons observé sur leur surface à grains saillants découverts ou partiellement recouverts des stries filetées et une microtopographie lisse fluidifiée (Annexe 4, Fig. 16). Lors de nos expérimentations, nous avons tenté plusieurs méthodes de façonnage des anses. Certaines ont été tirées : une petite motte d'argile est « tirée », c'est-à-dire qu'un geste répétitif réalisé sur pâte humide, et constamment réhumidifiée, est appliqué de bas en haut de façon à « tirer » l'argile. La terre est alors délavée, les inclusions tracent des stries, mais celles-ci sont à bord nervuré. Ce type d'anses est généralement « évasé » : l'anse est plus fine à l'extrémité inférieure. On peut obtenir soit une section ronde, soit une section rubanée.

Des anses ont été façonnées à partir d'un colombin. Par cette méthode, l'épaisseur de l'anse est relativement régulière et de section ronde. Une section « rubanée » peut néanmoins être obtenue en tirant légèrement l'anse et en la pinçant pour l'aplatir. Des stries à bord fileté apparaissent alors. Un trou se forme parfois au cœur du colombin, semblable à ceux observés au cœur de certaines pièces archéologiques (Figure 22).



Figure 22: Anses expérimentales (à gauche) et archéologiques (à droite) présentant une cavité centrale

Des anses ont également été tirées à la clé : une clé est plongée verticalement dans une grosse masse homogène d'argile et en est extraite rapidement dans un geste horizontal. Le boudin créé par le « creux » de la clé a la forme de celui-ci (ronde à cannelée, voire de forme plus complexe) et peut être utilisé comme anse. Ce type d'anses présente une largeur régulière sur toute leur longueur. La surface est à grains saillants et à microtopographie irrégulière et on observe des stries à bord plus franc.

De ce fait, nous estimons que les anses des cruches et de la marmite archéologiques étudiées, d'une largeur régulière sur toute leur longueur, et présentant des stries filetées ont pu être façonnées à partir d'un colombin. La cavité centrale visible au creux de l'anse de la cruche 3021 (Figure 23) semble aller dans ce sens.



Figure 23: Anse à cavité centrale (Cruche 3021)

B. Premières pistes de chaîne opératoire de la Commingeaise

La première affirmation que l'on peut faire est que les pots commingeois sont façonnés sans ECR. Ceci a été confirmé lors de nos expérimentations pendant lesquelles les pots ont été façonnés en double, une fois à l'aide d'un tour, une seconde à la main (Figure 24). Sur les pots tournés, des stries de tournage apparaissent et la surface n'est pas bosselée comme l'est celle des pots modelés sans tour, et ce malgré des tentatives « d'irrégularisation » de la panse pour coller au mieux au modèle archéologique. Combinée à des profils irréguliers, cette absence de stries est caractéristique d'un ébauchage sans ECR¹⁴⁸.

Un relief marqué par des ondulations concentriques, la présence de surépaisseurs concentriques et une orientation préférentielle horizontale des cassures permettent de préciser la technique employée puisque ce sont les traces d'un montage au colombin¹⁴⁹. Cette technique consiste à former des rouleaux de pâtes, les colombins, puis à les superposer les uns sur les autres pour former la forme voulue. Les colombins sont ensuite assemblés par pincement, écrasement ou étirement¹⁵⁰. Que certaines fractures courent sur l'ensemble de la circonférence des pots est généralement le fait d'un séchage intermédiaire lors du façonnage¹⁵¹. Un profil de fracture droit est créé lorsque des colombins sont déposés l'un sur l'autre sans que leur section soit modifiée, alors qu'un profil en biseau, qui est parfois observé dans la partie supérieure du pot ou au contraire près du fond, indique une pose de colombin par pincement ou écrasement¹⁵². Ce profil biseauté est retrouvé dans la structure interne de la pâte lorsque des jointures ont pu être identifiées. L'orientation « en S » de la structure interne d'un pot peut être créée par une faible déformation des colombins lorsque la technique du pincement est utilisée. C'est particulièrement ce critère et celui de la présence de surépaisseurs qui semblent pouvoir identifier la technique du colombinage par pincement. Les autres critères pouvant également

¹⁴⁸ Roux 2016, p. 200.

¹⁴⁹ *Ibid*, p. 200-202.

¹⁵⁰ *Ibid*, p. 80.

¹⁵¹ *Ibid*, p. 202.

¹⁵² *Ibid*, p. 203.

être reconnus lors d'un montage à la plaque¹⁵³, autre technique d'ébauche sans ECR à partir d'éléments assemblés.



Figure 24: Cruche tournée (à gauche) et cruche modelée (à droite) comparées à une cruche archéologique (Cruche 3021)

Il semble ainsi que la technique du colombinage par pincement puisse être celle qui a servi au façonnage des Commingeoises étudiés. Néanmoins, l'ensemble des traits mentionnés ont été observés essentiellement en partie haute et en partie basse des pots. Aucune jointure n'a à ce jour été mise en évidence dans la partie médiane de la panse lorsqu'elle a été conservée. Les profils des fractures y étaient généralement droits. La surface bosselée, notamment interne, peut être le fait d'un modelage par pincement ou par étirement¹⁵⁴. Néanmoins, si la partie haute et basse des pots sont façonnées aux colombins comme nous en émettons l'hypothèse, il nous paraît raisonnable de penser que la partie intermédiaire le soit également. La continuité des fractures en damier sur la panse de l'oule 2518-2519 (Figure 19) pourrait renforcer cette idée.

¹⁵³ *Ibid*, p. 207.

¹⁵⁴ *Ibid*, p. 208.

La technique de préformage se définit par l'état hydrométrique de la pâte lorsqu'elle est appliquée et par le type de force employé : pression ou percussion. Les dépressions rythmées sur les parois internes correspondent aux empreintes des doigts d'une main venue en support lors de la mise en forme du pot¹⁵⁵. Elles sont caractéristiques d'un état humide de la pâte. C'est également le cas de la présence de stries sur une surface à grains saillants et dont la microtopographie est lisse fluidifiée ou irrégulière¹⁵⁶. Leur orientation nous informe sur le geste du potier. L'ensemble de ces marqueurs sont ceux d'un préformage par pression sur pâte humide. Cet état hydrométrique semble pouvoir être confirmé par la présence de ce qui pourrait être des plis de compression sur certains fragments d'oule (Figure 25), qui sont symptomatiques d'une compression du diamètre sur pâte humide¹⁵⁷. Leur orientation oblique témoigne d'un mouvement rotatif. Celui-ci a probablement créé les stries continues et concentriques du bord. Ainsi c'est une pression continue sur pâte humide qui semble avoir mis en forme les bords de nos pots.

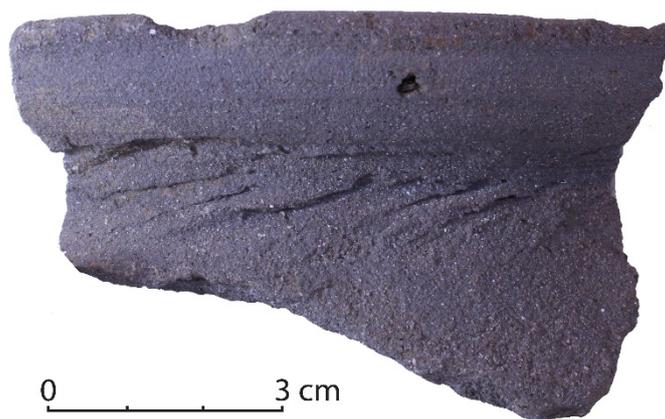


Figure 25: Plis de compressions (Oule - US 3031)

Des stries à bord filetées telles qu'on les observe sur les bords ou sur les hauts de panse peuvent également être les traces d'une opération de finition par lissage sur pâte humide¹⁵⁸. Les grains saillants partiellement recouverts et la microtopographie lisse fluidifiée indiquent que l'outil utilisé était imprégné d'eau¹⁵⁹.

¹⁵⁵ *Ibid*, p. 214.

¹⁵⁶ *Ibid*.

¹⁵⁷ *Ibid*

¹⁵⁸ *Ibid*, p. 236.

¹⁵⁹ *Ibid*, p. 237.

Des grains insérés, une microtopographie compacte et la présence de micro-arrachements sont généralement caractéristiques d'une technique de préformage sur pâte à consistance cuir¹⁶⁰. Ces marqueurs témoignent du rabotage ou raclage de la paroi qui crée une striation erratique et peut éventuellement mener à un déplacement de pâte, tel celui qui est marqué par la surépaisseur au niveau de la rupture de courbe de la panse. Les micro-arrachements apparaissent lorsque l'outil utilisé marque un angle important avec la panse.

Lors de nos expérimentations, nous avons pris le parti de mettre en forme les bords de nos pots en exerçant une pression sur pâte humide à l'aide d'une main humidifiée et les panses à l'aide de la technique du battage (percussion sur pâte à consistance cuir). Les marqueurs observés sur les bords expérimentaux correspondent à ceux des pots archéologiques (grains saillants en partie recouverts, microtopographie fluidifiée, stries). Cependant, si les pots expérimentaux présentent des grains insérés et une microtopographie compacte semblables aux pots archéologiques, aucune strie n'est visible.

Finalement, l'ensemble de nos observations nous permettent d'émettre une hypothèse assez précise sur la technique de façonnage des Commingeoises. Nous estimons ainsi que les pots ont été montés aux colombins, régularisés par pincement ; que leur partie haute a été mise en forme sur pâte humide par l'application d'une pression continue, avec mouvement de rotation pour le bord ; que la panse a été mise en forme sur pâte à consistance cuir par raclage ; et que le bord a fait l'objet d'une finition par pression continue sur pâte humide à l'aide d'un outil imprégné d'eau.

Nos expérimentations semblent aller dans le même sens ou du moins ne pas infirmer cette hypothèse. En effet, nous avons pris le parti de mettre en forme les bords de nos pots en exerçant une pression sur pâte humide à l'aide d'une main humidifiée et les panses à l'aide de la technique du battage (percussion sur pâte à consistance cuir). Les marqueurs observés sur les bords expérimentaux correspondent à ceux des pots archéologiques (grains saillants en partie recouverts, microtopographie fluidifiée, stries). Cependant, si les pots expérimentaux présentent des grains insérés et une microtopographie compacte semblables aux pots archéologiques, aucune strie n'est visible alors que c'est le cas sur les pots archéologiques.

Les techniques de façonnage ainsi définies devront néanmoins être confirmées d'une part par l'étude de pots plus nombreux et plus complets (le façonnage du fond doit notamment être précisé), d'autre part par des expérimentations prenant en compte nos hypothèses ici présentées.

¹⁶⁰ *Ibid*, p. 216.

Partie III : Microscopie optique et pétrographie

La partie archéométrique de notre étude a été réalisée au CAIS de l'Université de Géorgie (Etats-Unis). Dans l'incapacité d'emporter et d'analyser pétrographiquement et chimiquement l'ensemble de notre corpus, il était nécessaire de l'échantillonner. Plusieurs critères ont été pris en considération et ainsi ont été privilégiés les tessons provenant d'unités stratigraphiques (US) anthropiques et/ou chronologiquement bien datées, les tessons les plus caractéristiques de chacun des quatre groupes techniques définis auparavant et ceux appartenant à des individus dont la forme était connue. Au total, 140 échantillons ont été sélectionnés et ont pu être envoyés au CAIS.

1) Principes et méthodologie

On l'a vu, la pétrographie comprend la description, la classification et l'interprétation des pâtes céramiques¹⁶¹.

A. Préparation des échantillons

Ce type d'étude nécessite la constitution de lames minces : les fragments de céramique sont fixés sur une lame de verre avant d'être abrasés et polis jusqu'à une épaisseur standard de 30 µm et recouverts d'une lamelle de verre¹⁶². Celles qui ont permis l'élaboration de ce mémoire ont été réalisées par le laboratoire Quality Thin Sections de Tucson AZ aux Etats-Unis. Ce sont des lames minces standards de dimensions 24*46 mm et d'une épaisseur de 30µm.

¹⁶¹ Freestone 1995, p. 111.

¹⁶² Gribble et Hall 1992, p. 28.

Dans la mesure du possible (c'est-à-dire si la position et l'orientation du tesson sur le pot d'origine est connue), la découpe des tessons se fait de façon à obtenir une section du profil vertical de la pièce, dans le but d'observer les microstructures pouvant nous renseigner sur la technique de réalisation de la poterie (Figure 26). De même, si le tesson présente une anse, un bec ou encore un décor, la section doit, si possible, recouper cette caractéristique. Le découpage des tessons a été réalisé à l'aide d'une scie à lame diamantée afin d'obtenir une coupe propre et régulière.



Figure 26: Section verticale d'un tesson

B. Microscopie et minéralogie optique

Principe et méthode d'observation

L'observation des lames minces se fait à l'aide d'un microscope optique. Il en existe deux catégories. La première est le microscope optique à lumière transmise. La lumière qui permet l'observation de l'échantillon est générée par transmission : elle traverse l'échantillon. Ce type de microscope permet l'étude des minéraux transparents. Le second type pouvant être utilisé pour la pétrographie génère une lumière qui est réfléchiée sur l'échantillon avant de parvenir à l'optique. Il permet l'observation des minéraux opaques et est surtout utilisé pour la métallographie¹⁶³. Dans les deux cas, la lumière provient généralement d'une lampe halogène à filament de tungstène¹⁶⁴ et est focalisée sur l'objet observé par le biais d'un condenseur¹⁶⁵. Pour notre étude, c'est un microscope optique à lumière transmise qui a été utilisé. Il s'agit d'un OMAX 40X-1000X PLAN Trinocular Infinity Polarizing Microscope¹⁶⁶ de modèle M838PL, agrémenté d'une caméra digitale de 10MP. Sa lampe halogène a une puissance de 24V/100W.

¹⁶³ Kerr 1977, p. 13.

¹⁶⁴ Gribble et Hall 1992, p. 1.

¹⁶⁵ *Ibid*, p.3.

¹⁶⁶ <http://www.microscopenet.com/omax-40x1000x-plan-trinocular-infinity-polarizing-microscope-with-10mp-digital-camera-p-10178.html>

Le microscope nécessaire à la pétrographie est dit polarisant. La lumière blanche est constituée de particules appelées photons se déplaçant en ondes électromagnétiques dans toutes les directions. Lorsqu'elle est polarisée, elle ne se déplace plus que dans une seule direction, selon un seul plan (Figure 27)¹⁶⁷.

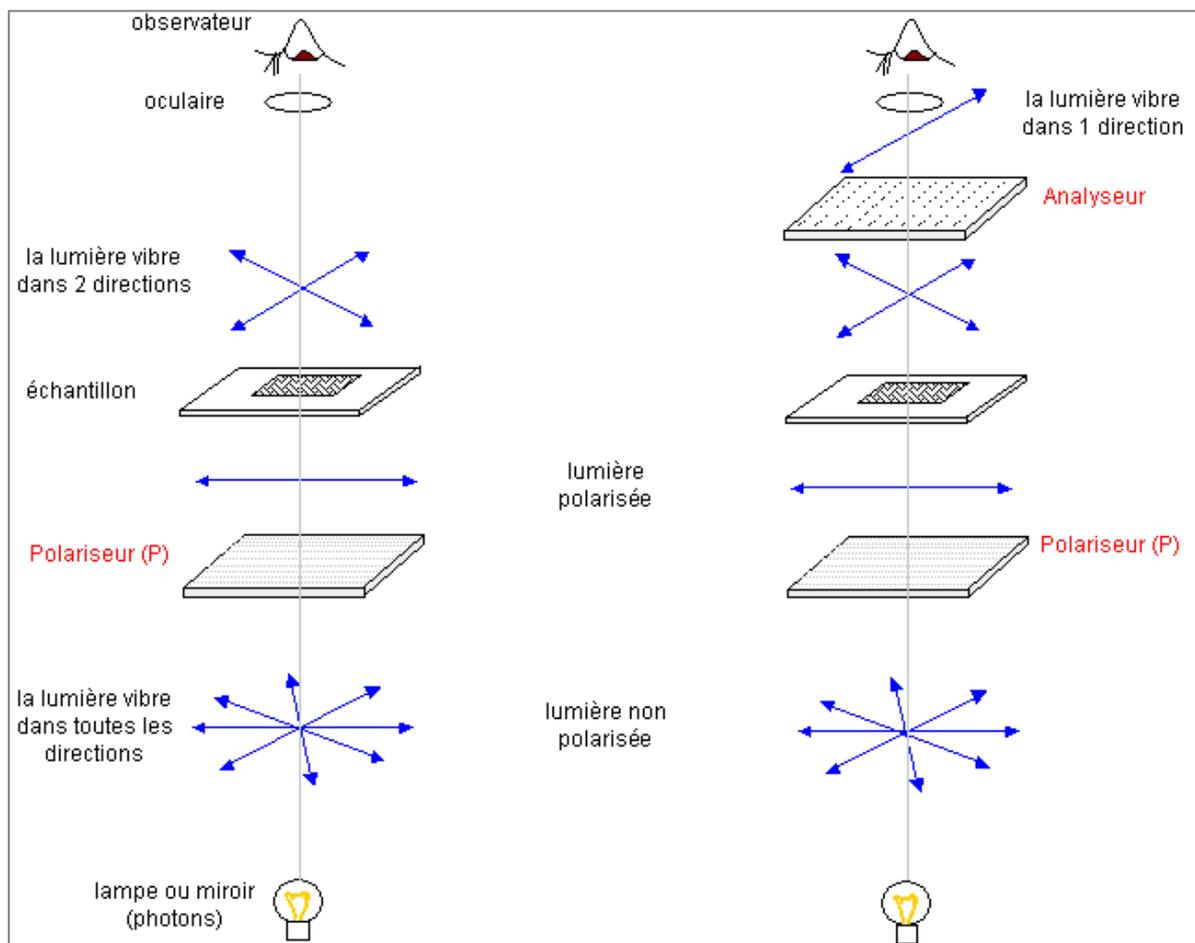


Figure 27: Schéma d'un microscope optique à transmission (<http://svtmarcq.e-monsite.com/pages/les-roches-de-la-croute-terrestre-1ere-s.html>)

Les lames minces peuvent être observées soit sous lumière polarisée non analysée (LPNA) ou plane polarized light (PPL), soit sous lumière polarisée analysée (LPA) ou crossed polarized light (XPL) (Figure 28). Au sein du microscope, un premier filtre polarisant (le polariseur) est par défaut placé entre la source de lumière et l'échantillon, celui-ci est alors observé sous LPNA¹⁶⁸. Le microscope possède un second filtre polarisant amovible

¹⁶⁷ Gribble et Hall 1992, p. 180.

¹⁶⁸ *Ibid*, p. 1.

(l'analyseur) qui peut se placer entre l'échantillon et l'observateur, la lame mince est étudiée sous LPA. Les plans des deux filtres sont perpendiculaires : en l'absence de lames minces, lorsque l'analyseur est utilisé aucune lumière n'est transmise et ne peut être observée à travers l'oculaire¹⁶⁹.

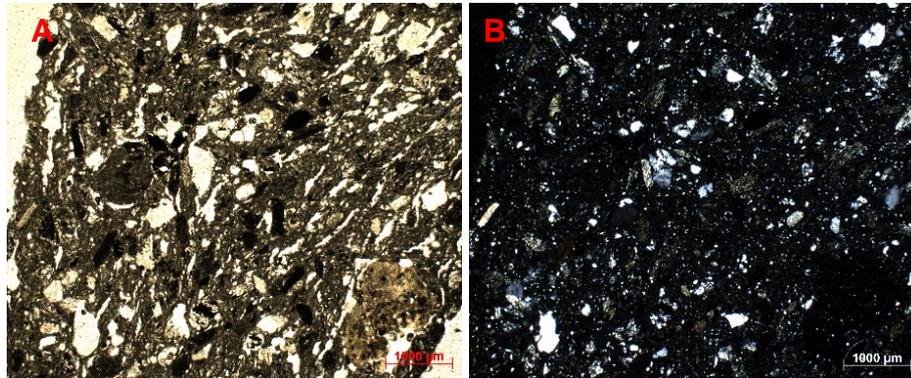


Figure 28: Lame mince observée a) sous LPNA et b) sous LPA.

Les minéraux présents dans les matières premières des céramiques ont une forme cristalline : ils sont constitués d'un réseau d'atomes qui se répètent. Lorsque la lumière polarisée traverse ce réseau, elle subit les phénomènes de réflexion et de réfraction et se diffuse dans plusieurs directions. L'analyseur permet de polariser de nouveau la lumière selon un seul plan (Figure 27).

Minéralogie

Le microscope permet ainsi d'observer les propriétés optiques caractéristiques de chaque minéral. Huit d'entre elles sont particulièrement intéressantes à observer car elles permettent une identification quasi systématique : ce sont la couleur, le pléochroïsme, la forme, les clivages, le relief, la biréfringence, l'extinction et les macles. Certaines sont observables sous LPNA, d'autres sous LPA¹⁷⁰.

La couleur fait référence à la coloration naturelle d'un minéral, celle qui apparaîtrait s'il avait une taille macroscopique. Elle est observable sous LPNA et varie d'incolore à des tons très prononcés essentiellement de brun, jaune et vert. Cette caractéristique dépend de la capacité de chaque minéral d'absorber une, plusieurs, aucune (il est alors incolore) ou toutes les

¹⁶⁹ *Ibid*, p. 4.

¹⁷⁰ Pour l'ensemble de la partie suivante, voir *Ibid*, p. 5-12 et 180-201.

longueurs d'onde constituant la lumière (il est dans ce dernier cas opaque). En effet, celle-ci se diffuse selon différentes longueurs d'onde qui apparaissent sous différentes couleurs variant entre l'ultraviolet et l'infrarouge.

Le pléochroïsme dérive de la couleur et s'observe ainsi sous LPNA. Un minéral pléochroïque change de couleur lorsqu'il est mis en rotation à l'aide de la platine mobile du microscope. C'est le cas des minéraux qui absorbent plusieurs longueurs d'ondes selon différents plans. Avec la couleur, le pléochroïsme peut être très utile pour distinguer les minéraux.

Observée sous ou LPNA ou LPA, leur forme peut également être caractéristique. La structure cristalline de chaque minéral lui confère en effet une apparence unique : allongée, prismatique, cubique, aciculaire, etc. Lorsqu'un minéral a pu se former librement et acquérir une de ces formes géométriques, il est dit automorphe. Dans le cas contraire, lorsque sa formation a été contrainte par les minéraux qui l'entourent et qui l'ont précédé un minéral est xénomorphe, c'est-à-dire de forme imparfaite, quelconque¹⁷¹. Ce critère morphologique est particulièrement efficace dans le cas d'étude de lames minces de roches. Pour la céramique, on l'a vu, les matières premières utilisées ont subi une érosion et un transport avant de se déposer. Ces processus entraînent une altération des minéraux qui gardent rarement leur forme d'origine.

Les clivages sont visibles sous LPNA et LPA. Ce sont des plans de fracture préférentiels au sein d'un minéral liés à des faiblesses au sein de sa structure cristalline. Les plans de clivages sont parallèles et un minéral peut n'en posséder aucun, un seul ou plusieurs. S'il en possède deux, trois ou quatre, ils se croisent selon un ou des angles caractéristiques (Figure 29).

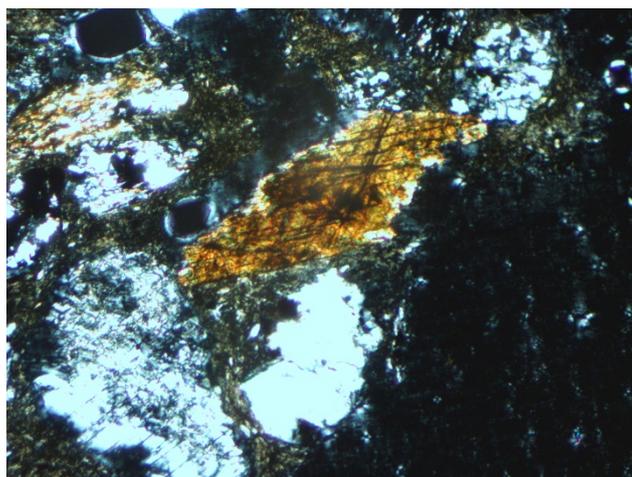


Figure 29: Deux plans de clivage à 120° dans une amphibole.

¹⁷¹ Peycru *et al.* 2015, p. 670.

Le relief d'un minéral est lié à la différence entre son indice de réfraction et celui de la résine grâce à laquelle la section de céramique est maintenue entre la lame et la lamelle. Si les deux indices sont proches, le minéral apparaît plat, plus la différence est importante, plus le minéral apparaît en relief, rugueux. On parle d'un relief très faible, faible, modéré, haut ou très haut.

La biréfringence d'un minéral correspond à la différence entre son indice de réfraction maximum et son indice de réfraction minimum. Elle est identifiée grâce à la couleur sous laquelle le minéral apparaît en LPA. En effet, la lumière est constituée de plusieurs ondes, dont les longueurs d'onde différent et sont toutes visibles sous des couleurs dissemblables (selon un spectre allant de l'ultra-violet à l'infra-rouge). Lorsque la lumière blanche traverse un minéral, une partie de ces ondes est réfractée au moment où elles entrent dans le réseau cristallin, une autre lorsqu'elles en ressortent. Cela crée une interférence : la lumière n'est plus blanche, mais apparaît sous les couleurs des différentes longueurs d'ondes concernées. La biréfringence dépend ainsi de l'épaisseur du minéral (d'où la nécessité d'une lame mince standard de 30 μm) et de l'orientation du minéral dans la lame. Chaque minéral possède néanmoins une variation définie de biréfringence (Figure 30). Les couleurs d'interférence sont classées selon une échelle, appelée échelle des teintes de Newton (parfois charte de Michel-Lévy). Celle-ci est divisée en quatre classes de couleurs : premier ordre (gris, blanc, jaune et rouge), deuxième ordre (violet, bleu, vert, jaune, orange et rouge), troisième ordre (indigo, vert, bleu, jaune, rouge et violet) et quatrième ordre (rose et vert pâles). Les couleurs de chaque ordre sont plus claires que celles de l'ordre précédent. Les minéraux isotropes absorbent l'ensemble du spectre de couleurs : ils sont opaques sous LPA et n'ont pas de biréfringence visible.

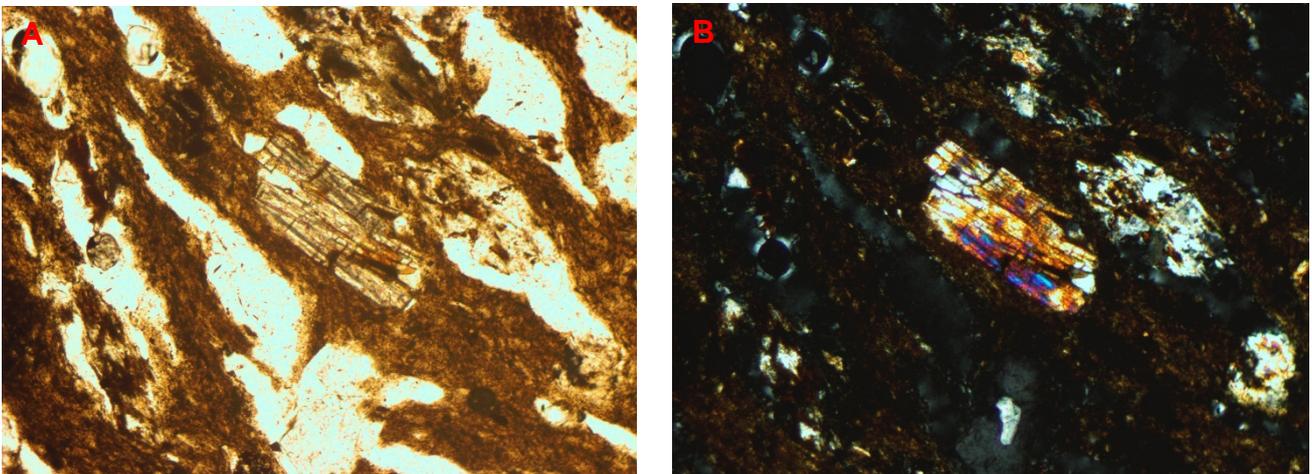


Figure 30: Pyroxène a) sous LPNA et b) sous LPA avec une couleur de biréfringence du deuxième ordre

Sous LPA, un minéral entre en extinction quatre fois lorsqu’il fait un tour de 360°. L’angle d’extinction est la différence entre la position d’un minéral en extinction et sa position lorsqu’un de ces plans cristallographiques, de clivage ou de macle (voir paragraphe suivant) est parallèle au repère orthonormal du microscope. L’angle d’extinction est crucial pour distinguer certains minéraux, notamment les feldspaths plagioclases. L’extinction peut être droite/parallèle (angle de 0°) ou oblique (angle supérieur à 1°).

Un minéral possède des macles lorsqu’il présente des plans de cristallisation à extinction différentielle (Figure 31). Une macle peut être simple (deux plans parallèles différents), polysynthétique (multiples plans parallèles), de Carlsbad (deux plans en partie croisés) ou complexe (plans parallèles et perpendiculaires, c’est le cas du feldspath microcline).

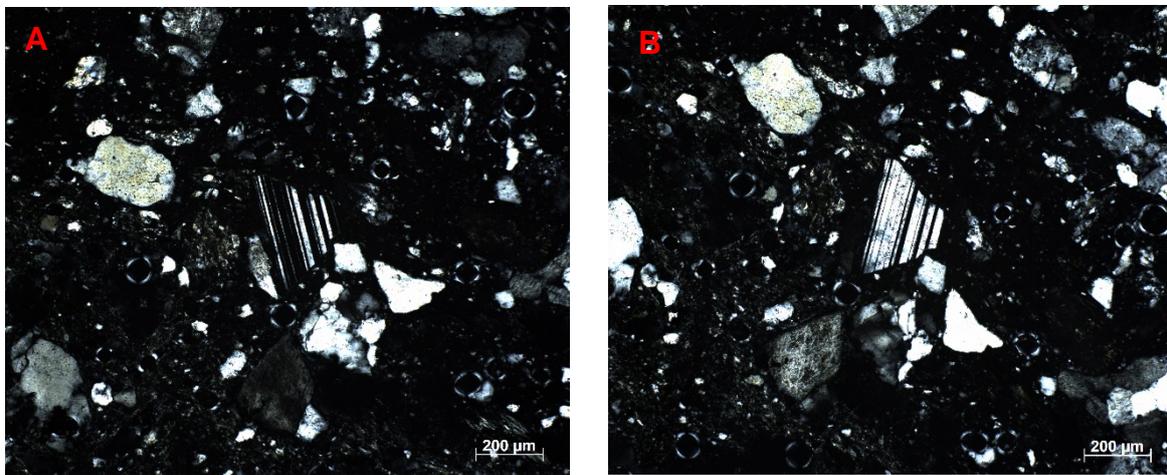


Figure 31: Feldspath à macles polysynthétiques

Les minéraux possèdent tous leurs propres caractéristiques, mais peuvent en partager certaines. C’est la combinaison de l’ensemble qui nous permet de les distinguer.

C. Acquisition des données

La première étape d'une étude pétrographique de céramiques est la description de chaque lame mince. L'objectif est d'enregistrer de façon systématique et standardisée toutes les observations faites au microscope polarisant afin que la lame mince puisse être visualisée par n'importe quel lecteur.

En premier lieu, la méthode d'acquisition de la lame mince doit être précisée, c'est-à-dire si la section de céramique est radiale, transversale ou d'orientation inconnue, et si l'ensemble du tessou a-t-il été sectionné ou une partie seulement, si oui laquelle.

La description de la lame mince considère ensuite la microstructure des différents composants de la pâte céramique (masse fine, fraction grossière et porosité). L'objectif est de caractériser les *pétrofabriques* et *pétrofaciès* de la céramique étudiée, c'est-à-dire « l'organisation multi-scalaire de la masse fine et l'agencement des constituants grossiers au sein de la masse fine » et « l'ensemble des caractères pétrographiques, minéralogiques et granulométriques des constituants grossiers et des caractères minéralogiques de la masse fine ». ¹⁷²

La masse fine correspond à la matrice argileuse qu'il est impossible de modifier en raison de la taille de ses particules (moins de 6 μm , soit les limons très fins et les argiles selon la classification granulométrique ¹⁷³). Elle est décrite par sa couleur (ou ses couleurs) en LPNA et son activité optique en LPA. Si elle laisse passer la lumière, elle est active, auquel cas on peut préciser son type d'assemblage de biréfringence c'est-à-dire « l'orientation et organisation géométrique des domaines argileux et de la fraction grossière anisotropes » ¹⁷⁴. Elle est dite inactive lorsqu'elle est opaque. Dans le cadre de ces premières recherches, seule l'activité optique a été observée. Les inclusions minérales de moins de 10 μm qu'elle contient sont également décrites, notamment les opaques, par leur taille, leur couleur et leur abondance, et leur nature est si possible précisée grâce aux propriétés optiques présentées plus haut.

La fraction grossière comprend les inclusions contenues naturellement dans la pâte (minéraux, fragments de roches, fossiles) et/ou celles qui ont été ajoutées comme dégraissant (sable, os, matières organiques, etc). Les inclusions sont décrites par leur nature, leur forme

¹⁷² Roux 2016, p. 167.

¹⁷³ Nichols 2009, p. 7, Fig. 2.2.

¹⁷⁴ Roux 2016, p. 170.

(sphéricité), leur abondance, leur taille et leur tri granulométrique. Pour ces critères, les chartes établies par le Prehistoric Ceramics Research Group ont été utilisées¹⁷⁵. Le ratio $f:c_{0.062\text{ mm}}$ entre le nombre d'inclusions fines (de moins de 0.062 mm, soit les limons¹⁷⁶) et le nombre d'inclusions grossières (de plus de 0.062 mm, soit à partir des sables très fins¹⁷⁷) est également calculé. La répartition (orientation et distribution) de la fraction grossière doit de même être précisée¹⁷⁸.

La porosité doit également être décrite en termes de forme, d'abondance et d'orientation¹⁷⁹. En effet, des fentes (vides allongés) ou cavités sont souvent les témoins de la jonction de plusieurs masses de matière première, des fissures (vides allongés plus fins) peuvent être créées lors du séchage ou d'un façonnage au tour, ou encore des vésicules (vides subsphériques) se forment lors de l'échappement d'air pendant la cuisson ou lors d'un façonnage à la main. Des vides de formes diverses peuvent être d'origine organique, notamment s'ils ont une orientation préférentielle : ils témoignent de l'utilisation d'un dégraissant qui s'est consommé au cours de la cuisson.

Ces descriptions minutieuses des lames minces constituent les données de l'étude pétrographique qui doivent être traitées et analysées. Dans le cadre de ces recherches, un corpus de quinze lames minces a été étudié, choisies dans les quatre principaux groupes macroscopiques. Leurs descriptions sont regroupées en Annexe 6. Elles peuvent être analysées en termes d'origine des matières premières et de chaîne opératoire.

¹⁷⁵ PCRG 2010, Appendix 3-6, p. 48-52.

¹⁷⁶ Nichols 2009, p. 7, Fig. 2.2.

¹⁷⁷ *Ibid*, p. 7, Fig. 2.2.

¹⁷⁸ Roux 2016, p. 198.

¹⁷⁹ *Ibid*, p. 171 et 197-198.

2) Groupes pétrographiques

Une fois que l'ensemble du corpus de lames minces a été étudié, l'identification de leurs similarités et différences doit mener à la distinction et la définition d'un ou plusieurs groupes techno-pétrographiques. La description de ceux-ci doit être celle d'une lame mince typique qui résume les caractéristiques de toutes les lames minces du groupe en incluant leur diversité.

Nous pensons nécessaire ici de rappeler que cette étude pétrographique ne doit pas être considérée comme aboutie mais plutôt comme l'introduction d'une recherche plus approfondie. En effet, d'une part, la formation que nous avons reçue est relativement courte. Deux mois seulement ont été consacrés à la fois à l'apprentissage des méthodes de minéralogie et pétrographie et à cette étude. Notre degré d'expertise est ainsi limité. D'autre part, nous avons sélectionné 15 échantillons répartis dans les principaux groupes macroscopiques définis, c'est un corpus relativement faible, sa représentativité de l'ensemble des Commingeoises est à relativiser.

La définition des groupes pétrographiques nous a posé quelques difficultés. En effet, lors d'une première observation rapide une apparente homogénéité des lames minces apparaît. Cependant, il existe en réalité une variété importante au sein des critères observés suivants : couleur et activité de la matrice argileuse, répartition des inclusions et nature des inclusions les plus rares. Créer des groupes pétrographiques exclusifs pouvait ainsi signifier qu'ils n'incluent qu'une ou deux lames minces. Nous avons pris le parti, dans la mesure où la couleur de la matrice argileuse et le ratio f:c semblent deux critères qui coïncident véritablement, de créer deux groupes pétrographiques principaux à partir de ceux-ci. En effet, un ratio f:c d'environ 30:70 est observé sur les échantillons dont la matrice argileuse est marron, alors qu'un ratio plus équilibré ou inversé de 45:55 à 60:40 est associé à une matrice argileuse grise. Au sein de ces deux groupes, des sous-groupes ont été créés d'après la nature des combinaisons minérales, qui se distingue par l'absence ou la présence de tourmaline et/ou d'amphibole et/ou de pyroxène.

Les groupes et sous-groupes définis sont décrits ci-dessous.

A. Groupe I

Le premier groupe pétrographique (Figure 32) que nous distinguons comprend les échantillons 1.06, 1.11, 1.17, 2.07, 2.15, 2.22, 2.27, 2.40 et 4.04. Leur matrice argileuse est gris foncé à clair en LPNA ; elle est active en LPA, mais celle des échantillons 2.15, 2.22, 2.27 et 4.04 est en partie inactive. Elle inclue des quartz épars (3-7%), de rares opaques noirs (1-3%) jusqu'à 1 mm, et de très rares micas (jusqu'à 1 %). Vésicules et fissures modérées à communes (10-20%), jusqu'à 1.5 mm.

Les inclusions (f:c ratio = 45-60:55-40) sont faiblement à modérément triées.

Groupe I.1

Pour le sous-groupe I.1 (échantillons 2.15, 2.22, 2.40 et 4.04), elles incluent un limon grossier à un sable très grossier, arrondi à anguleux, de quartz (5-10%) et de micas (2-5%), des biotites et muscovites. Sable moyen à grossier, arrondi à anguleux, de fragments de roche épars (3-7%), et rare sable fin à grossier de feldspath alcalin ou plagioclase (1 %). Très rares pyroxènes et minéraux de tourmaline, jusqu'à 50 µm, inclus dans des minéraux de quartz. Un échantillon (2.15) comprend un grenat.

Groupe I.2

Les inclusions du sous-groupe I.2 (échantillons 1.06, 1.11, 1.17, 2.07 et 2.27) incluent un sable très fin à très grossier, arrondi à anguleux, de quartz (7-10%) et de micas (1-3%), biotites et muscovites. Sable moyen à grossier, arrondi à anguleux, de fragments de roche épars (2-5%), et rare sable fin à grossier de feldspath alcalin ou plagioclase (1 %). Très rares sable très fin à moyen d'amphibole et de pyroxène et grains de tourmaline, jusqu'à 50 µm, inclus dans des minéraux de quartz.

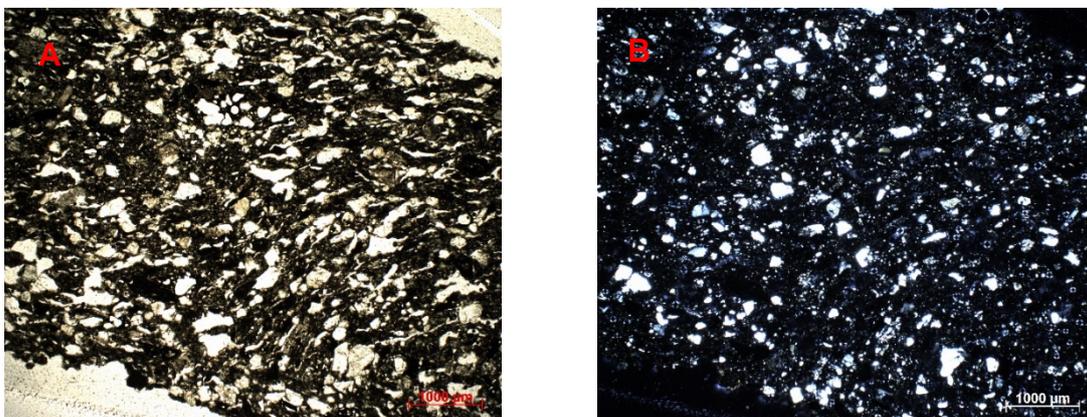


Figure 32: Groupe pétrographique I en LPNA et LPA

B. Groupe II

Le second groupe pétrographique (Figure 33 comprend les échantillons 1.07, 3.03, 3.15, 3.43, 4.06 et 4.10. Leur matrice argileuse est marron jaunâtre à foncé en LPNA ; elle est active en LPA, celle de l'échantillon 3.03 est en partie inactive au coeur. Elle inclue des quartz épars (1-3%), de rares opaques noirs (1-5%) jusqu'à 1 mm, et de très rares micas et opaques rouges. Vésicules et fissures modérées à communes (10-30%), jusqu'à 2 mm.

Les inclusions (f:c ratio = 30:70) sont faiblement à modérément triées.

Groupe II.1

Pour le sous-groupe II.1 (échantillons 3.43 et 4.06), elles incluent un sable très fin à très grossier, arrondi à anguleux de quartz mono- ou polycristallin (5-7%), et de rares micas (1-2%), principalement des biotites. Sable moyen à très grossier, arrondi à sub-anguleux de fragments de roche (5%), composés notamment de quartz et micas et sable fin à grossier de feldspath (1%), dont de très rares microclines.

Groupe II.2

Les inclusions du sous-groupe II.2 (échantillons 1.07 et 3.03) incluent un sable épars très fin à très grossier, arrondi à très anguleux, de quartz mono- ou polycristallin (3-7%) et de mica (2-3%), muscovites et biotites. Sable moyen à très grossier de fragments très arrondis à sub-arrondis de roche (3-7%) composés notamment de quartz et micas. Très rares pyroxène, et très rares minéraux de tourmaline, jusqu'à 20 µm, inclus dans des grains de quartz.

Groupe II.3

Les inclusions du sous-groupe II.3 (échantillons 3.15 et 4.10) incluent un limon grossier à un sable très grossier, arrondi à anguleux, de quartz mono- ou polycristallin (5-10%), et de micas (2-7%), biotites et muscovites. Rare sable moyen à très grossier de fragments de roche (2-5%), comprenant quartz et micas, et de feldspath (1%). Très rare sable moyen à grossier d'amphiboles et de pyroxènes et très rares minéraux de tourmaline inclus dans des grains de quartz. L'échantillon 3.15 semble contenir au moins une inclusion de calcite.

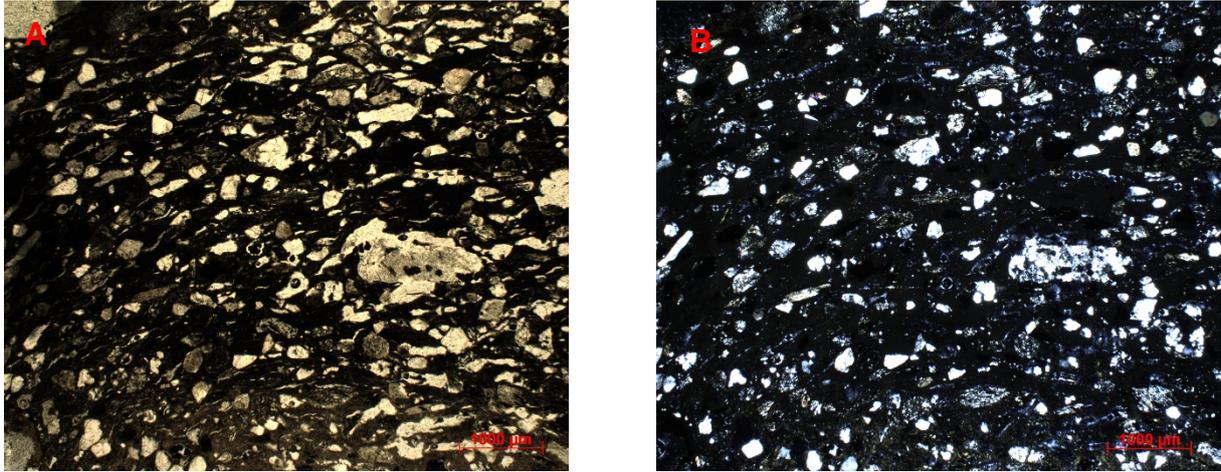


Figure 33: Groupe pétrographique II en LPNA et LPA

C. Discussion

Finally, with the exception of samples 4.04 and 1.07, the partition observed by macroscopic study is partly recovered petrographically. In fact, the set of samples of macroscopic groups 1 and 2 belong to petrographic group I, while the samples of macroscopic groups 3 and 4 belong to petrographic group II.

Thus, the distinction that we made macroscopically seems partly justified, notably in the choice of the criterion of the color of the clay matrix. The inclusion criterion was also determining in the constitution of the macroscopic groups. At first, their aspect seemed to distinguish the different groups. Nevertheless, except for a few rare inclusions, the main ones (quartz, rocks, micas) seem to be similar in petrography. We estimate that the white particles are quartz grains, often majorities in thin sections. As for the darker particles, they can be associated either with rock fragments, often darker than quartz grains, or with opaques. The observation of these latter with a transmission microscope does not allow identifying their nature. The use of a reflection microscope will be necessary for this. Micas, both copper and white, were also observed macroscopically. We can estimate that it is the distinction between biotites, also called black micas, and muscovites, or white micas.

C'est en revanche la quantité des inclusions qui diffère. Nous l'avons déjà observé macroscopiquement, ayant attribué aux groupes 1, 2 et 4 un ratio f:c de 70:30, et au 3 de 60:40 à 50:50. Nous pouvons noter d'une part que ces parts diffèrent de celles estimées pétrographiquement. Cela est probablement dû à une plus grande précision d'observation à l'échelle microscopique. Néanmoins, nous avons d'autre part observé que le groupe macroscopique 3 possédait un dégraissant en quantité plus importante que les groupes 1 et 2, distinction retrouvée au sein des groupes pétrographiques I et II. Le cas du groupe macroscopique 4 est plus problématique, sa part en inclusions paraît en effet avoir été sous-estimée macroscopiquement. Ce décalage peut s'expliquer par : une erreur d'observation macroscopique, à l'opposé une erreur d'observation microscopique ou un problème de représentativité des lames minces observées. En effet, nos réflexions se basent sur seulement trois échantillons du groupe macroscopique 4, dont un a été associé au groupe pétrographique I et non au II. Ainsi, il est difficile de considérer nos observations comme définitives.

Ce problème de représentativité se pose également pour les autres groupes macroscopiques, chacun ayant fourni moins de cinq lames minces. L'échantillon 1.07 a aussi été rattaché au groupe pétrographique II à l'opposé des autres lames du groupe macroscopique 1. Ainsi, notre sélection de lames minces semble révéler des erreurs d'attribution macroscopique. Seule une étude plus développée permettra d'affiner nos groupes pétrographiques afin d'établir de véritables groupes techniques, dans l'objectif à terme de les distinguer macroscopiquement.

3) Analyse géologique¹⁸⁰

La pétrographie a pour objectif premier de retracer l'origine géologique des matières premières utilisées pour le façonnage des céramiques étudiées.

Les argiles utilisées pour le façonnage des céramiques proviennent de l'altération de roches. Par l'effet de processus à la fois physiques (érosion, chocs thermiques ou mécaniques) et chimiques (dissolution, hydrolyse), les roches, qui sont des matériaux formés d'agrégat de minéraux et constituent l'écorce terrestre, s'altèrent : leurs minéraux se séparent. Ceux-ci sont transportés par l'action du vent ou de l'eau, deviennent de plus en plus petits et s'arrondissent. Ils peuvent conserver en partie leur état d'origine (et constituer les inclusions des pâtes céramiques) ou se désagréger complètement à leur tour et former de l'argile, qui regroupe les particules sédimentaires les plus fines (moins de 4 µm de diamètre¹⁸¹) et constitue la matrice argileuse des pâtes. L'ensemble des minéraux, argileux ou non, finit par se déposer et par former des couches ou des poches de sédiments dans lesquelles les potiers viennent puiser leur matière première.

Les minéraux observés sur les lames minces, leurs proportions et leur taille sont ainsi des indications sur la roche dont sont dérivées les matières premières utilisées pour les pâtes céramiques. Une fois l'association des minéraux de la pâte céramique (ou « pétrofaciès »¹⁸²) identifiée, la géologie locale puis régionale doit être étudiée afin de localiser les roches dont peuvent être issues ces matières premières, et de délimiter une zone où leurs sources étaient susceptibles de se trouver.

¹⁸⁰ Une grande partie de la méthodologie et des informations, sauf mention contraire, proviennent d'un cours de pétrographie céramique dispensé par Alice Hunt à l'Université de Géorgie.

¹⁸¹ Nichols 2009, p. 21.

¹⁸² Roux 2016, p. 174.

A. Notions de géologie

Les roches se distinguent donc par les minéraux qui les composent, formés dans des conditions différentes. Il existe trois familles de roches. Les roches ignées (ou magmatiques) se forment par solidification et cristallisation de magma. Parmi elles, on retrouve les basaltes (d'une granularité fine composée de feldspath plagioclase, de pyroxène, parfois d'olivine), les diorites (granularité grossière composée de feldspath plagioclase, d'amphibole, de pyroxène, parfois de mica et jusqu'à 10% wt de quartz), les gabbro (granularité grossière composée de feldspath plagioclase, de pyroxène, parfois d'olivine) et les granites (granularité plutôt grossière composée de feldspath alkali ou plagioclase, de 10% wt de quartz ou plus, de micas, parfois d'amphibole et d'apatite).

Les roches métamorphiques se forment par transformations structurales et chimiques dues à de hautes pressions et températures. Elles comprennent les gneiss (granularité grossière composée de mica, d'amphibole, de pyroxène, de feldspath et de quartz), les cornéennes (granularité fine), la phyllite (granularité fine composée de quartz, de mica et de chlorite) et le schiste (granularité fine composée de mica, parfois d'amphiboles, de grenat, etc.).

Les roches sédimentaires sont issues de l'accumulation et de la consolidation de sédiments déposés. Ce sont les calcaires (composés à plus de 50% wt de calcite, mais aussi de dolomite) et les grès (formés de quartz, feldspath, mica et fragments de roches cimentés).

B. Origine géologique des matières premières de la Commingeoise

Sur l'ensemble de nos lames minces, nous retrouvons une association de minéraux de quartz, de mica (biotites et muscovites) et de feldspath plagioclases et alcalins. Des fragments de roches à quartz et mica sont aussi présents. Ces éléments, notamment par l'importance des minéraux de quartz à la fois au sein des inclusions et de la matrice argileuse, semblent aller dans le sens d'une matière première dérivée du granite.

Il existe différents types de minéraux d'amphibole, l'un d'entre eux, la hornblende, est extrêmement commun au sein des roches ignées¹⁸³. Sa faible proportion au sein de nos lames

¹⁸³ Kerr 1977, p. 371.

minces semble de ce fait pouvoir également indiquer un matériau dérivé du granite (Figure 34). Néanmoins, la nature exacte des minéraux d'amphibole reste à déterminer (ce que seule une analyse chimique ciblée peut permettre) car des minéraux de la famille des amphiboles sont également retrouvés dans des roches métamorphiques, dont les schistes.

La tourmaline est une famille de minéraux qui sont retrouvés pour une grande part au sein de roches granitiques¹⁸⁴. Certains d'entre eux peuvent néanmoins se former dans des roches métamorphiques telles que du schiste.

Les grenats sont des minéraux caractéristiques des roches métamorphiques, qui peuvent notamment être retrouvés dans des schistes¹⁸⁵. Ce sont des minéraux détritiques courants.

La famille des pyroxènes comprend de nombreux minéraux différents dont la plupart sont compris essentiellement au sein de roches magmatiques telles que les gabbros et basaltes. Des roches du type métamorphiques sont susceptibles d'en contenir également¹⁸⁶.

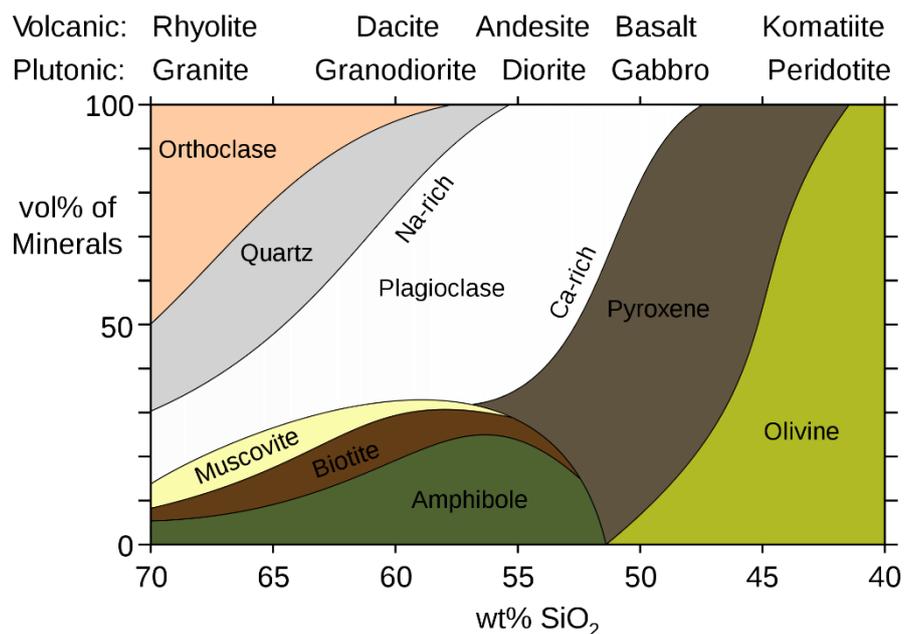


Figure 34: Composition minéralogique des roches ignées
(https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mineralogy_igneous_rocks_EN.svg)

¹⁸⁴ *Idem*, p. 425.

¹⁸⁵ Kerr 1977, p. 389.

¹⁸⁶ *Idem*, p. 341-360.

Finalement, la minéralogie de nos lames minces semble caractéristique de roches granitiques, tout en comprenant certains éléments pouvant provenir de roches métamorphiques de type schiste. La présence au sein d'une lame mince d'une probable inclusion de calcite pourrait également être le témoignage d'un matériau issu de roches calcaires. La présence différenciée d'amphiboles, tourmalines et pyroxènes est susceptible d'indiquer que différents gisements ont été exploités.

C. Géologie de la région¹⁸⁷

Les Pyrénées sont une zone géologique complexe issue de 500 millions d'années d'évolution. Elle est divisée en plusieurs zones structurales : le bassin aquitain, la zone sous-pyrénéenne, la zone nord-pyrénéenne et la haute chaîne primaire, aussi appelée zone axiale. Limitée au nord par la grande faille nord-pyrénéenne qui passe par Aulus-les-Bains et Vicdessos, c'est à cette zone axial qu'appartient le site de Castel-Minier. Elle est composée de roches à la fois sédimentaires, magmatiques et métamorphiques. Castel-Minier, d'après la carte géologique de l'Ariège publiée par le BRGM¹⁸⁸ (qui est plus précise que la carte simplifiée que nous avons placée en Annexe 8) se situe au cœur d'une zone où se côtoient plusieurs profils géologiques. En amont se trouve notamment le Massif de Bassiès (en violet sur la carte géologique), formé de monzogranite à biotite et muscovite, de monzogranite à biotite et de monzogranite à tendance granodioritique. A l'ouest et en aval de ce massif, une alternance de schistes argileux, de schistes marneux et de calcaires dolomitiques est observée.

¹⁸⁷ Pour ce paragraphe, voir notamment Canérot 2008 et Genna 2008.

¹⁸⁸ Bureau de Recherches géologiques et minières, Ganna 2008.

D. Origine géographique de la Commingeoise de Castel-Minier

La réflexion sur l'origine d'une production céramique nécessite de prendre en compte plusieurs considérations. La « provenance » d'une argile fait référence à la fois à la géologie et à l'action de l'homme¹⁸⁹. Les processus de transport et de déposition modifient l'argile, qui ne présente pas exactement les mêmes marqueurs que la roche dont elle est dérivée. En outre, s'il existe une certaine homogénéité chimique et minéralogique des dépôts d'argile en raison de la longue évolution du processus sédimentaire, un seul dépôt d'argile peut connaître une variabilité relative d'un point à l'autre de son étendue¹⁹⁰. La combinaison minéralogique d'une céramique ne peut ainsi pas, seule, permettre une localisation exacte du gisement de matière première. C'est d'autant plus vrai que le facteur humain peut lui apporter son lot de modifications chimiques et minéralogiques. Le transport des matières premières par l'homme est à prendre en compte : si une argile est généralement extraite près de l'atelier, un dégraissant peut provenir d'une zone éloignée de plusieurs de kilomètres, voire d'avantage si un moyen de transport tel que l'eau ou l'animal est utilisé¹⁹¹.

Les argiles sont issues de l'altération de roches. Elles viennent ainsi se déposer en aval de leurs roches d'origine. L'érosion du Massif de Bassiès décrit plus haut a ainsi pu notamment avoir pour conséquence le dépôt d'argile dans la vallée du Garbet, rivière qui traverse le site de Castel-Minier et Aulus-les-Bains. L'altération des schistes et calcaires voisins a également pu entraîner la formation de matière argileuse. La correspondance entre ces profils géologiques et les données minéralogiques de nos lames minces nous semble suffisante pour que l'origine des matières premières utilisées pour le façonnage de la Commingeoise de Castel-Minier ne doivent pas être recherchée plus loin. D'après ces éléments, nous pouvons ainsi estimer que ces matières premières ont une origine locale. Les variations entre les sous-groupes pétrographiques pouvant être interprétées comme celles pouvant exister au sein d'un même dépôt d'argile.

Ces réflexions doivent encore une fois rester de l'ordre de l'hypothèse tant que notre corpus d'échantillons reste si limité. En outre, les analyses chimiques peuvent apporter des informations supplémentaires.

¹⁸⁹ Ces réflexions sont développées par Alice Hunt dans son article « On the Origin of Ceramics: moving toward a common understanding of 'provenance' » (*Archaeological Reviews from Cambridge* 27, 2012, p. 83-97).

¹⁹⁰ Roux 2016, p. 39.

¹⁹¹ Roux 2016, p. 42.

4) Analyse technologique¹⁹²

L'examen microscopique est par ailleurs la deuxième étape d'une étude technologique. Elle permet de mieux comprendre certaines des étapes de la chaîne opératoire de la céramique, présentées dans la partie précédente de ce mémoire.

A. Acquisition et préparation des matières premières

La première est l'acquisition des matières premières. L'étude minéralogique présentée plus haut permet d'estimer leur origine.

La préparation des matières premières suggère l'ajout ou le retrait d'éléments afin d'obtenir une pâte adaptée aux besoins/souhaits du potier. L'opération qui a été menée peut être identifiée en pétrographie par l'analyse de la distribution des inclusions selon leur taille¹⁹³. Une distribution normale est unimodale (Figure 35a). Si des éléments ont été ajoutés, la courbe de distribution présente deux pics (Figure 35c). Au contraire, si des éléments ont été enlevés, la courbe n'est pas complète (Figure 35b). L'ajout d'un dégraissant peut également être suspecté s'il n'est pas d'origine naturelle (chamotte), si les inclusions sont particulièrement anguleuses (sable) ou si le mode de distribution est plat (Figure 35d).

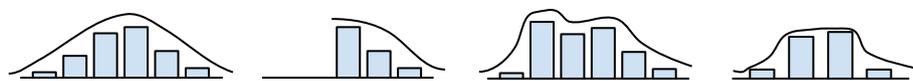


Figure 35: Courbe de distribution a) unimodale, b) incomplète, c) à deux pics, d) mode de distribution plat.

¹⁹² Une grande partie de la méthodologie et des informations, sauf mention contraire, proviennent d'un cours de pétrographie céramique dispensé par Alice Hunt à l'Université de Géorgie.

¹⁹³ Livingston-Smith 2001, p. 80.

Les méthodes de quantifications des inclusions sont nombreuses¹⁹⁴. Pour notre part, nous en avons employé une de tout à fait empirique. Après l'impression d'une prise de vue qui est la plus représentative de chaque lame mince, chaque catégorie granulométrique fait l'objet d'un décompte : les inclusions microscopiques (jusqu'à 0.05 mm), mésoscopiques (entre 0.05 mm et 0.5 mm), macroscopiques (entre 0.5 mm et 2 mm) et « mégascopiques » (plus de 2 mm).

Les courbes de distributions sont visibles en Annexe 7. A l'exception de l'échantillon 2.15, elles sont toutes unimodales. Cette continuité granulométrique est associée à une continuité minéralogique : les inclusions de la matrice argileuse sont de même nature que la fraction grossière. Ces caractéristiques vont dans le sens d'une matière première brute non modifiée à faiblement modifiée¹⁹⁵. La quasi absence des inclusions « mégascopiques » dans nos lames minces et une certaine sous-représentation de celles macroscopiques pourraient témoigner d'un certain degré tri granulométrique afin de supprimer les inclusions les plus grosses. Celui-ci, s'il a eu lieu, pourrait être réalisé par tamisage¹⁹⁶.

Concernant les matières premières, notre degré d'expertise en pétrographie ne nous permet pas de l'affirmer, mais il est possible que les pâtes utilisées pour les Commingeoises est compris de façon ponctuelle des éléments de matière végétale. En effet, les échantillons 1.07, 1.17 et 2.07, présentent de très rares vides de taille supérieure à 1.5 mm. Cette porosité est peut-être le fait de matières végétales consommées pendant la cuisson¹⁹⁷. L'inclusion retrouvée au centre de l'anse de l'US 2070 n'a pas pu être identifiée (Figure 36), mais du fait de sa structure circulaire, il est cependant possible qu'il s'agisse d'un élément végétal. L'aspect très ponctuel de cette caractéristique ne permet pas selon nous de conclure à l'ajout d'un dégraissant de type végétal à la pâte céramique. Nous pensons ainsi qu'il pourrait s'agir de débris accidentels. Si tel était le cas, cela pourrait renforcer l'idée d'un degré d'implication modéré dans la

¹⁹⁴ Freestone 1991.

¹⁹⁵ Roux 2016, p. 176.

¹⁹⁶ *Ibid*, p. 51.

¹⁹⁷ *Ibid*, p. 196.

transformation des matières premières, envisagé par la continuité granulométrique et minéralogique mentionnée plus haut.

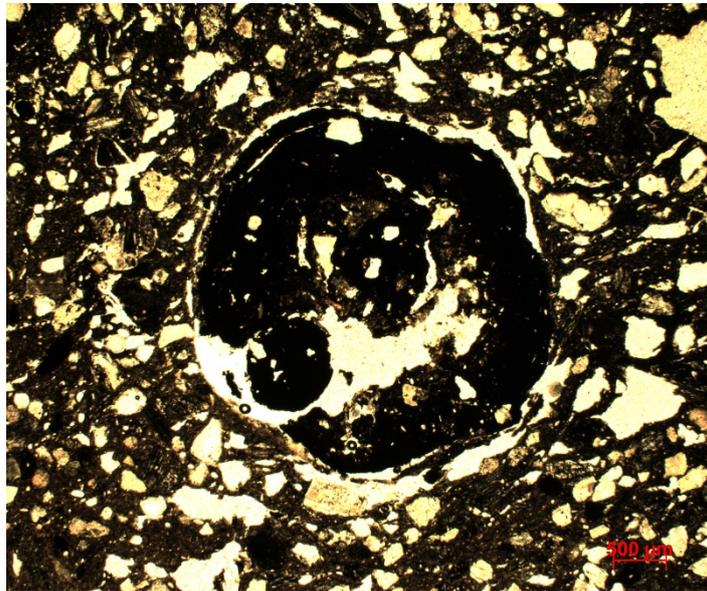


Figure 36: Inclusion (végétale ?) (échantillon 1.06)

B. Façonnage et finition

Les différentes techniques de façonnage (ébauche ou préformage) supposent l'application d'une force, pression ou percussion, sur la masse argileuse. Elle entraîne la déformation de celle-ci (masse fine et porosité) et oriente plus ou moins les inclusions¹⁹⁸. Ces microstructures peuvent être observées sur les lames minces. L'étape de finition n'impactant quant à elle que la surface superficielle des parois, les techniques employées ne sont pas identifiables par pétrographie.

¹⁹⁸ *Ibid*, p. 194-198.

L'orientation de la porosité et des inclusions varie de subparallèle aux parois à aléatoire au sein de la plupart de nos échantillons. Ceci suggère une technique d'ébauche par pressions¹⁹⁹. Particulièrement, l'observation de la microstructure des fragments bords (échantillons 1.11, 1.17, 2.07, 2.22, 3.43) révèle une orientation préférentielle des inclusions et de fines fissures qui sont alignées de façon subparallèle ou oblique aux parois (Figure 37). Cela pourrait suggérer une pression appliquée pour étendre l'argile depuis le bas vers le haut et former la lèvre lorsque la pâte est humide.

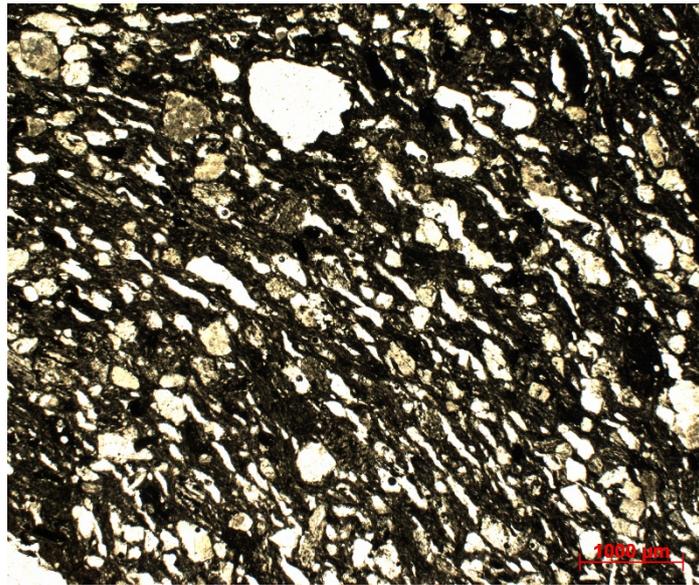


Figure 37: Microstructure subparallèle aux parois au sein d'une lèvre d'oule (échantillon 2.22)

Au sein des échantillons 1.07, 1.11, 2.15, 3.03 (bords, hauts de panse ou fragments indéterminés) cette orientation préférentielle est associée à des zones à orientation aléatoire des inclusions et à porosité surtout représentée par des vésicules (Figure 39). Cette discontinuité est caractéristique d'un ébauchage par éléments assemblés, la limite entre les deux microstructures marquant la jointure entre eux²⁰⁰. Au sein de l'échantillon 3.03, un haut de panse, cette jointure est marquée par une fine épaisseur de matrice argileuse sans inclusions (Figure 38). Ceci pourrait éventuellement être l'indice d'une phase de séchage intermédiaire entre le façonnage de la panse et celui du bord. En effet, lorsqu'un élément est laissé à sécher, un enduit de

¹⁹⁹ *Ibid*, p. 208.

²⁰⁰ *Ibid*, p. 205.

barbotine (argile très humide à texture de « crème épaisse ») est déposé sur celui-ci afin que le second élément adhère correctement²⁰¹.

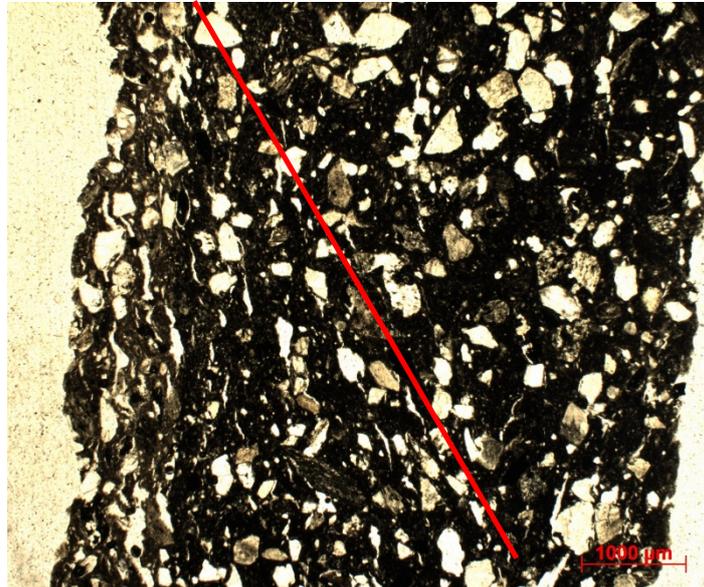


Figure 38: Juxtaposition de deux microstructures : aléatoire en haut à droite et sub-parallèle en bas à gauche (échantillon 2.15)



Figure 39: Jointure entre deux éléments assemblés marquée par une couche de matrice argileuse non dégraissée (échantillon 3.03)

²⁰¹ *Ibid*, p. 80.

C. Décor et traitement de surface

Les quinze échantillons sélectionnés pour l'étude pétrographique ne présentaient aucun élément de décor. Les techniques de décoration ne sont donc pas traitées dans le cadre de ce mémoire. Nous voulions néanmoins préciser que si l'observation macroscopique est généralement la plus utile pour identifier la technique utilisée, l'organisation de la structure de la pâte peut néanmoins être impactée par un décor (arrachement, compression, fente de jonction). Les Commingeaises ne présentent par ailleurs aucun traitement de surface.

D. Séchage et cuisson

L'étape du séchage se manifeste au cœur d'une céramique par la présence de fissures²⁰². En ce qui concerne la cuisson, la pétrographie donne des informations sur la méthode employée. En effet, l'activité optique de la masse fine peut nous indiquer les conditions thermiques qu'a subies le pot : si elle est active la température n'a pas dépassé les 850°C, sinon la cuisson a été menée à hautes températures, soit au-dessus de 900°C, et la pâte a commencé à vitrifier²⁰³. De même, certains minéraux s'altèrent à partir d'une certaine température et peuvent agir comme marqueur de palier thermique. C'est le cas par exemple de la biotite (mica noir) qui noircit et se fracture au-dessus de 900-1000°C ou de l'hornblende qui devient optiquement inactif (opaque) à partir de 750°C. La couleur de la section fine est également un indicateur de l'atmosphère de cuisson, oxydante ou réductrice.

Le groupe pétrographique I semble ainsi avoir subi une atmosphère réductrice, alors que ceux du groupe II ont subi une cuisson en atmosphère oxydante. Ainsi les pâtes de couleur gris foncé ou clair des groupes macroscopiques 1 et 2 seraient issues d'une cuisson réductrice alors que les pâtes grises à brunes du groupe 3 et les pâtes orange à roses du groupe 4 auraient subi une cuisson oxydante.

La matrice argileuse de nos échantillons est généralement active, ce qui semble indiquer que les Commingeaises de Castel-Minier ont été cuites à des températures comprises entre

²⁰² *Ibid*, p. 198.

²⁰³ *Ibid*.

600°C et 850°C. Cependant, la matrice argileuse des échantillons 2.15, 2.22, 2.27, 3.03 et 4.04 est partiellement inactive et suggère que la température de cuisson ait pu atteindre 900°C au moins pendant un certain temps. Dans le cas des échantillons 2.15, 3.03 et 4.04, la partie inactive est située au cœur de la pâte, la matrice argileuse des bords étant active (Figure 40). Cette configuration est inhabituelle, une cuisson ayant normalement lieu tout d'abord en périphérie avant d'atteindre le cœur de la pâte. A ce jour, nous n'avons pas su trouver d'explication à ce phénomène.

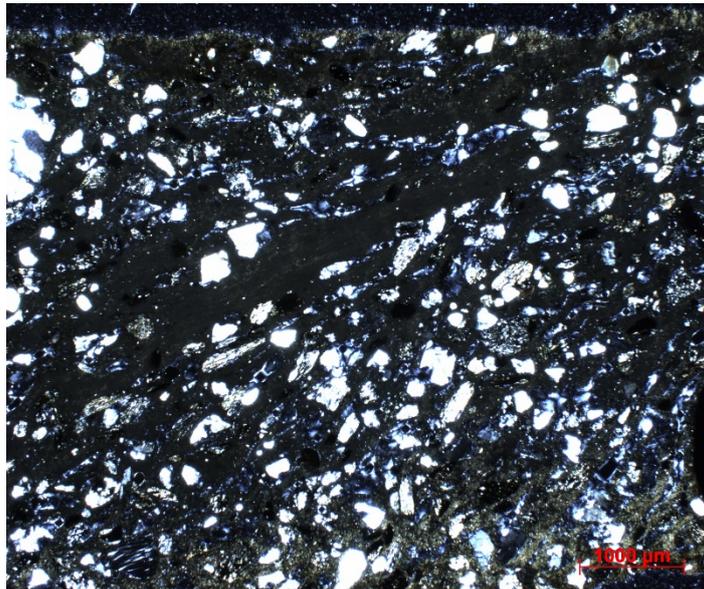


Figure 40: Matrice argileuse active en surface et inactive au coeur (échantillon 3.03)

E. Discussion

L'apport de la pétrographie sur nos connaissances de la chaîne opératoire de la Commingeaise est ainsi importante. D'une part, elle a permis de préciser que l'acquisition des matières premières se faisait localement et que ces matériaux semblent n'avoir été que faiblement modifiés avant d'être utilisés pour le façonnage des Commingeaises.

D'autre part, cette étude semble supporter nos hypothèses quant aux techniques de façonnage employées. En effet, les jointures observées supportent l'hypothèse de la technique du colombinage. La présence de ce qui pourrait être une couche de barbotine entre deux éléments assemblés suggère une phase de séchage intermédiaire que l'observation macroscopique de fractures courant sur l'ensemble de la circonférence des pots laissait envisager.

La nature des inclusions au sein de la pâte amène une autre réflexion. En effet, le quartz est majoritaire. Celui-ci a un coefficient de dilatation faible ($0.58 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$) qui lui donne une excellente résistance aux chocs thermiques²⁰⁴. Sa présence importante dans des pots de cuisson tels les oules, pots à une anse et marmites Commingeais est donc un avantage. En outre, pour conserver l'eau dans des conditions de fraîcheur optimales, une pâte doit être « hydrocérame », c'est-à-dire avoir « la capacité de « suer » suite à la condensation et à l'évapotranspiration de l'eau »²⁰⁵. Si la porosité permet à un phénomène de condensation de se créer, un dégraissant de granite permet également d'obtenir de type de pâte²⁰⁶.

De ce fait, la pâte Commingeaise, en plus d'être probablement locale et donc facilement disponible, semble pouvoir constituer un choix technique de la part des potiers car répondant à deux fonctions domestiques recherchées : les pots de cuisson et les pots à liquide.

²⁰⁴ Cette donnée est tirée de la fiche matière quartz publiée par Sceram ceramics et disponible en ligne : <http://www.sceram.com/upload/fiches%20mati%C3%A8res/pdf%20mati%C3%A8res/quartz.pdf>

²⁰⁵ Roux 2016, p. 58.

²⁰⁶ *Ibid*, p. 59.

Partie IV : Analyses élémentaires

La dernière méthodologie que nous avons employée pour l'étude du corpus de Commingeoises de Castel-Minier est l'analyse chimique élémentaire par spectrométrie de fluorescence des rayons X. Aussi appelée fluorescence X ou ED-XRF (pour X-ray fluorescence – energy dispersive), cette méthode permet de connaître la composition chimique élémentaire d'un échantillon. Jusqu'à 80 éléments d'une concentration de 100% à quelques ppm (partie par million) peuvent être reconnus grâce à cette méthode²⁰⁷. Ce sont à la fois des éléments majeurs (éléments qui prédominent dans la croûte terrestre) parmi lesquels seuls le Sodium et les éléments plus légers sont indétectables (c'est-à-dire ceux dont le numéro atomique est inférieur à 11), et des éléments mineurs (présents à moins de 0.1%)²⁰⁸. C'est une analyse à la fois qualitative et quantitative qui permet de caractériser les pâtes céramiques et distinguer d'éventuelles productions différentes, tout en nous donnant des informations supplémentaires sur l'origine de ces pâtes.

1) Principes et méthodologie

Pour ce faire, un faisceau de rayon X vient, sous vide, exciter les atomes de l'échantillon qui perdent alors des électrons au sein d'une de leurs couches électroniques profondes (souvent K ou M) (Figure 41). Lorsque des électrons des couches supérieures remplacent ceux qui ont été éjectés, ils émettent de nouveaux rayons X²⁰⁹. L'énergie émise est caractéristique pour chaque élément, ainsi le spectre obtenu permet de connaître la composition élémentaire de l'échantillon grâce à un analyseur qui convertit les énergies en concentrations élémentaires. Cette conversion est possible grâce à la calibration de l'appareil utilisé²¹⁰. Ce processus de

²⁰⁷ Regert, Guerra et Reiche 2006a, Tableau 3, p. 10.

²⁰⁸ Rollinson 1993, p. 10.

²⁰⁹ Hunt et Speakman 2015b, p. 8.

²¹⁰ *Ibid.*, p. 36.

calibration nécessite l'analyse de matériaux de référence certifiés (MRC) dont les compositions sont connues. L'appareil connaît à l'avance les concentrations élémentaires qu'il doit analyser et les associe aux énergies émises. Plusieurs MRC sont nécessaires pour créer un modèle le plus précis possible, et doivent être constitués du même type de matériaux qu'il est prévu d'analyser (des MRC de céramiques ou d'argiles pour l'analyse de céramiques, des MRC de métaux solides pour l'analyse de métaux solides)²¹¹.

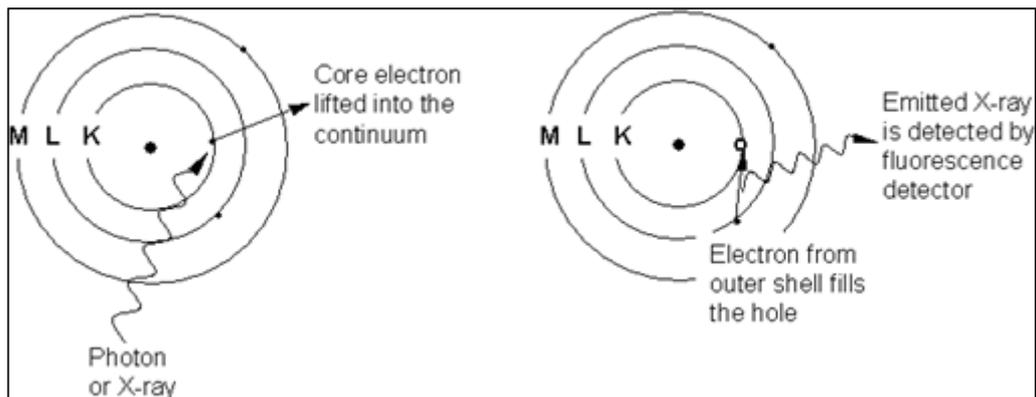


Figure 41: principe de la fluorescence des rayons X (<http://www.elementalanalysis.com/xrf.html>)

Nos analyses ont été menées au CAIS, sous la direction d'Alice Hunt et de Jeff Speakman. L'analyseur ED-XRF utilisé est un ThermoScientific ARL Quant'X (Figure 42). Il fonctionne de la manière suivante : dans une atmosphère vide, l'échantillon est excité à l'aide d'un tube en rhodium (Rh) avec une fenêtre en béryllium (Be) et les rayons X sont collectés par un détecteur à dérive au silicium (SDD)²¹². Le temps de mesure varie d'une dizaine de secondes à 1 min par élément.

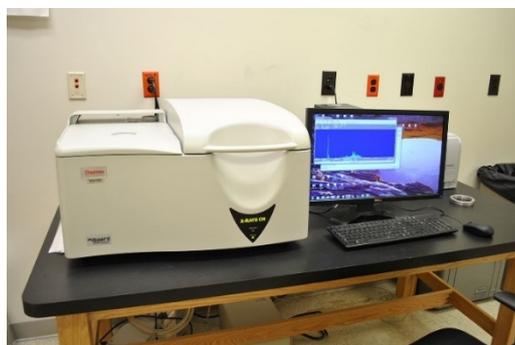


Figure 42: analyseur ED-XRF du CAIS en cours d'utilisation

²¹¹ *Ibid.*, p. 38.

²¹² Hunt *et al.* 2014, p. 507.

A. Préparation des échantillons

Dans l'incapacité d'analyser l'ensemble du corpus, nous avons vu dans la partie précédente que nous avons réalisé un échantillonnage de 140 échantillons.

Si une analyse par fluorescence des rayons X est non destructive, les tessons nécessitent toutefois une préparation. Ils doivent être parfaitement homogènes, c'est-à-dire parfaitement lisses et d'une granulométrie régulière, afin que les concentrations obtenues soient précises. En effet, une céramique est hétérogène, elle est composée d'inclusions de différentes tailles. Sans homogénéisation, l'analyse par XRF pourrait ainsi porter sur une seule inclusion et ne pas être représentative de la composition globale réelle de l'échantillon. Ils sont donc transformés en pastilles en suivant la méthodologie suivante.

Les tessons sont tout d'abord pesés et parmi eux seuls ceux dont la masse était égale ou supérieure à 15g sont d'abord choisis pour les premières analyses. En effet, chaque tesson doit fournir deux échantillons : un premier pour la réalisation d'une lame mince en prévision de l'étude pétrographique et un second pour la réalisation de la pastille nécessaire à l'analyse par XRF. Ce second échantillon doit avoir une masse de 11 g au minimum après séchage complet (le séchage entraînant une perte d'eau et donc de masse). Une fois que les tessons des premières séries ont été de nouveau pesés après séchage, la faible quantité d'eau contenue dans les tessons a finalement permis la sélection de ceux dont la masse était supérieure ou égale à 12 g. Les plus petits ont quant à eux été réservés uniquement pour l'étude pétrographique.

Les tessons sélectionnés sont ensuite découpés à l'aide d'une scie (Figure 43). Cette opération nécessite l'humidification constante de la lame pour éviter sa surchauffe au contact de la céramique. Les échantillons sont ainsi mis une première fois à sécher dans des coupelles en aluminium placées dans un four à 80° pendant quelques heures. S'ils pèsent alors environ 11g, ils peuvent être transformés en pastille.



Figure 43: Tesson découpé, prêt à mettre au four

Ils sont alors dans un premier temps « nettoyés » : les éventuels dépôts (suie, numéro d'identification, etc) sont poncés à l'aide d'une Dremel® afin que l'analyse ne porte véritablement que sur la pâte céramique elle-même. Dans un deuxième temps, ils sont réduits

en poudre, d'abord à l'aide d'un marteau, puis d'un pilon dans un mortier, jusqu'à obtenir une poudre fine et homogène (Figure 44). Celle-ci est alors disposée une nouvelle fois dans la coupelle en aluminium et dans le four pour 24h afin que toute l'eau qu'elle contient encore s'évapore.



Figure 44: Tesson en cours de broyage

Une fois que la poudre est bien sèche, la réalisation à proprement dite des pastilles peut commencer. La méthode est celle présentée dans Hunt *et al.* 2014²¹³. On commence par peser environ 10g de poudre (avec une variation tolérée entre 9,89 et 10,03g). Celle-ci est ensuite mélangée à 2 mL de résine acrylique Elvacite

dissoute dans de l'acétone (la proportion est de 200g d'Elvacite pour 1L d'acétone) (Figure 45). Le mélange se fait dans un mortier à l'aide d'un pilon jusqu'à obtenir une poudre bien homogène. Le tout est ensuite transféré dans une coupelle en aluminium de 40mm de diamètre. Cette dernière est placée dans une matrice et compressée pendant quelques minutes à l'aide d'une presse hydraulique à une pression comprise entre 23000 et 25000 psi (livre par pouce carré), soit entre $1,59 \cdot 10^8$ et $1,72 \cdot 10^8$ Pa (Figure 46). La pastille ainsi obtenue (Figure 47) est prête à être analysée.



Figure 45: Matériel nécessaire à la fabrication des pastilles



Figure 46: Compactage à l'aide d'une presse



Figure 47: Pastille

²¹³ Hunt *et al.* 2014, p. 506.

B. Analyse

L'analyseur ED-XRF du CAIS pouvant accueillir dix pastilles à la fois, celles-ci ont été préparées par séries de dix afin d'obtenir le rendement le plus efficace. Chaque série est analysée trois fois par l'ED-XRF ce qui porte la durée de l'analyse à 1h30-1h40 environ. Pendant ce laps de temps, les pastilles de la série suivante sont préparées.

L'analyseur fournit des données brutes (Annexe 9 : Tableau 1) qui doivent être mises en forme et analysées avant de pouvoir être interprétées. Pour chaque échantillon, les résultats des trois analyses de chaque élément chimique sont d'abord regroupés. Leur moyenne (mean) est calculée, ainsi que leur coefficient de variation (%RSD) (Annexe 9 : Tableau 2). Ce dernier (qui équivaut à l'écart-type de la série de trois données rapporté à la moyenne et multiplié par 100) permet de connaître la dispersion de ses données par rapport à la moyenne. Cela rend également les degrés de variation de chaque élément, pourtant exprimés soit en %wt soit en ppm, comparables. Ces calculs nous permettent de sélectionner les données fiables : seules celles dont le coefficient de variation est inférieur à 10% sont conservées²¹⁴.

En effet, deux critères d'évaluation sont à prendre en compte pour l'analyse des données : leur exactitude et leur précision. Les chercheurs du CAIS ont établis la liste des éléments dont la concentration peut être considérée comme juste dans les conditions analytiques de l'analyseur ED-XRF du Centre²¹⁵. Le coefficient de variation exprime lui la précision des données. Il illustre à la fois la limite de détection (c'est-à-dire la plus basse énergie émise pouvant être distinguée du bruit de fond) et la limite de quantification (c'est-à-dire la plus basse énergie émise pouvant être convertie en concentration élémentaire) de l'analyseur pour chaque élément²¹⁶. Les limites de détection incluent également les interférences possibles entre éléments : deux éléments peuvent produire les mêmes ordres de grandeurs d'énergie sans que le détecteur puisse les distinguer. Les chercheurs du CAIS ont également publié les limites de détection des éléments analysés par leur ED-XRF²¹⁷.

Les données pour un élément peuvent être conservées pour un ou plusieurs échantillons, mais être mises de côté pour d'autres, toujours en fonction du coefficient de variation, des limites de détection et des interférences.

²¹⁴ Hunt *et al.* 2014, p. 511.

²¹⁵ *Ibid.*, p. 508.

²¹⁶ Hunt et Speakman 2015b, p. 38.

²¹⁷ Hunt *et al.* 2014, p. 511.

N'ont ainsi pas été pris en compte : le sodium Na₂O, le phosphore P₂O₅, le cadmium Cd, le cobalt Co, le lanthane La, le molybdène Mo (absent), le niobium Nb, l'antimoine Sb (interférence avec le plomb), l'étain Sn (interférence avec le plomb), le tellure Te, le thorium Th et le vanadium V. Les concentrations des éléments suivants sont aussi à prendre avec précaution : le soufre SO₂, le chrome Cr, le cuivre Cu, le nickel Ni et l'yttrium Y.

Après ce tri, les données de tous les échantillons sont finalement regroupées et seules les moyennes sont conservées (Annexe 9 : Tableau 3).

2) Traitement et interprétations des données

Au total, nous avons pu analyser 70 échantillons. Les données de leur analyse sont regroupées en Annexe 8 : Tableau 4. Leur interprétation fait appel à un traitement statistique que présentons dans un second temps. Dès l'obtention des données brutes, une particularité est toutefois apparue : celle du Plomb.

A. La particularité du Plomb

Données

La concentration en plomb Pb de nos céramiques est extrêmement variée. Si la moyenne est de 1518 ppm et la médiane de 1208 ppm, les concentrations varient d'un échantillon à l'autre entre 53 ppm et 8218 ppm. Ce sont des quantités très importantes dans la mesure où la quantité médiane des teneurs totales en plomb en France est de 25.6 ppm²¹⁸. Castel-Minier est un site métallurgique qui a produit du plomb à partir d'un minerai provenant de la mine voisine des Ouels. Les prospections géochimiques par fluorescence X portable (pXRF) qui ont été menées autour et sur le site par l'équipe de Florian Téreygeol²¹⁹ ont révélé des teneurs moyennes en plomb de 500 ppm en dehors des zones anthropisées et un taux de pollution des sols de 3000 ppm jusqu'à plus de 10000 ppm sur les zones d'activité métallurgique (Figure 48).

²¹⁸ Baize 2010, p. 129.

²¹⁹ Téreygeol *et al.* 2010.

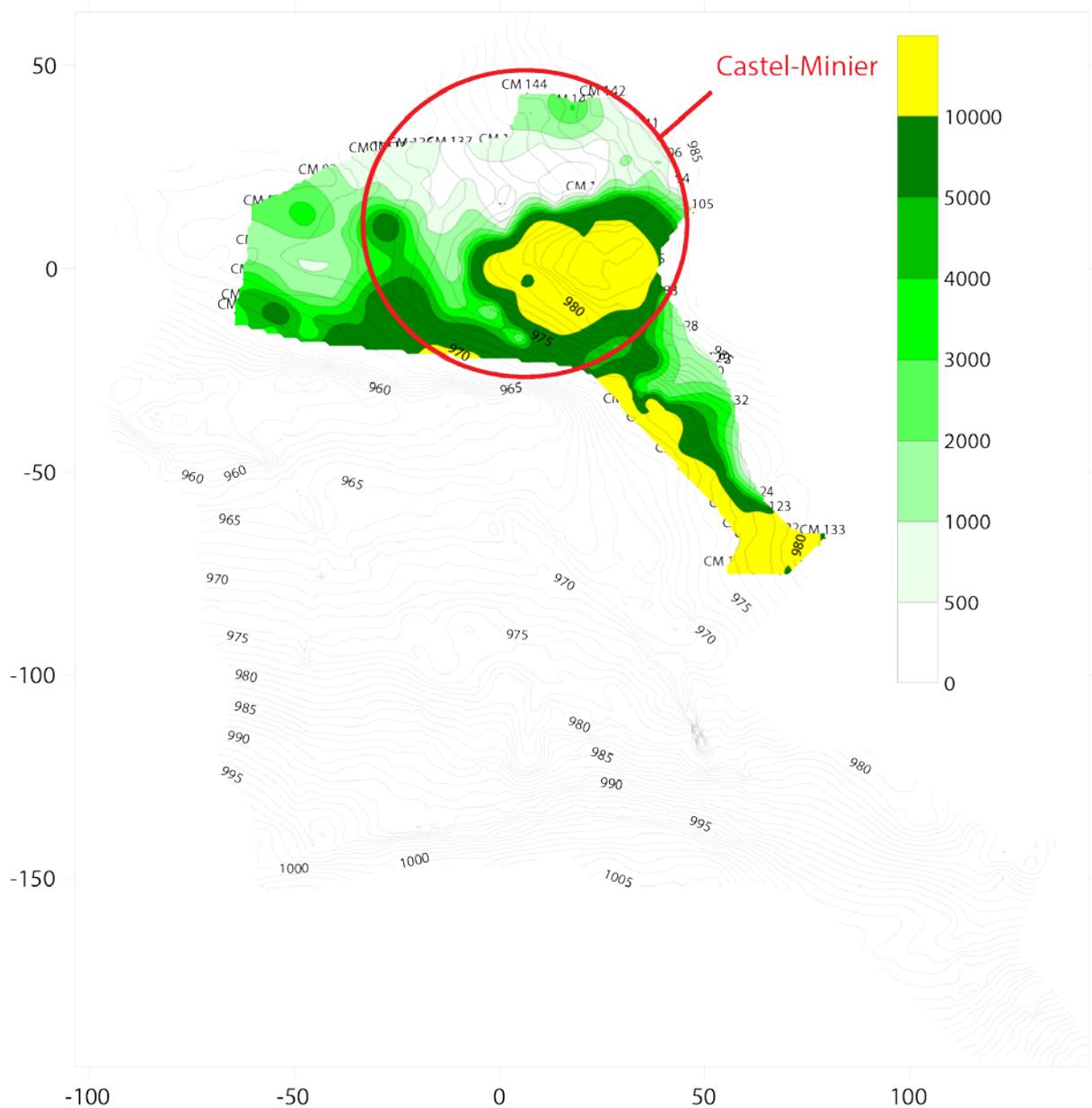


Figure 48: Carte de distribution du plomb dans le sol sur le site de Castel-Minier (Infographie : F. Téreygeol)

De ce fait, la première explication qui pourrait nous venir à l'esprit est celle d'une pollution post-dépositionnelle due au contexte métallurgique du site. Néanmoins, le plomb est considéré comme stable et très peu mobile²²⁰, sa diffusion au sein des pâtes céramiques semble donc improbable. Deux autres hypothèses peuvent ainsi être émises quant à l'origine des teneurs importantes en plomb des Commingeoises de Castel-Minier. La première est celle d'une concentration en plomb provenant des matières premières utilisées pour le façonnage des pots.

²²⁰ Baize 2010, p. 129.

Si celles-ci sont polluées, cette pollution sera retrouvée dans les céramiques. Auquel cas, l'élément plomb pourrait constituer un marqueur utile à la localisation des gisements de matière première. La seconde hypothèse est celle d'un réemploi des céramiques domestiques dans le cadre de l'activité métallurgique du site en tant que creuset notamment.

Analyses

Afin de vérifier ces conjectures, il a été proposé de mener des analyses élémentaires à partir de la même méthode sur des céramiques de Castel-Minier appartenant à un autre type de production que la Commingeaise, sur des Commingeaises provenant d'un contexte autre que celui d'un atelier métallurgique et donc non-soumis au même type de pollution et enfin sur les creusets retrouvés à Castel-Minier, céramiques artisanales susceptibles d'avoir été en contact direct avec du plomb. Ces derniers n'ont finalement pas pu faire l'objet d'analyse dans le temps imparti à notre étude. Aussi l'hypothèse du réemploi des céramiques domestiques n'a pas réellement pu être testée. Dix fragments de céramique du mobilier de Castel-Minier ont pu être échantillonnés. Thibaut Lasnier, du bureau d'investigations archéologiques Hadès de Toulouse, nous a également gracieusement fourni huit fragments de céramiques provenant du château de Mirabat, site localisé à une quinzaine de kilomètres au nord-ouest de Castel-Minier. Parmi eux, seuls cinq se sont cependant avérés être des Commingeaises dont trois seulement ont pu faire l'objet d'analyse par XRF. L'ensemble des résultats des analyses sur les 13 échantillons sont regroupés en Annexe 9 : Tableau 5.

Les teneurs en plomb des céramiques de Castel-Minier sont du même ordre que celles qui ont été observées dans les Commingeaises, elles varient de 496 ppm à 5108 ppm (Tableau 4). A l'opposé, les teneurs en plomb des Commingeaises de Mirabat n'excèdent pas 50 ppm. Face à ces éléments, l'hypothèse d'une pollution liée au contexte métallurgique semble renforcée. Celle de l'argile utilisée pour le façonnage en revanche est infirmée, à moins que les Commingeaises de Mirabat proviennent d'un réseau d'approvisionnement différent de celui des Commingeaises de Castel-Minier.

	Pb ppm
6.01	1883
6.02	1806
6.03	855
6.04	469
6.05	536
6.06	3204
6.07	679
6.08	1019
6.09	2647
6.10	5108
M01	32
M03	33
M05	47

Tableau 4: Teneurs en plomb des céramiques non-commingeaises de Castel-Minier et des Commingeaises de Mirabat

Dans l'objectif de tester l'hypothèse d'une pollution post-dépositionnelle, nous avons souhaité réaliser une analyse isotopique du plomb contenu dans nos Commingeoises. Doug Dvoracek, chercheur associé du CAIS, a généreusement accepté de mener les analyses. Les résultats qu'il a obtenus (Annexe 9 : Tableau 6) ont pu être comparés aux analyses isotopiques menées à Castel-Minier, dont les données nous avaient été communiquées par Julien Flament, doctorant à l'IRAMAT d'Orléans. Ils concordent parfaitement avec les données isotopiques de fragments de plomb retrouvés à Castel-Minier. L'hypothèse de la pollution semble ainsi pouvoir être confirmée.

Un plan de répartition a été établi afin de comprendre la distribution des échantillons analysés sur le site (Figure 49). Celle-ci ne semble a priori pas différentielle. Cette répartition ne prend néanmoins pas en compte la chronologie des différentes US au sein desquelles les céramiques ont été retrouvées. Or l'activité métallurgique évolue sur le site et le plomb n'est pas transformé tout au long de la période. Il sera ainsi intéressant de vérifier si la teneur en plomb de nos céramiques évolue avec l'activité du site. En outre, le nombre d'échantillons (70) est encore faible pour être véritablement représentatif de la pollution du site.

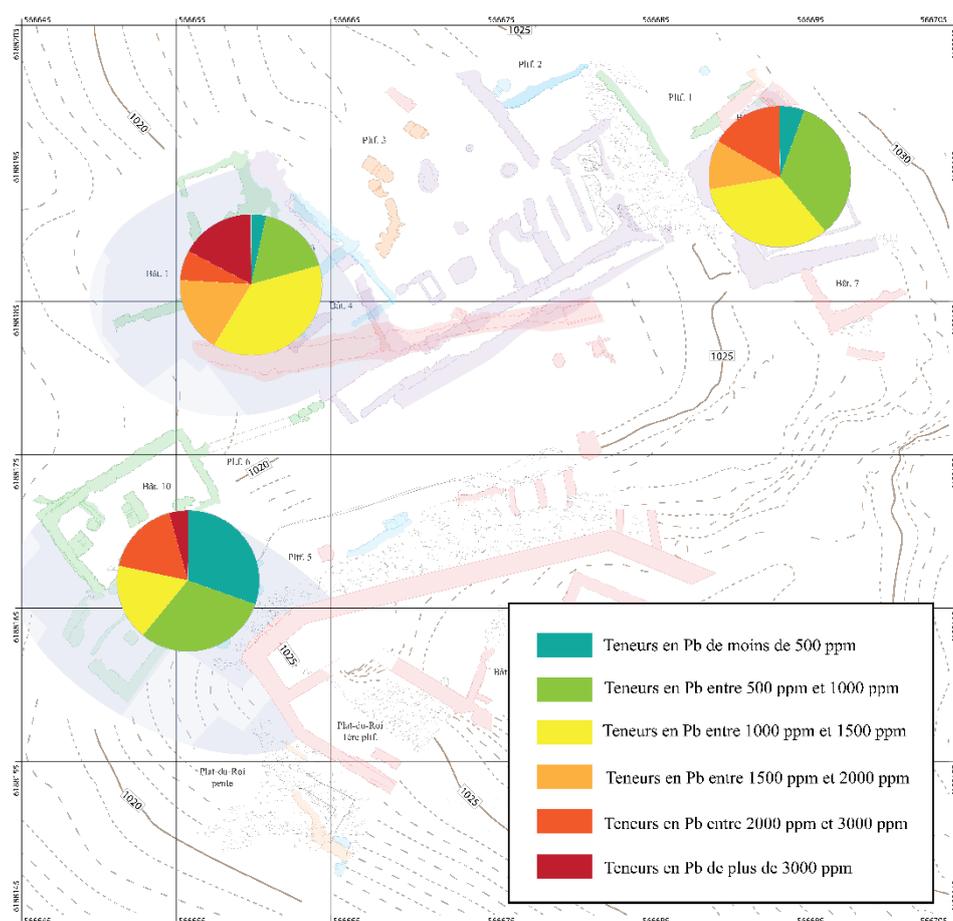


Figure 49: Plan de répartition des échantillons analysés (Infographie : J.-C. Méaudre et M. Géraud)

B. Analyse des données

Le principal objectif d'une analyse élémentaire de pâtes céramiques est à la fois de caractériser des pâtes céramiques et de distinguer au sein de celles-ci d'éventuels groupes de production différents. En effet, différents groupes chimiques sont susceptibles de représenter des sources en matières premières géographiquement limitées. Dans le cas de céramiques, la comparaison de leur composition d'origine inconnue à celle de matériaux d'origine connue (argile) peut permettre de localiser leur source de matière première. Néanmoins, la diversité des argiles disponibles et leur vaste répartition rend difficile, si ce n'est impossible, la constitution d'un référentiel complet auquel il serait possible de se référer en cas de céramiques dont l'origine est inconnue.

La distinction de groupes différents doit donc passer par d'autres méthodes, dont l'analyse statistique des données.

Analyse bivariée

Une analyse bivariée à l'aide d'un tableur est une première manière simple de révéler d'éventuels liens de corrélation entre deux éléments. Cela peut également permettre de faire apparaître rapidement si différents groupes se distinguent. Pour ce faire, des graphiques à deux variables sous forme de nuage de points ont été créés pour chaque couple de variables possible. Une répartition des points aléatoire est synonyme d'une faible corrélation entre les deux variables (Figure 50), alors qu'une répartition linéaire témoigne d'une forte interdépendance entre elles (Figure 51).

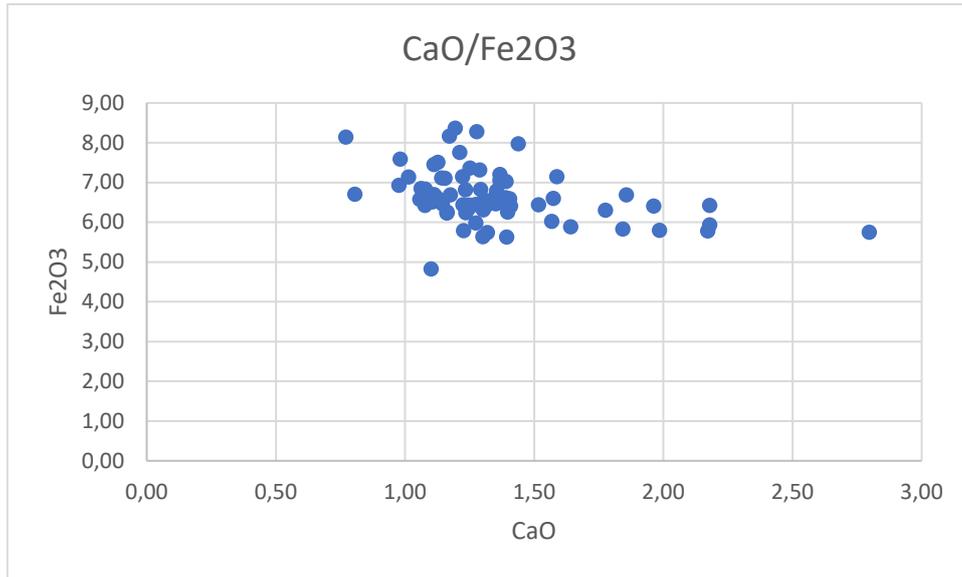


Figure 50: Rapport entre calcium CaO et fer Fe₂O₃

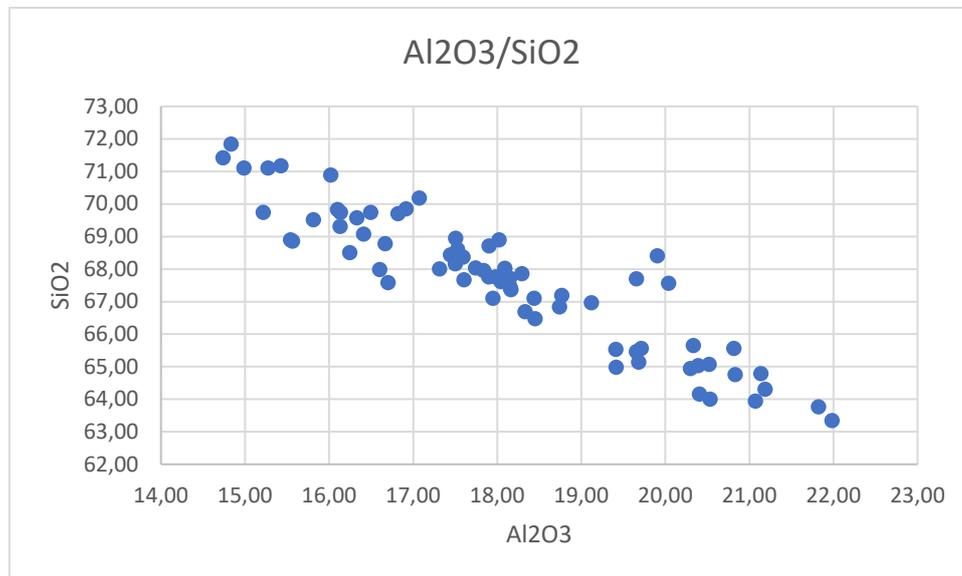


Figure 51: Rapport entre alumine Al₂O₃ et silice SiO₂

Une des corrélations les plus importantes entre deux éléments est celle entre l'alumine et la silice (Figure 50). Ceci s'explique dans la mesure où ce sont les deux composants principaux d'une argile²²¹.

De même, si l'ensemble des points du graphique sont groupés dans un même espace (Figure 51), les éléments dont les concentrations sont représentées ne semblent pas pouvoir permettre de distinguer différents groupes de céramiques. Au contraire, si les points forment plusieurs nuages (Figure 50), les éléments considérés pourraient distinguer plusieurs productions de céramiques. Suite à la constitution de l'ensemble des graphiques à deux variables possibles, il a été établi que seuls les éléments silice et alumine sont susceptibles de distinguer des pâtes relativement différentes (Figure 50). Les concentrations de 66% et 70% en silice semblent en effet pouvoir établir une limite entre deux groupes, tout comme les concentrations d'environ 17% voire 19% d'alumine. Les paliers ainsi définis sont toutefois très proches. Considérant que le corpus étudié (70 échantillons) est relativement faible et donc que sa représentativité est limitée, il est possible que cette distinction ne soit pas réelle.

Afin de tester cette conjecture, nous avons néanmoins ajouter un degré d'information supplémentaire aux graphiques à deux variables en identifiant chaque échantillon représenté par le groupe macroscopique auquel il avait été attribué. Ainsi, alors que ces groupes macroscopiques apparaissent indistinguables d'après les concentrations des autres éléments, telles celles en calcium et en fer (Figure 52), ils sont tout à fait dissemblables grâce à l'alumine et à la silice (Figure 53).

²²¹ Roux 2016, p. 44.

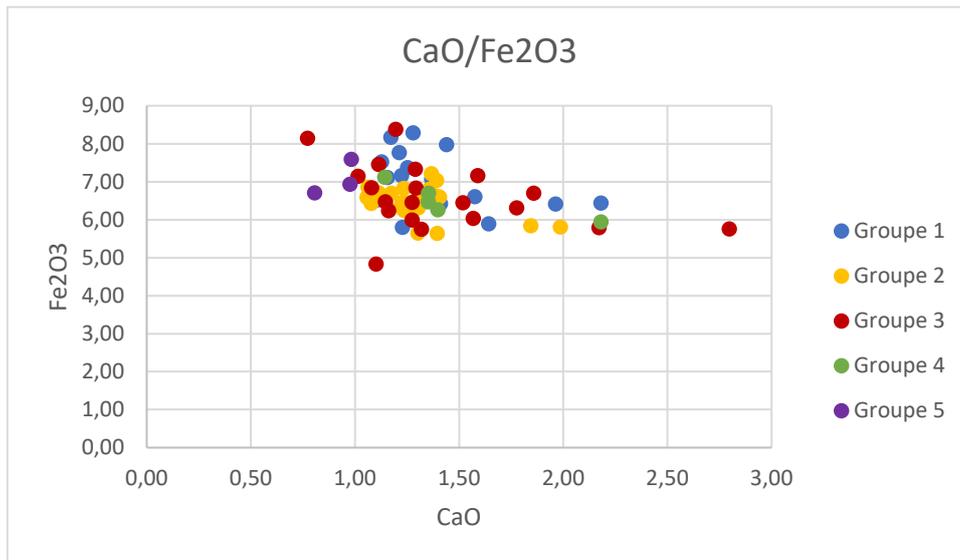


Figure 52: Rapport entre calcium (CaO) et fer (Fe2O3) avec distinction des groupes macroscopiques

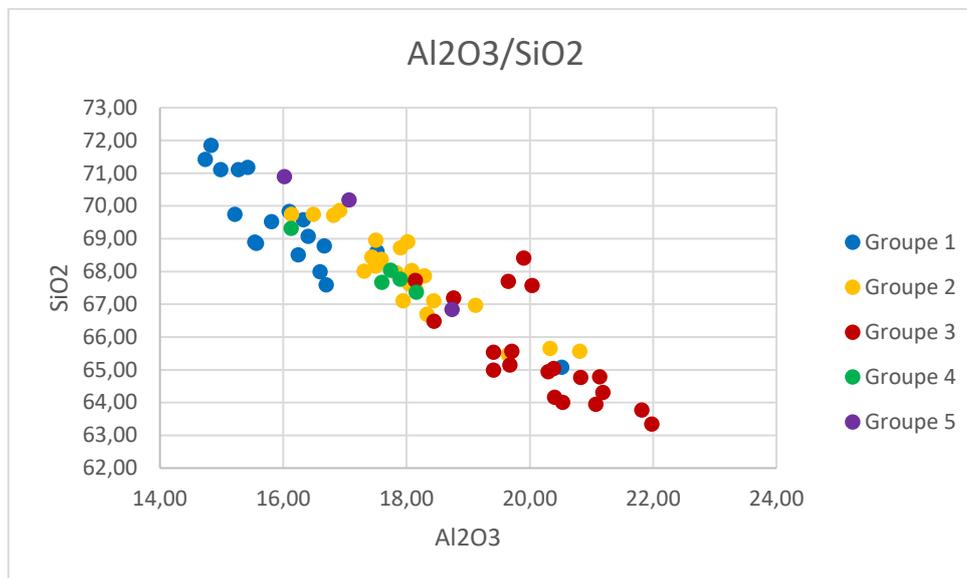


Figure 53: Rapport entre alumine Al2O3 et silice SiO2 avec distinction des groupes macroscopiques

La part de ces deux éléments semble opérer une distinction nette entre trois groupes qui correspondent relativement bien avec les groupes macroscopiques 1, 2 et 3. A l'exception d'un échantillon, tous les individus du groupe macroscopique 1 présentent une concentration en alumine de moins de 17% et une concentration en silice de plus de 67,5%. La majeure partie de ceux du groupe 2 possède une concentration en alumine entre 17% et 19% et une concentration en silice entre 66% et 69%. Les individus du groupe 3 ont pour la plupart un taux d'alumine au-dessus de 19% et un taux de silice de moins de 66%. A chaque fois, seuls quelques échantillons sortent du lot, cela peut être dû à une mauvaise attribution macroscopique. En ce qui concerne les groupes 4 et 5, ils ne sont pas chimiquement individualisés. Parmi les cinq individus du groupe 4 qui ont été analysés, quatre ont une même composition que les individus du groupe 2, le cinquième s'intégrant plutôt au groupe 1. Les trois échantillons du groupe 5 se répartissent au sein de ceux du groupe 1 et 2. Nous notons également que trois individus du groupe 3 se placent en dehors des trois nuages de points.

Un simple graphique à deux variables nous permet finalement de confirmer en partie la distinction macroscopique que nous avons observée. En considérant les données élémentaires seules, nous pourrions ainsi estimer que les trois premiers groupes techniques définis sont bien réels, que le quatrième regroupe les mêmes pâtes que le groupe 2 mais cuites en atmosphère oxydante plutôt que réductrice (le groupe 4 présentait en effet des caractéristiques relativement similaires à celles du groupe 2 à l'exception de la couleur de sa matrice argileuse) et enfin que les pâtes du groupe 5 doivent finalement être attribuées à un des quatre premiers groupes.

Leur distinction semble ne reposer que sur les concentrations en silice et alumine, or la silice est un élément qui, en plus d'être un composant principal de l'argile, se trouve dans de nombreux minéraux et notamment le quartz. Il peut ainsi être difficile d'estimer qui de la matrice argileuse ou du dégraissant influence le plus sa concentration. Nous avons observé macroscopiquement que les groupes 1, 2 et 4 possédait un ratio f:c de 70:30 et le groupe 3 de 60:40 à 50:50. Le groupe 3 est donc celui qui possède le plus de dégraissant, mais les concentrations en silice les moins importantes. A l'opposé, les groupes 1, 2 et 4 présentent un dégraissant moins abondant mais une proportion en silice plus importante. Le taux de silice augmente donc avec la part de matrice argileuse.

Nous venons de voir que l'homogénéité de la Commingeaise à Castel-Minier n'est pas aussi forte que nous pouvions à l'origine le penser. L'analyse élémentaire menée sur des céramiques du château de Mirabat en vue d'expliquer les concentrations en plomb de nos propres échantillons était également l'occasion de vérifier l'homogénéité inter-site de la Commingeaise.

Nous avons donc intégré les données des trois échantillons qui avaient été testés (Figure 54). Il est difficile de faire des interprétations fiables sur une base de trois échantillons. Cependant, ces individus pourraient indiquer qu'une partie des Commingeaises de Mirabat serait similaire à celles de Castel-Minier, les échantillons M01 et M03 sont en effet respectivement très proche de notre groupe 2 ou inclus dans le groupe 1. Le troisième échantillon (M05) s'éloigne un peu plus de nos données, sa composition en silice et alumine semble ainsi légèrement différente et pourrait éventuellement révéler l'existence d'un quatrième groupe. Ces éléments ne sont toutefois statistiquement pas assez fiables pour que nous puissions en conclure de réelles hypothèses.

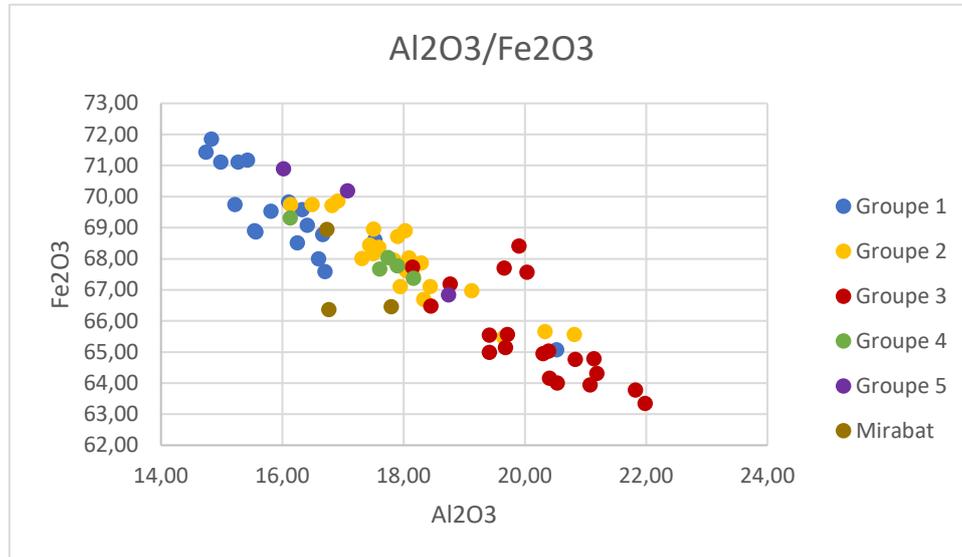


Figure 54: Rapport entre alumine Al2O3 et silice SiO2 avec distinction des groupes macroscopiques et des échantillons de Mirabat

L'existence de groupes différents au sein d'un corpus donné peut également être conjecturée grâce à l'application de méthodes de traitement de données multivariées. Les variables au sein d'un jeu de données archéologiques sont les concentrations élémentaires. Elles sont généralement corrélées et nombreuses, ce qui complique leur interprétation. Il peut ainsi être utile de transformer ces variables en un nouvel ensemble de variables non-corrélées et en nombre plus restreint. Parmi les méthodes de traitement de données multivariées, l'analyse en composantes principales (ACP) transforme rapidement un large nombre de données en un nouveau jeu moins important de données non-corrélées. Les résultats peuvent en outre être synthétisés dans l'espace réduit d'un plan. Cette méthode permet à la fois de distinguer des groupes différents d'individus au sein d'un jeu de données indifférenciées et de déterminer les liens entre variables (corrélation des éléments)²²³.

Sur une représentation graphique de données élémentaires, un groupe d'échantillons qui se distingue par sa composition peut être vu comme un nuage de point. Il se caractérise par le centre de ce nuage et par la corrélation entre les variables. Néanmoins, un jeu de données à variables multiples se représente graphiquement dans un repère qui comprend autant d'axes que de variables et est donc difficile à interpréter. L'ACP crée un nouveau repère bidimensionnel (les nouvelles variables sont appelées composantes principales) qui rend compte de la variation initiale du jeu de données²²⁴. Les composantes principales individuelles sont des combinaisons linéaires des variables d'origine. Les données peuvent être représentées sur un repère dont les axes sont les composantes principales, comme elles peuvent l'être sur les axes originaux de concentrations élémentaires. De façon générale, les différences de composition entre individus sont susceptibles d'être plus grandes entre des individus de groupes différents qu'entre individus du même groupe. Ainsi, différents groupes sont identifiables par des nuages de points distincts sur les repères formés par les composantes principales.

²²² Une partie de la description de la méthode qui suit se base notamment sur un texte standard qui a été développé par Hector Neff au sein du laboratoire d'archéométrie de l'Université du Missouri (Columbia MO, Etats-Unis) dans les années 1980-1990. Il a depuis été révisé et développé notamment par Hector Neff, Micheal Glascock et Robert J. Speakman et a été publié sous diverses formes dans plus de 300 mémoires, thèses et publications évaluées par des pairs. Il est utilisé ici avec la permission de Robert J. Speakman.

²²³ Preys 2016a, p.4.

²²⁴ *Ibid.*, p. 7.

Les ACP de données élémentaires ont tendance à être dominées par les éléments dont les concentrations sont relativement importantes²²⁵. Une des méthodes de standardisation les plus communes est la transformation logarithmique de base 10. Cette transformation compense en effet les différences de grandeur entre les éléments majeurs (exprimés en %) et les éléments traces (exprimés en ppm) et crée une distribution plus normale pour certains des éléments traces.

Une des forces de l'ACP²²⁶ est qu'il est possible de représenter à la fois les individus (échantillons analysés) et les variables (concentrations élémentaires) sur le même repère (R- et Q-mode). Les variables sont représentées sous forme de vecteurs dont l'origine est le centre du nuage de points et parfois appelés loadings²²⁷. Un angle entre deux vecteurs indique la corrélation entre les deux éléments qu'ils représentent. Un angle très aigu signifie que la corrélation est positive (une concentration augmente lorsque l'autre augmente) et forte ; un angle à 90° traduit l'absence de corrélation ; un angle proche de 180° indique une forte corrélation négative.

Représenter les individus et les variables sur le même graphique permet d'observer la contribution de chaque élément à la séparation et aux formes distinctes des différents groupes repérés. Un tel graphique est appelé « biplot » en référence à cette représentation simultanée des individus et des variables d'un jeu de données. Les relations entre variables déduites d'un biplot peuvent être vérifiées à l'aide de graphiques à deux variables.

L'analyse en composantes principales de nos données a été réalisée avec l'aide de Robert J. Speakman lors de notre stage au CAIS. Nos connaissances en matière de statistiques et de traitement de données multivariées sont en effet encore très limitées. L'étude que nous présentons ici est une première approche qu'il nous faudra largement développer.

Nos analyses par XRF ont porté sur 19 éléments (MgO, Al₂O₃, SiO₂, SO₂, K₂O, CaO, TiO₂, MnO, Fe₂O₃, Ba, Cr, Cu, Ni, Pb, Rb, Sr, Y, Zn, and Zr). En raison de leur faible concentration, les éléments chrome Cr, cuivre Cu et yttrium Y n'ont pas pu être détectés dans l'ensemble des échantillons. Plus de 5% des valeurs étant manquantes, leurs données n'ont pas été utilisées pour l'ACP. En raison de l'importance de la pollution en plomb observée dans nos céramiques, cet élément n'a pas non plus été considéré. En outre, il existe une interférence entre

²²⁵ Mardia *et al.* 1979.

²²⁶ Discutée dans Baxter 1992 ; Baxter et Buck 2002 ; Neff 1994 et Neff 2002.

²²⁷ Preys 2016a, p. 10.

les concentrations en soufre S et celles en plomb. L'élément S n'est donc pas pris en compte. L'analyse des données a ainsi porté sur 14 éléments. Nous avons appliqué à leurs concentrations une transformation logarithmique de base 10 (Annexe 9 : Tableau 7).

En plus de nos données sur les Commingeuses, nous avons également intégré à notre ACP les données de l'analyse par XRF de céramiques ramassées lors de prospections autour de Giroussens²²⁸ (Annexe 9 : Tableau 8). En effet, leur ajout donne une autre dimension à la dispersion de nos propres données et peut aider à visualiser leur variabilité.

Les tableaux 1 à 3 de l'Annexe 10 résument les statistiques utilisées pour l'ACP. Le premier regroupe les *eigenvalue*, c'est-à-dire la valeur de chaque composante principale, et indique sa variance et le pourcentage qu'elle exprime de la variance totale originale des variables. La dernière ligne exprime le pourcentage de variance cumulé par toutes les composantes principales. Le deuxième tableau présente la valeur (c'est-à-dire la direction) des vecteurs représentant les éléments. Le troisième est la matrice des loadings obtenus.

Sur les repères créés à l'aide des composantes principales 1 et 2 puis 1 et 4 (Annexe 10 : Figure 1 et 3), nous pouvons observer que notre jeu de données qui concerne 70 individus présente une dispersion à peine plus importante que celle des 17 individus de Giroussens. La variation chimique des Commingeuses analysées semble ainsi limitée. Le nuage de points que constitue les données des Commingeuses ne permet a priori pas de distinguer des groupes différents.

Les biplots (Annexe 10 : Figure 2 et 4), outre le fait qu'ils révèlent que les céramiques de Giroussens sont nettement plus enrichies en zirconium alors que les Commingeuses comprennent une part plus importante en calcium et en strontium, nous indique les corrélations entre les différents éléments. C'est notamment visible à l'aide des composantes principales 1 et 4, les éléments métalliques titane, nickel et fer évoluent de la même façon, tout comme le potassium, le magnésium et le rubidium. Ces données ne nous permettent néanmoins toujours pas de distinguer des groupes différents au sein de la Commingeuse.

Un retour au graphique bivarié semble néanmoins pouvoir révéler une certaine distinction. Quatre échantillons semblent en effet se détacher par leur concentration en strontium (Annexe 10 : Figure 5 et 6). Trois appartiennent au groupe macroscopique 1 (1.01, 1.03 et 1.29) et le quatrième (2.02) au groupe 2 mais celui-ci se rapprochait des individus du groupe 1 lors de notre étude du rapport Al_2O_3/SiO_2 . L'effectif de ce groupe est extrêmement faible, mais c'est une piste qu'il nous faudra suivre et approfondir, d'une part par la

²²⁸ Celles-ci nous ont été fournies et leur utilisation permise par Ted Gragson.

multiplication des échantillons analysés afin de vérifier l'importance de ce groupe, d'autre part par l'étude pétrographique de ces quatre échantillons. Celle-ci pourrait éventuellement révéler une particularité minéralogique qui pourrait expliquer une concentration plus importante en strontium.

L'ACP ne semble finalement pas nous fournir d'informations supplémentaires à celles que pourrions extraire des graphiques bivariés, bien qu'elle permette une lecture instantanée de la corrélation entre variables. Néanmoins, nous n'avons à ce jour pas exploité tout le potentiel d'une telle méthode. La représentativité statistique de nos 70 échantillons est tout d'abord limitée. La prise en compte d'un corpus plus important permettra de confirmer nos premières observations. Nous n'avons par ailleurs pas eu l'opportunité d'intégrer les données des Commingeoises de Mirabat au sein de l'analyse afin de vérifier leur homogénéité relative avec les céramiques de Castel-Minier. Enfin, une étude de provenance suppose la comparaison de nos données avec des échantillons de matières premières, la composition d'un tel référentiel est ainsi une des prochaines étapes de cette étude.

Malgré ces nombreuses incertitudes, en ce qui concerne l'origine géologique de nos céramiques, nous pouvons toutefois présenter un élément supplémentaire qui va dans le sens d'une matière première dérivée du granite. En effet, nos céramiques présentent toutes une concentration en silice de plus de 60% caractéristique des roches acides à environ 10% de quartz telles que le granite²²⁹.

²²⁹ Cette information est extraite d'un cours de pétrographie céramique proposé par Alice Hunt à l'Université de Géorgie.

Conclusion : résultats, discussion et perspectives

L'étude que nous avons menée sur la céramique Commingeaise de Castel-Minier présente plusieurs apports.

1) Typologie

D'un point de vue typologique tout d'abord, elle a permis de faire le point sur le vaisselier que constitue la production Commingeaise. Il comprend ainsi uniquement des pots répondant à des fonctions domestiques. Trois pots devaient servir à la cuisson des aliments : la oule, la marmite et le pot à une anse, trois autres au transport, service et stockage des liquides : la cruche, le pégau et la dourne. Nous avons également identifié une forme de couvercle, accessoire qui peut se rattacher à la fonction de cuisson. Enfin, nous avons cru pouvoir identifier des fragments d'une forme que nous n'avons, à ce jour, pas encore rencontrée dans la bibliographie concernant la Commingeaise : le petit pot.

L'étude d'un corpus plus important de céramiques commingeaises sera d'une part l'occasion de vérifier si ces petits pots sont bel et bien une forme à part entière du vaisselier. D'autre part, à l'exception de la oule, il est extrêmement difficile de distinguer les différentes Commingeaises à partir de leur bord. Cette partie d'un pot est pourtant celle qui permet généralement l'identification d'une forme et son association à une fonction. De ce fait, l'étude d'un corpus plus large et moins fractionné permettra éventuellement de révéler une récurrence dans les associations bord/forme afin de proposer une typologie plus précise de la Commingeaise qui pourra servir de référence lors de la découverte de nouveaux fragments en fouille.

2) Typo-chronologie

Dresser une typo-chronologie fiable de la Commingeaise semble difficile en raison d'un corpus qui reste relativement faible. L'absence de certaines formes lors des phases que nous avons pris en considération peut en effet être due aux problèmes d'identifications mentionnés plus haut. Notre étude révèle néanmoins une tendance de l'évolution de la Commingeaise. Le XIV^{ème} siècle, « âge d'or » de la Commingeaise, est la période pendant laquelle un vaisselier domestique complet est retrouvé à Castel-Minier. Le XV^{ème} siècle semble par la suite voir disparaître le pot à une anse, puis le pégau. La doune n'est a priori plus retrouvée à partir du XVI^{ème} siècle alors que la oule, la marmite et la cruche perdurent encore.

Cette simplification du vaisselier semble réaliste dans la mesure où la production générale de la Commingeaise diminue progressivement au cours du XV^{ème} siècle puis du XVI^{ème} siècle. Une nouvelle fois, il semble nécessaire de constituer un corpus plus large afin de vérifier nos observations. La considération de contextes appartenant au XIII^{ème} siècle, voire au XII^{ème} siècle, viendra particulièrement préciser le début de la chronologie.

3) Chaîne opératoire

L'aspect pluridisciplinaire de notre recherche a par ailleurs permis de proposer une première définition de la chaîne opératoire de la Commingeaise. Nous ne pouvons encore rien dire des méthodes d'acquisition des matières premières, si ce n'est qu'elles ont eu lieu dans une zone située probablement à moins d'une dizaine de kilomètres autour de Castel-Minier. L'étude pétrographique a révélé des indices d'une préparation faible de ces matières premières. Il est ainsi possible que celles-ci aient été utilisées telles quelles ou qu'un tamisage ait pu servir à supprimer les inclusions les plus grosses.

La technique de façonnage que nous estimons la plus probable, d'après des données technologiques qui semblent pouvoir être confirmées par la pétrographie, est celle du colombinage par pincement. Une étape de séchage intermédiaire avait peut-être lieu entre l'ébauche de la panse et celle du haut de panse et du bord. Cette hypothèse est d'autant plus probable que la mise en forme de l'ébauche de la panse semble avoir eu lieu sur une pâte à consistance cuir par raclage, alors que le haut des pots paraît avoir été mis en forme par pression continue avec un mouvement de rotation sur pâte humide.

La cuisson des pots ne semble pas avoir eu lieu systématiquement dans les mêmes conditions. L'étude pétrographique révèle en effet que certains pots ont été cuits dans une atmosphère oxydante alors que d'autres l'ont été en atmosphère réductrice. La température atteinte pendant la cuisson aurait de la même façon été variable.

La chaîne opératoire ainsi présentée présente de nombreuses lacunes. Tout t'abord, elle n'est pas complète : nous n'avons pas par exemple abordé l'étape du décor. Ensuite, les étapes dont nous discutons méritent que nous développions nos réflexions. C'est notamment le cas de celle de la cuisson dont la technique n'a pas été définie. En ce qui concerne la préparation des matières premières, un comparatif avec les matériaux d'origine serait nécessaire afin de comprendre au mieux quelles transformations ils ont subies.

En outre, les individus étudiés technologiquement ne sont pas les mêmes à partir desquels des lames minces ont été réalisées. On a pu voir pourtant que l'étude technologique en lame mince est complémentaire d'une étude macroscopique ou sous loupe binoculaire. Nous justifions ce choix par une volonté de préserver au maximum un corpus déjà très fragmentaire et dont les pièces proches d'être archéologiquement complètes sont pour le moment rares, et seront peut-être amenées à compléter une exposition sur le site de Castel-Minier installée à Aulus-les-Bains. Néanmoins, l'étude approfondie que nous souhaitons mener par la suite devra réaliser une lecture technologique complète, macroscopique et microscopique, des pots commingeois. Elle sera par ailleurs appliquée à l'ensemble du mobilier et non plus qu'à un simple échantillonnage. Elle intégrera de même des corpus moins fragmentaires comme celui issu des fouilles d'Aurignac afin de comprendre la technique complète du façonnage d'un pot.

4) Caractérisation

En ce qui concerne la caractérisation de la pâte commingeoise. Notre étude nous permet de préciser sa description. La Commingeoise se caractérise ainsi par une pâte fortement dégraissée (entre 40 et 70 % de dégraissant) notamment par des particules de quartz et de fragments de roche sombres, elle comprend également une proportion importante de micas noirs et blancs, mais aussi des minéraux de feldspath et une certaine proportion d'opacques noirs parfois assez gros pour être visibles à l'œil nu. Par recoupement des données macroscopiques, pétrographiques et élémentaires, nous pensons en outre pouvoir confirmer l'existence de sous-

groupes au sein de la production Commingeaise de Castel-Minier et ce malgré les résultats d'une ACP qui présente nos échantillons comme chimiquement homogènes.

L'étude pétrographique a permis de distinguer deux groupes : le I correspondant aux groupes macroscopiques 1 et 2 et le groupe pétrographique II correspondant aux groupes macroscopiques 3 et 4. Les données élémentaires ont permis de confirmer la différenciation entre les groupes macroscopiques 1, 2 et 3, et d'associer le groupe 4 au second. Ces résultats sont en partie complémentaires.

Laissons de côté les individus du groupe 4 pour le moment. Les échantillons des groupes 1 et 2 sont ceux qui possèdent les concentrations en silice les plus importantes. Cela correspond pétrographiquement au groupe I dont le ratio f:c (entre 45:55 et 60:40) révèle néanmoins une part moins importante de dégraissant que celle du groupe pétrographique II. Les individus du groupe macroscopique 3 appartiennent à ce dernier, et l'analyse élémentaire montre une concentration en silice moins élevée. Ce sont les mêmes observations que nous avons faites en comparant les données élémentaires avec les données macroscopiques. Ainsi, la prise en considération des données pétrographiques confirme que le taux de silice augmente avec la part de matrice argileuse. Le lien entre groupes macroscopiques, groupes pétrographiques et groupes géochimiques semble pouvoir être attesté et leur distinction n'être due qu'à une différence de proportion argile/dégraissant.

L'échantillon 1.07 était le seul du groupe macroscopique 1 à faire partie du groupe pétrographique II en raison de son ratio f:c de 30:70. C'est aussi le seul du groupe macroscopique 1 qui se retrouve compris au sein du groupe 3 d'après ses concentrations en alumine et en silice. En outre, cet échantillon provient de la dourne de l'US 2215 qui avait été prise en exemple pour illustrer la difficulté d'attribuer un fragment à un groupe macroscopique. Elle présentait en effet à la fois les caractéristiques des groupes 1 et 3 mais sur des zones différentes (Planche XIX). En constituant une anomalie dans les trois cas de définition de groupes, cet échantillon semble pouvoir confirmer la conjonction entre groupes pétrographiques, macroscopiques et géochimiques.

Concernant le groupe macroscopique 4, nos différentes données ne coïncident pas tout à fait entre elles : le groupe 4 est associé pétrographiquement au groupe 3, mais chimiquement au groupe 2 (ou 1). Cependant, nous observons que les données élémentaires vont dans le même sens que nos observations macroscopiques si nous considérons que seule la couleur des pâtes (et donc l'atmosphère de cuisson) le distingue du groupe 2. Aucun échantillon du groupe 4 n'est de plus associé au groupe 3 au sein des résultats des analyses élémentaires, les échantillons

étudiés pétrographiquement ne constituent donc pas des éléments qui auraient été macroscopiquement mal identifiés à l'origine, comme c'est le cas de l'échantillon 1.07. En outre, sur les trois échantillons du groupe 4 analysés pétrographiquement, le 4.04 a été inclus dans le groupe pétrographique I et donc associé au groupe macroscopique 1 et 2. Ainsi, dans la mesure où nos connaissances en pétrographie sont limitées et l'échantillonnage pétrographique est très restreint, nous pensons probable que le décalage observé provienne d'une mauvaise lecture des lames minces concernées. L'étude pétrographique d'une plus grande série de lames minces semble nécessaire pour réviser nos données et confirmer les groupes définis.

L'analyse des données élémentaires a par ailleurs révélé une distinction supplémentaire entre quatre échantillons et le reste du corpus analysé qui se caractérise par une concentration en strontium différentielle. Celle-ci n'a pas pu être vérifiée pétrographiquement à ce jour, c'est donc une nouvelle piste à creuser qui pourrait signifier l'existence d'un éventuel quatrième sous-groupe de Commingeises.

5) Origine et diffusion

Une autre problématique posée par la Commingeoise était celle de son origine. L'étude pétrographique que nous avons menée semble pouvoir indiquer que les caractéristiques géologiques des matières premières se rapprochent de la géologie locale. Ainsi, la production des Commingeises retrouvées à Castel-Minier a probablement eu lieu dans un environnement relativement proche du site.

La présence ou l'absence de tourmaline et/ou d'amphibole, minéraux retrouvés dans certains granites, n'invalide pas cette hypothèse, mais peut par ailleurs être synonyme de différents gisements. Leur présence/absence ne coïncident néanmoins pas avec les groupes définis plus haut. Le corpus très limité de lames minces observées ainsi que notre niveau de connaissances en minéralogie sont deux raisons pour lesquelles nous estimons nécessaire de développer notre étude avant de tirer de véritables conclusions en la matière. La pétrographie demande en effet un apprentissage assez long et notre degré d'expérience ne nous permet pas encore d'être capables de reconnaître tous les types de minéraux et d'inclusions susceptibles de se trouver dans nos lames minces. Il nous faut ainsi admettre la probabilité qu'un certain nombre d'informations nous aient échappées.

6) La Commingeaise ou les Commingeises ?

Si la céramique commingeoise de Castel-Minier était produite localement, la question de sa diffusion reste entière. L'analyse élémentaire des trois échantillons de Mirabat constitue un jeu de données trop faible pour confirmer (ou infirmer) que le vaisselier utilisé dans ce château était constitué de la même production. Situés à moins d'une quinzaine de kilomètre, nous pouvons penser que les deux sites s'approvisionnaient à partir des mêmes réseaux. Cette hypothèse reste toutefois à démontrer. Il paraît moins évident que les sites gersois soient inclus dans ces mêmes réseaux. Si néanmoins tel était le cas, la production de la Commingeaise pourrait constituer un monopôle. A l'opposé, plusieurs centres de production signifierait qu'un modèle de vaisselier s'est diffusé dans toute la région du Comminges. Dans les deux cas, il faudra s'intéresser aux raisons d'un tel succès.

Si les analyses pétrographiques et chimiques permettront, nous l'espérons, de répondre aux questions de provenance, l'étude technologique, en révélant s'il existe une seule ou différentes traditions techniques, peut de même mener à la distinction d'un unique ou de plusieurs centre(s) producteur(s).

En outre, à une échelle plus petite, une distinction bien réelle semble exister entre nos différents sous-groupes techniques. Pourrions-nous pour autant en conclure à des productions différentes ? Leur distinction ne repose que sur la proportion en matrice argileuse par rapport à la quantité de dégraissant. Considérant que l'étude pétrographique semble montrer une origine géologique commune à tous nos échantillons, plusieurs hypothèses semblent pouvoir expliquer ces sous-groupes. Une action anthropique peut en être à l'origine : un dégraissant peut par exemple avoir été ajouté en quantité plus importante au sein de certaines pâtes. Néanmoins, nous ne pensons pas que la pâte des Commingeises ait subi un traitement de ce type avant son utilisation. Notre seconde conjecture est que ces différences proviennent de l'exploitation de gisements qui seraient distincts mais néanmoins assez proches pour être géologiquement similaires.

Par notre approche chronologique, nous avons démontré que les quatre types de pâte sont retrouvés du début XIV^{ème} siècle à la fin du XV^{ème} siècle. Deux gisements principaux ont pu produire les pâtes des groupes 2 et 3 et être exploités de façon régulière sur toute la période. Les pâtes du groupe macroscopique 4 sont chimiquement proches des celles du groupe 2 et

pourrait ainsi provenir du même gisement, ce qui expliquerait aussi leur part constante sur toute la période. Enfin, les pâtes du groupe 1 pourrait provenir d'un gisement qui a progressivement été de moins en moins exploité.

Cette réflexion doit bien sûr être menée au conditionnel, mais si tel était le cas où nous serions en présence de gisements différents mais proches exploités de façon synchrone pendant deux siècles, nous pourrions être à l'échelle locale en présence d'une céramique normée (toutes les formes existent dans tous les types de pâtes) mais dont la production n'est pas assurée par un seul et même lieu de production. Nos trois principaux groupes techniques seraient alors le reflet d'un réseau de trois ateliers ou trois familles de potiers qui ont exploité leur propre gisement pour produire néanmoins *la Commingeaise*.

7) Limites de la recherche

Nous pensons qu'une des forces de notre recherche réside notamment dans sa pluridisciplinarité. Celle-ci permet en effet d'exploiter au maximum notre corpus céramique, d'en extraire des informations complémentaires afin de l'interpréter au mieux.

Néanmoins, cette méthode est selon nous aussi à l'origine des limites de notre recherche. En effet, chaque approche qui a été menée constitue une forme d'introduction à un champ de recherche plus vaste. Nous n'avons pas pu véritablement aboutir à des conclusions arrêtées, ce qui constitue, cela dit, un des lieux communs de toute recherche : nous ouvrons sur d'autres perspectives.

L'échantillonnage réalisé pour mener à bien chaque étude est relativement réduit : 70 échantillons pour les analyses par XRF, 15 lames minces pour la pétrographie et 9 individus pour l'étude technologique. Nous l'avons affirmé plusieurs fois déjà, se pose ainsi un problème de représentativité. De nombreuses hypothèses ont été posées, elles devront être vérifiées. En outre, les réflexions que nous avons menées ici ne valent que pour la Commingeaise du site de Castel-Minier, les problématiques que posent la Commingeaise ne sont ainsi pas résolues.

Enfin, le temps limité qui est attribué à une recherche de master a nécessité une organisation de nos recherches qui va à l'encontre d'un protocole de recherche normal. En effet, une étude pluridisciplinaire doit suivre plusieurs étapes. En règle générale, toute recherche considère les données les plus évidentes avant d'entrer progressivement dans les détails. En archéométrie, cela suppose de considérer l'échelle macroscopique, puis microscopique et enfin

élémentaire. En raison de l'organisation de notre stage, cet ordre n'a pas pu être respecté. Les analyses élémentaires ont été menées en premier lieu, puis l'étude microscopique, et l'étude typo-technologique, entamée dès le début de nos recherches, n'a pu être aboutie qu'en dernier lieu. Ainsi, certaines données sont arrivées trop tard dans le cours de notre étude ou au contraire trop tôt pour que nous puissions les interpréter au mieux.

8) Perspectives

Finalement, nous pouvons conclure ce mémoire par un constat : la Commingeaise n'a pas révélé tous ses secrets. Nous envisageons ainsi de poursuivre nos réflexions dans le cadre d'une thèse. Celle-ci devra tout d'abord prendre en compte un corpus de céramiques plus conséquent. Il sera constitué du mobilier provenant des divers sites archéologiques qui ont révélé des céramiques commingeoises afin de répondre véritablement aux problématiques d'origine et de diffusion de la production Commingeaise.

Un corpus plus important et surtout constitué d'éléments moins fragmentaires permettra en outre de préciser la typologie, notamment en ce qui concerne les bords, et ainsi de pouvoir mieux identifier chaque forme. Des pots complets tels ceux retrouvés à Aurillac permettront également une analyse plus précise et complète des méthodes de façonnage. La chaîne opératoire de la Commingeaise est en effet encore parcellaire. Nous prévoyons de développer notre démarche expérimentale : les premières pistes techniques ici présentées seront testées dans le cadre strict que nécessite un protocole expérimental. L'échelle régionale permettra aussi d'établir si l'ensemble des Commingeaises appartient à une seule et même tradition technique, et nous tenterons de retrouver les hommes derrière cette production : combien étaient-ils, comment s'organisaient-ils ? Dans une perspective plus large, il sera également intéressant d'intégrer la Commingeaise au sein d'une étude technologique incluant d'autres types de productions de la région, afin de questionner sa particularité.

La nécessité d'un corpus plus important en pétrographie a été largement rappelé. La prise en compte de lames minces supplémentaires permettra de vérifier les distinctions que nous avons établies entre les différents groupes et de confirmer la géologie des matières premières que nous pensons avoir reconnues. Les analyses élémentaires devront également être multipliées afin de donner à leurs résultats une valeur statistique fiable. Le traitement des données par des

méthodes d'analyses multifactorielles plus développées permettra une meilleure caractérisation de la Commingeoise.

Enfin, nous envisageons des prospections en vue de prélèvements d'échantillons de matières premières. Il est en effet nécessaire de constituer un référentiel de matériaux dont l'origine est connue afin d'effectuer les comparaisons pétrographiques et chimiques nécessaires à la localisation des matières premières d'origine et de préciser le traitement qu'elles ont subi. Les matériaux ainsi prélevés pourraient en outre être utilisés dans le cadre d'expérimentations afin de tester nos hypothèses sur les techniques employées au cours de la chaîne opératoire de la Commingeoise.

L'utilisation d'autres méthodologies d'analyse pourra également être envisagée. La récente thèse de Benjamin Gehres a notamment démontré qu'une analyse par spectrométrie de masse (ICP-MS) ciblée sur des minéraux tels que les micas ou les amphiboles pouvait mener à une association précise entre une pâte céramique et la roche à l'origine des matières premières qui la composent²³⁰. Ce type d'analyse pourrait ainsi nous permettre de replacer la Commingeoise au sein d'une histoire longue depuis la formation de la roche-mère à partir de laquelle s'est délitée la matière première qui l'a façonnée jusqu'à son enfouissement dans le sol de Castel-Minier.

²³⁰ Gehres 2016.

BIBLIOGRAPHIE

Liste des abréviations :

- AIECM2 : Association Internationale pour l'Étude des Céramiques Médiévales en Méditerranée (devenue Association Internationale pour l'Étude des Céramiques Médiévales et Modernes en Méditerranée)
 - CATHMA : Céramiques de l'Antiquité Tardive et du Haut Moyen-Age
 - CRAHAM : Centre de Recherche Archéologiques et Historiques Anciennes et Médiévales
 - DFS : Document Final de Synthèse
 - DRAC : Direction Régionale des Affaires Culturelles
 - SFECAG : Société Française d'Étude de la Céramique Antique en Gaule
 - SRA : Service Régional de l'Archéologie
-
- **ABBOTT et WATTS 2010** : Abbott (D.R.) et Watts (J.), « Identical rock types with different chemistry: sourcing phyllite-tempered Hohokam pottery from the Phoenix basin, Arizona », *Journal of Archaeological Science* 37, 2010, 1612-1622.
 - **ALLABY 2008** : Allaby (M.) (ed.), *A Dictionary of Earth Sciences*, 3ème éd., Oxford et New York, Oxford University Press, 1990, 654 p.
 - **ALESSANDRI et BAYROU 1994** : Alessandri (P.) et Bayrou (L.), *Château de Puylaurens. Rapport complémentaire de sondage*, Montpellier, SRA, décembre 1994, 9 p.
 - **ALEXANDRE-BIDON 1986** : Alexandre-Bidon (D.), « Le métier de potier en terre (XIIIe-XIXe siècle) : histoire, iconographie et archéologie », *Ramage Revue d'Archéologie Moderne et d'Archéologie Générale*, Presses Universitaires de l'Université de Paris-Sorbonne, fac. 4, 1986, p. 61-97.
 - **ALEXANDRE-BIDON 2005** : Alexandre-Bidon (D.), *Une archéologie du goût : céramique et consommation*, Paris, Picard, 2005, 301 p.
 - **ALLABY 2008** : Allaby (M.) (ed.), *A Dictionary of Earth Sciences*, 3ème éd., Oxford et New York, Oxford University Press, 1990, 654 p.
 - **ALLIOS 2004** : Allios (D.), *Le vilain et son pot : céramiques et vie quotidienne au Moyen Âge*, Rennes, Presses Universitaires de Rennes, 2004, 189 p.
 - **AMOURIC, RICHIEZ et VALLAURI 1999** : Amouric (H.), Richiez (F.) et Vallauri (L.), *Vingt mille pots sous les mers : Le commerce de la céramique en Provence et Languedoc du Xe au XIXe siècle, exposition du musée d'Istres, 27 mai-28 novembre 1999*, Aix-en-Provence, Edisud, 1999, 199 p.

- **AMOURIC, HORRY et VAYSSETTES 1997** : Amouric (H.), Horry (A.) et Vayssettes (J.-L.), « Le renouvellement des XVe-XVIe siècles en France Méditerranéenne : les lieux, les hommes et les produits », *La céramique médiévale en Méditerranée*, Actes du VI^e congrès de l'AIECM2, Aix-en-Provence, 13-18 novembre 1995, Aix-en-Provence, Narration éditions, 1997, p. 529-538.
- **AMOURIC, HORRY et VAYSSETTES 2009** : Amouric (H.), Vallauri (L.) et Vayssettes (J.-L.), *Terres de feu, de lumière et de songes... dans le Midi français X^e-XX^e siècles*, Nîmes, Lucie édition, Aubagne, Communauté d'agglomération Pays d'Aubagne et de l'Etoile, 2009, 407 p.
- **ARCELIN et RIGOIR 1979** : Arcelin (P.) et Rigoir (Y.), « Normalisation du dessin en céramologie. Résultats de la table-ronde de Montpellier réunie le 7 avril 1976 », numéro spécial 1 des *Documents d'Archéologie Méridionale*, Lambesc, 1979, 35 p.
- **ARCELIN et TUFFREAU-LIBRE 1998** : Arcelin (P.) et Tuffreau-Libre (M.) (dir.), *La quantification des céramiques : conditions et protocole*, actes de la table ronde du Centre archéologique européen du Mont Beuvray, 7-9 avril 1998, Glux-en-Glenne, Centre archéologique européen du Mont Beuvray, 1998, 139 p.
- **ARD 2014** : Ard (V.), *Produire et échanger au Néolithique : traditions céramiques entre Loire et Gironde au VI^e millénaire*, Paris, Editions du Comité des travaux historiques et scientifiques, 2014, 387 p.
- **AUDABRAM 2012** : Audabram (P.), *Le Château, commune de Cazavet (Ariège)*, 2012, 87 p.
- **AYRAULT 2000** : Ayrault (J.-F.), *DURBAN-SUR-ARIZE, Château de SAINT-BARTHELEMY : DFS d'Evaluation Archéologique*, Toulouse, SRA, 2000, 42 p.
- **BAIZE 1995** : Baize (D.), « Teneurs totales en métaux lourds dans les sols français, premiers résultats du programme APITET », *Courrier de l'Environnement de l'INRA*, 22, 1995, p. 37-46.
- **BAIZE 2010** : Baize (D.), « Teneurs totales en plomb en fonction de la profondeur dans les sols « naturels » », *ArcheoSciences*, 34, 2010, p. 127-135.
- **BALFET 1966** : Balfet (H.), « La céramique comme document archéologique », *Bulletin de la Société préhistorique française. Études et travaux*, tome 63, n°2, 1966, p. 279-310.
- **BALFET 1973** : Balfet (H.), « A propos du tour de potier. L'outil et le geste technique », dans Collectif, *L'Homme, Hier et Aujourd'hui. Recueil d'études en hommage à André Leroi-Gourhan*, Paris, Editions Cujas, p. 109-122.
- **BALFET, FAUVET-BERTHELOT et MONZON 1989** : Balfet (H.), Fauvet-Berthelot (M.-F.) et Monzon (S.), *Lexique et typologie des poteries : pour la normalisation de la description des poteries*, Paris, Presses du CNRS, 1989, 46 p.
- **BARRELET et GARDIN 1986** : Barrelet (M.-T.) et Gardin (J.-C.), *A propos des interprétations archéologiques de la poterie : questions ouvertes*, Paris, Recherche sur les civilisations, 1986, 165 p.
- **BARRERE 1989** : Barrère (M.) (dir.), *La céramique médiévale et post-médiévale en Midi-Pyrénées*, actes de la 2^{ème} Table Ronde, Toulouse, 25 février 1989, Toulouse, Direction Régionale des Antiquités Historiques, 1989, n. p.

- **BAXTER 1992** : Baxter (M.J.), « Archaeological uses of the biplot—a neglected technique? », dans Lock (G.) et Moffett (J.) (ed.), *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, 1991 (BAR International Series S577)*, Oxford, Tempvs Reparatum, Archaeological and Historical Associates, 1992, p. 141-148.
- **BAXTER 1994a** : Baxter (M.J.), *Exploratory Multivariate Analysis in Archaeology*, Edinburgh, Edinburgh University Press, 1994, 307 p.
- **BAXTER 1994b** : Baxter (M.J.), « Stepwise discriminant analysis in archaeometry: a critique », *Journal of Archaeological Science* 21, 1994, p. 659-666.
- **BEAUX et al. 2011** : Beaux (J.-F.), Fogelgesang (J.-F.), Agard (P.) et Boutin (V.), *Atlas de Géologie Pétrologie*, Paris, Dunod, 2011, 143 p.
- **BERDOY 2015** : Berdoy (A.), *Des potières et leurs maris : histoire d'un artisanat en Béarn, XIIIème-XXème siècles*, Pau, MonHélios, 2015, 317 p.
- **BIEBER et al. 1976** : Bieber (A.M.), Brooks (D. W.), Harbottle (G.), and Sayre (E.V.), « Application of multivariate techniques to analytical data on Aegean ceramics », *Archaeometry* 18, p. 59-74.
- *Bilan scientifique*, DRAC Midi-Pyrénées, SRA, 1991-2005 et 2010-2013.
- *Bilan scientifique*, DRAC Languedoc-Roussillon, SRA, 1991-2014.
- **BISHOP et NEFF 1989** : Bishop (R.L.) et Neff (H.), « Compositional data analysis in archaeology », dans Allen (R.O.), *Archaeological Chemistry IV (Advances in Chemistry Series 220)*, Washington, D.C., American Chemical Society, 1989, p. 576–586.
- **BISHOP, RANDS et HOLLEY 1982** : Bishop (R.L.), Rands (R. L.), and Holley (G.R.), « Ceramic compositional analysis in archaeological perspective », dans *Advances in Archaeological Method and Theory*, vol. 5, New York, Academic Press, 1982, p. 275–330.
- **BLANCHARD 1952** : Blanchard (R.), « La zone axiale des Pyrénées centrales. Sermet (Jean) : Réflexions sur la morphologie de la zone axiale des Pyrénées », *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, tome 23, fascicule 2, 1952, p. 142-143.
- **BLARY 2009** : Blary (F.), « Les grandes cuisines seigneuriales et les principaux ustensiles en terre-cuite de Château-Thierry des XIV^e-XV^e siècle », *La cuisine et la table dans la France de la fin du Moyen Âge*, Publications du CRAHM, 2009, p. 365-382.
- **BOUDARTCHOUK 1995** : Boudartchouk (J.-L.), *A-64 LANDORTHE « Le Castéra »*, DFS de sauvetage programmé, Toulouse, SRA, 1995, 2 vol., 77 p. et annexes, 30 p. et 136 planches
- **BRAEKMANS et DEGRYSE 2017** : Braekmans (D.) et Degryse (P.), « Petrography: Optical Microscopy », Hunt (A.M.W.) (éd.), *The Oxford Handbook of Archaeological Ceramic Analysis*, Oxford University Press, 2017, p. 234-265.
- **BROECKER 1985** : Broecker (R.), « Aperçu sur le pot et la cruche dans le Sud-Ouest Toulousain », *Archéologie du Midi médiéval*, tome 3, 1985, p. 73-92.
- **BRONGNIART 1977** : Brongniart (A.), *Traité des arts céramiques ou des poteries, considérées dans leur histoire, leur pratique et leur théorie*, 3^e édition, Paris, Dessain et

Tolra 1977, 824 p.

- **BRUNET et LASSURE 2000** : Brunet (S.) et Lassure (J.-M.), « Les ateliers de potiers en Midi-Pyrénées (XVI-XXe siècles) », *La Grésale*, n°1, Rieumes, GRECAM, mars 2000, 120 p.
- **BULLOCK *et al.* 1985** : Bullock (P.), Fedoroff (N.), Jongerius (A.), Stoops (G.) et Tursina (T.), *Handbook for soil thin section description*, Wolverhampton, Waine Research, 1985, 152 p.
- **BUXEDA I GARRIGOS 1999** : Buxeda I Garrigos (J.), « Alternation and Contamination of Archaeological Ceramics: The Perturbation Problem », *Journal of Archaeological Science* 26, 1999, 295-313.
- **CANEROT 2008** : Canérot (J.), *Les Pyrénées, Histoire géologique*, Biarritz, Atlantica, BRGM éd., 2008, 516 p.
- **CARME 2006** : Carme (R.), « La céramique médiévale et moderne », BRIAND (J.) *et al.*, *Muséum d'Histoire Naturelle. Toulouse (31)*, Toulouse, SRA, 2006, p. 139-198.
- **CARME ET MURAT 2012** : Carme (R.) et Murat (F.), *La Vieille, commune de Tourtouse, Ariège, Rapport Final d'opération archéologique, Hadès*, Toulouse, SRA.
- **C.A.T.H.M.A. 1990** : C.A.T.H.M.A., « Quantification et chronologie : quelques applications sur des contextes de l'Antiquité tardive et du haut Moyen Age dans le midi de la Gaule ; méthodes, intérêt et limites », *SFECAG, actes du Congrès de Mandeure-Mathay*, 1990, p. 149-158.
- **CAZES 2002** : Cazes (J.-P.), *MONTAILLOU, Le Castellas : Rapport final de Synthèse de fouille programmée*, 2002, 120 p. SRA.
- **CAZES 2003** : Cazes (J.-P.), *MONTAILLOU, Le Castellas : Rapport intermédiaire de fouille programmée*, 2003, 70 p. SRA.
- **CAZES 2008** : Cazes (J.-P.), *Château de Termes. Fouille archéologique programmée, rapport intermédiaire, année 2008*, Montpellier, SRA, novembre 2008, 56 p.
- **CHAPELOT, GALINIE et PILET-LEMIERE 1987** : Chapelot (J.), Galinie (H.) et Pilet-Lemiere (J.) (dir.), *La céramique (Ve-XIXe s.). Fabrication – Commercialisation – Utilisation*, actes du premier congrès international d'archéologie médiévale (Paris, 4-6 octobre 1985), Caen, Société d'Archéologie Médiévale, 1987, 260 p.
- **CHAUVIN 2011** : Chauvin (N.), « Inventaire des sites de production potière au Moyen Âge en Midi-Pyrénées : premier état des connaissances. », *Archéologie du Midi médiéval*, Tome 29, 2011, p. 277-293.
- **COIFFE 2014** : Coiffé (A.), « La céramique médiévale », dans Lasnier (T.), *Arbon, Aspet, Cazaunous, Genos, Izaut-de-l'Hôtel et Malvezie. Prospection diachronique : rapport*, Toulouse, SRA, 2 vol., 248-181 p.
- **COLLECTIF 1990** : *Archéologie et vie quotidienne aux XIIIe et XIVe siècles en Midi-Pyrénées, exposition, Musée des Augustins, 7 mars-31 mai 1990*, Toulouse, Association pour la promotion de l'archéologie et des musées archéologiques en Midi-Pyrénées, 1990, 347 p.
- **COLLECTIF 1995** : *Ex pots... Céramiques médiévales et modernes en Franche-*

Comté, Montbéliard : Musées des Ducs de Wurtemberg, 1995, 224 p.

- **COLLECTIF 2000** : Collectif, *Potiers et poteries modernes en Midi Toulousain et Gascogne : actes, La Grésale*, n°2, Rieumes, GRECAM, septembre 2000, p. 139-158.
- **COLLECTIF 2005a** : Collectif, *Potiers et poteries du Pays de Lomagne, La Grésale*, hors-série n°6, Saint-Lys, GRECAM, février 2005, 183 p.
- **COLLECTIF 2005b** : Collectif, *Du gris à la couleur, catalogue d'exposition, mai-juin 2005*, Aurignac, Éditions Musée-Forum, Aurignac, mai 2005, 42 p.
- **COLLECTIF 2005c** : Collectif, *Poteries méridionales XVIe-XXe siècles. Midi toulousain, Languedoc, Catalogne et Provence : échanges et influences : actes de la rencontre de Bélesta (Pyrénées Orientales) mai 2002, La Grésale*, n°6, Rieumes, GRECAM, juin 2005, 120 p.
- **COMELONGUE 2007** : Comelongue (M.), « Présentation du mobilier céramique », GUILLOT (F.), AUZAT, *site de MONTREAL-DE-SOS : Rapport Intermédiaire de Fouille Programmée Triennale*, 2007, Toulouse, SRA, p. 168-170.
- **COMMANDRE et MARTIN 2012** : Commandre (I.) et Martin (F.), « Éléments de connaissance du mobilier médiéval tardif roussillonnais : le vaisselier des grands Carmes de Perpignan à la fin du XVI^e s.-début XVII^e s. », *Atti del IX Congresso Internazionale sulla Ceramica Medievale nel Mediterraneo*, Venezia, Scuola Grande dei Carmini Auditorium Santa Margherita, 23-27 novembre 2009, Florence, All'Insegna del Giglio, 2012, p. 501-502.
- **COSTES 1992** : Costes (A.), « La "Dourne" en Gascogne et Languedoc », *Revue de Comminges*, 1^{er} trimestre, 1992, p. 81-88.
- **COSTES 1993** : Costes (A.), « La motte castrale de Montgras (canton de Rieumes, Haute-Garonne) », *Revue de Comminges*, tome CVIII, 3^e trimestre, 1993, p. 343-350.
- **COSTES 1994** : Costes (A.), « Histoire de cruches : itinéraires de la céramiques populaire », *Revue de Comminges*, tome CIX, 4^e trimestre, 1994, p. 335-340.
- **COSTES 1995** : Costes (A.), « Autour des sites castraux d'Espaon et de Saint-Lizier du Planté », *Archéo en Savès*, n° 8, Rieumes, p. 33-94.
- **COSTES 1997** : Costes (A.), *Sondage sur un dépotoir d'un atelier de potier moderne à Savères (Haute-Garonne), Lieu-dit Lizac (Bascou)*, SRA, Toulouse, novembre 1997, 11 p. et 22 planches.
- **COSTES 1998** : Costes (A.), « Approche de la poterie du Midi-Toulousain et de la Gascogne (XVI^e-XX^e siècles). Fabrique et typologie de la poterie du Sud-Ouest de la France », *La Grésale*, hors-série n°1, Rieumes, GRECAM, 1998, 169 p.
- **COSTES 2005a** : Costes (A.), « La céramique de la Provence, du Languedoc oriental et le Midi toulousain du XVI^e au XX^e siècle. Importations et influences. », *La Grésale*, n°6, Rieumes, GRECAM, juin 2005, p. 8-21.
- **COSTES 2005b** : Costes (A.), « "Faïences couleur café", "faïences noires" et « faïences grises dites de Gênes", Essai d'identification des faïences communes dites à "cul noir" et des poteries fines des XVIII^e et XIX^e siècles », *La Grésale*, n°6, Rieumes, GRECAM, juin 2005, p. 69-81.

- **COSTES, DESCHAMPS et PIQUES 2006** : Costes (A.), Deschamps (L.) et Piques (S.), « La poterie. Du populaire au demi-luxe », *Midi-Pyrénées Patrimoine* n° 5, janvier-mars 2006, p. 44-49.
- **COURTY et ROUX 1995** : Courty (M.A.) et Roux (V.), « Identification of wheel throwing on the basis of ceramic surface features and microfabrics », *Journal of Archaeological Science* 22, 1995, 17-50.
- **CRESWELL 1976** : Creswell (R.), « Techniques et culture, les bases d'un programme de travail », *Techniques et culture*, 1, 1976, p. 7-59.
- **D'ANNA 2003** : D'Anna (A.) *et al.*, *La céramique. La poterie du Néolithique aux Temps modernes*, Paris, Éditions Errance, 2003, 288 p.
- **DAY, KIRIATZI, TSOLAKIDOU et KILIKOGLU 1999** : Day (P.M.), Kiriati (E.), Tsolakidou (A.) et Kilikoglou (V.), « Group Therapy in Crete: A Comparison Between Analyses by NAA and Thin Section Petrography of Early Minoan Pottery », *Journal of Archaeological Science* 26, 1999, 1025-1036.
- **DAYDE et LOURENCO 1996** : Dayde (M.) et Lourenco (J.), *L'église de St Sernin de Sanissac (Lanta – 31)*, SRA, Toulouse, 1996, 88 p.
- **DEMIANS D'ARCHIMBAUD et PICON 1980** : Démiens D'Archimbaud (G.) et PICON (M.) (dir.), *La céramique médiévale en Méditerranée occidentale, Xe-XVe siècles*, Valbonne 1978, Paris, éd. du C.N.R.S., 1980, 465 p.
- **DUBOIS 1990** : Dubois (C.), avec la collab. de Bailly-Maitre (M.-C.), *AULUS-LES-BAINS, Castel-Minier. Rapport de sondages archéologiques d'évaluation à Castel-Minier*, 1990, 16 p.
- **DUBOIS 1991** : Dubois (C.), *AULUS-LES-BAINS, le CASTEL-MINIER : Rapport de Sondage*, 1991, 27 p.
- **DURAND 1995** : Durand (J.), *Canton de SALIES-DU-SALAT : Rapport de Prospection-Inventaire*, 1995, 2 Vol. 66 p.
- **ECHALLIER 1984** : Echallier (J.-C.), *Eléments de technologie céramique et d'analyse des terres cuites archéologiques*, Lambesc, D.A.M., 1984, 39 p.
- **ECHALLIER 1991** : Echallier (J.-C.), *Initiation à la pratique du microscope pétrographique pour l'analyse des céramiques*, Paris, Centre de Recherches Archéologiques, 1991.
- **FABRE 1995** : Fabre (J.-M.), *La Castéra du Pujol de Géry, rapport de sondage*, 1995, Toulouse, SRA, 11 p. et annexes.
- **FABRE 1996** : Fabre (J.-M.), *La Castéra du Pujol de Géry, rapport de sondage*, 1996, 9 p. et annexes.
- **FAUCHER 1937** : Faucher (D.), « L'originalité physique des Pyrénées de l'Ariège », *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, tome 8, fascicule 4, 1937, p. 287-299.
- **FAURE-BOUCHARLAT 1990** : Faure-Boucharlat (E.) (dir.), *À la fortune du pot. La cuisine et la table à Lyon et à Vienne, Xe-XIXe siècles, d'après les sources archéologiques*, catalogue d'exposition, Lyon, Association lyonnaise pour le sauvetage

des sites archéologiques médiévaux, 1990, 234 p.

- **FAURE-BOUCHARLAT 1996** : Faure-Boucharlat (E.) *et al.*, *Pots et potiers en Rhône-Alpes, époque médiévale époque moderne*, Lyon, Service Régional de l'Archéologie de Rhône-Alpes, 1996, 315 p.
- **FEATHERS 1989** : Feathers (J.K.), « Effects of temper on strength of ceramics: response to Bronitsky and Hamer », *American Antiquity*, 54 (3), 1989, p. 579-588.
- **FERRIER 1999** : Ferrier (M.), *L'artisanat potier à Cox dans la seconde moitié du XVI^e siècle*, mémoire de maîtrise, Université de Toulouse II Le Mirail, sous la direction de BRUNET (S.), juin 1999, 1 vol.
- **FOUCHER et SAN JUAN 2000** : Foucher (P.) et San Juan (C.), *L'abri Sous-les-Rideaux (Lespugue, Haute-Garonne), Rapport 2000*, Toulouse, SRA, décembre 2000, 96 p.
- **FREESTONE 1988** : Freestone (I.), « The Introduction of Roman Ceramic Styles and Techniques into Roman Britain: A Case Study from the King Harry Lane Cemetery, St. Albans, Hertfordshire », *MRS Proceedings 123*, 1988, p. 109-115.
- **FREESTONE 1991** : Freestone (I.), « Extending ceramic petrology », dans A. Middleton (A.) et Freestone (I.), *Recent developments in ceramic petrology*, London, British Museum, p. 399-410.
- **FREESTONE 1995** : Freestone (I.), « The petrographic examination of ceramics », *American Journal of Archaeology* 99, 1995, 111-115.
- **GAIFFE 1996** : Gaiffe (O.), *TOULOUSE, Lycée Ozanne. Evaluation archéologique : rapport*, 1996, SRA, Toulouse, n. p.
- **GARRISON 2016** : Garrison (E.), *Techniques in Archaeological Geology*, 2^{ème} éd., New York, Springer, 2016, 364 p.
- **GEHRES 2016** : Gehres (B.), *Connaissances des sociétés insulaires armoricaines par l'étude archéométrique du mobilier céramique : les réseaux d'échanges îles-continent : évolution du Néolithique à la période gallo-romaine*, thèse de doctorat, Université Rennes 2, 2016, 478 p.
- **GENNA 2008** : Genna (A.), *Carte géologique harmonisée du département de l'Ariège. Notice technique. Rapport final*, BRGM/RP-56473, 423p.
- **GERAUD 2016** : Géraud (M.), *La céramique du site de Castel-Minier (Aulus-les-Bains, Ariège) : la fin de l'occupation du site, XV^{ème}-XVI^{ème} siècles*, mémoire de master 1, Université de Toulouse – Jean Jaurès, 2016, 108 p. et annexes.
- **GLASCOCK 1992** : Glascock (M.D.), « Characterization of archaeological ceramics at MURR by neutron activation analysis and multivariate statistics », dans Neff (H.) (éd.), *Chemical Characterization of Ceramic Pastes in Archaeology*, Madison WI, Prehistory Press, 1992, p. 11–26.
- **GRIBBLE et HALL 1992** : Gribble (C.D.) et Hall (A.J.), *Optical Mineralogy*, London, Routledge, 1992, 303 p.
- **GRIMBERT 2002** : Grimbert (L.) *et al.*, *SAVIGNAC-LES-ORMEAUX, lieu-dit LE NAJAR – Un Atelier Sidérurgique Moderne (XVI^e-XVIII^e s.) : D.F.S. de Fouille de*

Sauvetage Programmé, Toulouse, SRA, 2002, 133 p.

- **GROS 2004** : Gros (J.-S.), « Oropos. Quantification de la céramique, méthode et premiers résultats pour la céramique à pâte grossière », Mazarakis Ainian, A. (Ed.) *Oropos and Euboea in the Early Iron Age, International round table, June 18-20, Volos, 2004*, p. 255-270.
- **GUADAGNIN 2007** : Guadagnin (R.), *Fosses, vallée de l'Ysieux : Catalogue typochronologique des productions*, Caen, Publications du CRAHM, 2007, Vol. 2, 735 p.
- **GUÉDON 2011** : Guédon (F.), avec la collab. Callede (F.), *AULUS-LES-BAINS, lieu-dit LA MOULINE : Rapport Final d'Opération de Diagnostic*, 2011, Toulouse, SRA, 53 p.
- **GUILLOT 2005** : Guillot (F.), *AUZAT, Programme MONTREAL-DE-SOS : Rapport Final de Fouilles Programmées 2005*, Toulouse, SRA, 163 p.
- **GUILLOT 2010** : Guillot (F.), *AUZAT, site de MONTREAL-DE-SOS : Rapport Final de Fouilles Programées*, 2010, Toulouse, SRA, 2 Vol., 529 p.
- **GUILLOT 2013** : Guillot (F.), *AUZAT, Montréal-de-Sos. Etat d'avancement de la publication synthétique. Fouilles et sondages archéologiques, analyses, études de mobilier, recherches d'histoire et de géopolitique : rapport*, 2013, Toulouse, SRA, 441 p.
- **GUILLOT 2014** : Guillot (F.), *AUZAT, Montréal-de-Sos. Etat de la publication de 12 années de fouilles et sondages archéologiques. Aide à la préparation de publication (APP) : rapport*, 2014, Toulouse, SRA, 2 Vol. Vol. I : 252 p.
- **GUINAUDEAU 2012** : Guinaudeau (N.), *Fortifications seigneuriales et résidences aristocratiques gasconnes dans l'ancien comté d'Astarac entre le X^eme et le XVI^eme siècle*, thèse de doctorat en Histoire médiévale, Université Michel de Montaigne – Bordeaux III, sous la direction de Philippe Araguas, 2012, 2 vol., 467 et 130 p.
- **HALL 2017** : Hall (M.E.), « X-ray Fluorescence-Energy Dispersive (ED-XRF) and Wavelength Dispersive (WD-XRF) Spectrometry », Hunt (A.M.W.) (éd.), *The Oxford Handbook of Archaeological Ceramic Analysis*, Oxford University Press, 2017, p. 342-362.
- **HARBOTTLE 1976** : Harbottle (G.), « Activation analysis in archaeology », *Radiochemistry* 3, London, The Chemical Society, 1976, p. 33–72.
- **HEIN, DAY, QUINN et KILIKOGLOU 2004** : Hein (A.), Day (P.M.), Quinn (P.S.) et Kilikoglou (V.), « The geochemical diversity of neogene clay deposits in Crete and its implications for provenance studies of Minoan pottery », *Archaeometry* 46, 2004, 357-384.
- **HENIGFELD et HUSI 2010** : Henigfeld (Y.) et Husi (P.), « La céramique médiévale dans la moitié nord de la France : bilan et perspectives », Chapelot (J.) (dir.), *Trente ans d'archéologie médiévale en France*, Publications du CRAHM, 2010, p. 305-319.
- **HUNT 2012** : Hunt (A.M.W.), « On the Origin of Ceramics: moving toward a common understanding of 'provenance' », *Archaeological Reviews from Cambridge* 27, 2012, 83-97.

- **HUNT 2017** : Hunt (A.M.W.) (éd.), *The Oxford Handbook of Archaeological Ceramic Analysis*, Oxford University Press, 2017, 724 p.
- **HUNT, DVORACEK, GLASCOCK et SPEAKMAN 2014** : Hunt (A.M.W.), Dvoracek (D.K.), Glascock (M.D.) et Speakman (R.J.), « Major, minor and trace element mass fractions determined using ED-XRF, WD-XRF and INAA for five certified clay reference materials: NCS DC 60102-60105; NCS DC 61101 (GBW 03101A, 03102A, 03103, and 03115) », *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 302, 2014, p. 505-512.
- **HUNT et SPEAKMAN 2015a** : Hunt (A.M.W.) et Speakman (R.J.), « Portable XRF analysis of archaeological sediments and ceramics », *Journal of Archaeological Science* 53, 2015, p. 1-13.
- **HUNT et SPEAKMAN 2015b** : Hunt (A.M.W.) et Speakman (R.J.), *Doing pXRF Right : An intermediate course for Archaeologists – Course Workbook*, Center for Applied Isotope Studies at the University of Georgia, 2015, 41 p.
- **HUSI 2001** : Husi (P.), *Quantification et datation en archéologie (Le nombre minimum d'individus : la technique de quantification la mieux adaptée à la datation des contextes archéologiques à partir de l'exemple de Tours)*, Les petits cahiers d'Anatole, n°6, 2001, 27 p.
- **HUSI 2003** : Husi (P.) (dir.), *La céramique médiévale et moderne du Centre-Ouest de la France (11^e – 17^e siècle)*, Tours, FERAC, 2003, 114 p. et cédérom.
- **HUSI 2009** : Husi (P.), « De la table médiévale au vaisselier archéologique : l'exemple de la céramique du Bassin de la Loire moyenne », RAVOIRE (F.) et DIETRICH (A.) (dir.), *La cuisine et la table dans la France de la fin du Moyen Âge : contenus et s du XIV^e au XVI^e siècle*, actes du colloques de Sens, 8-10 janvier 2004, Caen, Publications du CRAHAM, 2009, p. 271-280.
- **ILLES 2015** : Illes (P.), *Rebuts de cuisine et de table. Les céramiques et le mobilier de la fosse 1008, Perpignan, couvent des Minimes*, mémoire de Master 2, Université de Perpignan Via Domitia, sous la direction d'Aymat Catafau, 2015, 124 p. et annexes.
- **JOLIBERT 1984** : Jolibert (B.), *Abbaye de Bonnefont, Rapport de fouille de sauvetage 1984*, Toulouse, SRA, 1984, 50 p. et annexes.
- **JOLIBERT 1985** : Jolibert (B.), *Abbaye de Bonnefont, Rapport de fouille de sauvetage 1985*, Toulouse, SRA, 1985, 34 p. et annexes.
- **JOLIBERT 1986** : Jolibert (B.), *Abbaye de Bonnefont, Rapport de fouille de sauvetage 1984*, Toulouse, SRA, 1986, 38 p. et annexes.
- **JOLIBERT 2004** : Jolibert (B.), *Aurignac (31), La Tour de Savoie, sondage n°2004-15*, Toulouse, SRA, 2004, 67 p. et annexes.
- **JOLIBERT 2006** : Jolibert (B.), *SALIES-DU-SALAT, Rapport de Prospection Inventaire et Inventaire Mobilier et Immobilier*, Toulouse, SRA, 2006, 2 Vol. 91 p.
- **JOLIBERT et VIDAILLET 1992** : Jolibert (B.) et Vidaillet (F.), *Abbaye de l'Escaladieu, Bonnemazon (H.P.), sauvetage*, Toulouse, SRA, avril-août 1992, 44 p. et annexes.
- **KERR 1977** : Kerr (P.F.), *Optical Mineralogy*, 4^{ème} éd., London, McGraw-Hill, 1977,

492 p.

- **KILIKOGLOU *et al.* 1998** : Kilikoglou (V.), Vekinis (G.), Maniatis (Y.) et Day (P.M.), « Mechanical performance of quartz-tempered ceramics: Part I, strength and toughness », *Archaeometry*, 40, 2, p. 261-279.
- **LASNIER 2007** : Lasnier (T.), *Les fortifications médiévales du Haut Couserans, rapport de prospection thématique*, Toulouse, SRA, 2007, 3 vol. : 235, 87 et 169 p.
- **LASSURE 1976** : Lassurance (J.-M.), « Mont-d'Astarac (Gers) », Notes d'Archéologie et d'Histoire, Bulletin de la Société Archéologique et Historique du Gers, LXXVII, 4e trimestre 1976, p. 357-382.
- **LASSURE 1983** : Lassurance (J.-M.), « Les fouilles de sauvetage de Saint-Maur (Gers) », dans *Archéologie du Midi médiéval*, Tome 1, 1983, p. 11-22.
- **LASSURE et LASSURE 1975a** : Lassurance (C.) et (J.-M.), « La Motte féodale n° II de Panassac (Gers) », Bulletin de la Société Archéologique et Historique du Gers, LXXVI, 1er trimestre 1975, p. 37-51.
- **LASSURE et LASSURE 1975b** : Lassurance (C.) et (J.-M.), « Un four de tuilier médiéval à Saint-Blancard (Gers) », dans *Archéologie Médiévale*, tome V, 1975, p. 441-442.
- **LASSURE et VILLEVAL 1990** : Lassurance (J.M.) et Villeval (G.), « Quelques productions céramiques dans la région toulousaine », *Archéologie et vie quotidienne aux XIIIe et XIVe siècles en Midi-Pyrénées*, exposition, Musée des Augustins, 7 mars-31 mai 1990, Toulouse, Association pour la promotion de l'archéologie et des musées archéologiques en Midi-Pyrénées, 1990, 347 p.
- **LASSURE et VILLEVAL 1991** : Lassurance (J.-M.) et Villeval (G.), *L'atelier de potier du Gabach à Saint-Frajou (Haute-Garonne), XVIe siècle. Fouille de sauvetage, rapport 1991*, 1991, Toulouse, SRA, 16 p. et annexes.
- **LASSURE et VILLEVAL 2000** : Lassurance (J.M.) et Villeval (G.), « Un dépotoir de potier du XVI^e siècle à Lasserre (Rimont, Ariège) », *Potiers et poteries modernes en Midi Toulousain et Gascogne : actes*, Rieumes, *La Grésale*, n°2, Rieumes, GRECAM, septembre 2000, p. 139-158.
- **LÉCUYER 1997** : Lécuyer (N.), « Cuisine languedocienne, cuisine méditerranéenne ? Approche anthropologique de la vaisselle céramique méridionale (Xe - XIVe siècle) », *Archéologie du Midi médiéval*, tome 15-16, 1997, p. 235-243.
- **LEENHARDT 1995** : Leenhardt (M.), *Poteries d'Oc : céramiques languedociennes, VII^e-XVII^e siècles*, catalogue d'exposition, Nîmes, Musée archéologique, Narration éditions, 1995, 144 p.
- **LEENHARDT et VALLAURI 1997** : Leenhardt (M.) et Vallauri (L.), « De la cuisine à la Table : vaisselles de terre en Languedoc aux XIIIe et XIVe s. », *Archéologie du Midi médiéval*, tome 15-16, 1997, p. 215-233.
- **LEENHARDT et VALLAURI 2012** : Leenhardt (M.) et Vallauri (L.), « L'ouverture à la Méditerranée », Vayssettes (J.-L.) et Vallauri (L.) (dir.), *Montpellier, terre de faïences : potiers et faïenciers entre Moyen Âge et XVIII^e siècle*, exposition, Montpellier, site archéologique Lattara – Musée Henri Prades et Musée Fabre, 28 avril – 23 septembre 2012, Milan, Silvana Editoriale, 2012, 551 p.

- **LEESE et MAIN 1994** : Leese (M.N.) et Main (P.L.), « The efficient computation of unbiased Mahalanobis distances and their interpretation in archaeometry », *Archaeometry* 36, p. 307–316.
- **LEMONNIER 1993** : Lemonnier (P.), *Technical choices : transformation in material cultures since the Neolithic*, Londres, New York, Routledge, 1993, 420 p.
- **LEROI-GOURHAN 1964a** : Leroi-Gourhan (A.), *Le geste et la parole. Vol. I : Technique et langage*, Paris, Albin Michel, 1964, 323 p.
- **LEROI-GOURHAN 1964b** : Leroi-Gourhan (A.), *Le geste et la parole. Vol. II : La mémoire et les rythmes*, Paris, Albin Michel, 1964, 285 p.
- **LEROI-GOURHAN 1971** : Leroi-Gourhan (A.), *Evolution et techniques. Vol. I : L'homme et la matière*, Paris, Albin Michel, 1971, 348 p.
- **LEROI-GOURHAN 1973** : Leroi-Gourhan (A.), *Evolution et techniques. Vol. II : Milieu et techniques*, Paris, Albin Michel, 1973, 475 p.
- **LIVINGSTONE-SMITH 2001** : Livingstone-Smith (A.), *Chaîne opératoire de la poterie : Références Ethnographiques, Analyse et Reconstitution*, thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, 2001, 2 vol., 203 p.
- **LIVINGSTONE-SMITH, BOSQUET ET MARTINEAU 2005** : Livingstone-Smith (A.), Bosquet (D.), Martineau (R.) (éd.), *Pottery Manufacturing Processes: Reconstitution and Interpretation, actes du 14e Congrès UISPP, Université de Liège, Belgique, 2-8 sept. 2001*, Oxford, Archaeopress, 2005, 228 p.
- **LOOSE 1977** : Loose (R.W.), « Petrographic notes on selected lithic and ceramic materials », dans Reher (C.) (éd.), *Settlement and Subsistence Along the Lower Chaco River*, Albuquerque, University of New Mexico Press, 1977, p. 567–571.
- **LYNOTT et al. 2000** : Lynott (M.J.), Neff (H.), Price (J.E.), Cogswell (J.W.) et Glascock (M.D.), « Inferences about prehistoric ceramics and people in Southeast Missouri: Results of ceramic compositional analysis », *American Antiquity*, 65 (1), 2000, p. 103-126.
- **MALAINÉY 2012** : Malainey (M.), *A Consumer's Guide to Archaeological Science: Analytical Techniques*, New York, Springer, 2012, 306 p.
- **MARANDET 1997** : Marandet (M.-C.), « L'équipement de la cuisine en Toulousain à la fin du Moyen Âge d'après les inventaires et les testaments », *Archéologie du Midi médiéval*, tome 15-16, 1997, p. 269-286.
- **MARTINEAU 2000** : Martineau (R.), *Poterie, techniques et sociétés. Etudes analytiques et expérimentales à Chalain et Clairvaux (Jura), entre 3200 et 2900 av.J.-C.*, thèse de doctorat, Université de Franche-Comté, 268 p. et annexes.
- **MARTINEAU 2002** : Martineau (R.), « Poterie, techniques et sociétés. Etudes analytiques et expérimentales à Chalain et Clairvaux (Jura), entre 3200 et 2900 av.J.-C. », *Bulletin de la Société préhistorique française*, tome 99, n°1, 2002, p. 150-153.
- **MAUSS 1936** : Mauss (M.), « Les techniques du corps », *Journal de Psychologie*, XXXII, ne, 3-4, 15 mars - 15 avril 1936.
- **MAUSS 1947** : Mauss (M.), *Manuel d'ethnographie*, Paris, Payot, 1947, 362 p.

- **MAUSS 2004** : Mauss (M.), « Les techniques et la technologie », *Revue du MAUSS*, vol. n° 23, no. 1, 2004, p. 434-450.
- **MAUSS 2012** : Mauss (M.), *Techniques, technologie et civilisation*, Paris, Presses universitaires de France, 2012, 481.
- **MERCADAL I FERNANDEZ et SUBIRANAS FABREGAS 1992** : Mercadal I Fernandez (O.) et Subiranas Fabregas (C.), *Memòria de la prospecció arqueològica realitzada a la plaça de Sant Agustí (Puigcerdà, la Cerdanya). Juliol de 1992*, Direccio General del Patrimone Cultural, 56 p. <http://hdl.handle.net/10687/7921>
- **MINOVEZ 2006** : Minovez (J.-M..) – « Une révolution culturelle et matérielle. La vaisselle en céramique », *Midi-Pyrénées Patrimoine* n° 5, janvier-mars 2006, p. 38-43.
- **MINOVEZ 2008** : Minovez (J.-M.), « Introduction à la journée d'étude consacrée à l'artisanat et l'industrie de la terre cuite », *La terre cuite entre artisanat et industrie du XVI^e siècle à nos jours*, *Revue du Comminges*, Tome CXXIV, n°2, juillet-décembre 2008, p. 267-270.
- **MINOVEZ 2014** : Minovez (J.-M.) *et al.*, *Céramique en Midi-Pyrénées : production, circulation, consommation. Projet collectif de recherche (PCR) : rapport*, Toulouse, SRA, 2014, 110 p.
- **MIROUSE 1998** : Mirouse (D.), *DURBAN-SUR-ARIZE, Château de SAINT-BARTHELEMY : DFS d'Evaluation Archéologique*, Toulouse, SRA, 1998, 19 p.
- **MIROUSE 2013** : Mirouse (D.), *USTOU, château de la Coste (hameau du Trein). Le site castral du Trein. Sondages : rapport*, Toulouse, SRA, 2013, 44 p.
- **MOMMSEN 2001** : Mommsen (H.), « Provenance Determination of Pottery by Trace Element Analysis: Problems, Solutions and Applications », *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 247, 2001, 657-662.
- **MOMMSEN 2004** : Mommsen (H.), « Short Note: Provenancing of Pottery - The Need for an Integrated Approach? », *Archaeometry* 46, 2004, 267-271.
- **NEFF 1994** : Neff (H.), « Introduction », dans Neff (H.) (éd.), *Chemical Characterization of Ceramic Pastes in Archaeology*, Madison WI, Prehistory Press, 1992, p. 1-10.
- **NEFF 1994** : Neff (H.), « RQ-mode principal components analysis of ceramic Compositional data », *Archaeometry* 36, 1994, 115-130.
- **NEFF 2000** : Neff (H.), « Neutron activation analysis for provenance determination in archaeology », dans Ciliberto (E.) et Spoto (G.) (éd.), *Modern Analytical Methods in Art and Archaeology*, New York, John Wiley and Sons, Inc., 2000, p. 81-134.
- **NEFF 2002** : Neff (H.), « Quantitative Techniques for Analyzing Ceramic Compositional Data », in Glowacki (D.M.) et Neff (H.) (ed.), *Ceramic Production and Circulation in Greater Southwest: Source Determination by INAA and Complementary Mineralogical Investigations*, Monograph 44, Los Angeles, Costen Institute of Archaeology, UCLA, 2002, p. 15-36.
- **NICHOLS 2009** : Nichols (G.), *Sedimentology and stratigraphy*, Second Edition, Wiley-Blackwell, 2009, 419 p.
- **OLLIVIER 2012** : Ollivier (J.), *TOULOUSE, 16-18 rue des Pénitents Blancs*.

Fouilles : rapport, Toulouse, SRA, 2012, 3 vol, 220 p., 410 p. et n.p.

- **ONA GONZALEZ 2005** : Ona González (J. L.), *Informe-memoria de la excavación arqueológica en el Hospital Viejo de Benasque*, rapport final de fouille.
- **ORTON, TYERS et VINCE 1993** : Orton (C.), Tyers (P.) et Vince (A.), *Pottery in Archaeology. Cambridge Manuals in Archaeology*, Cambridge, Cambridge University Press, 1993, 269 p.
- **PCRG 2010** : The Prehistoric Ceramics Research Group, *The Study Of Prehistoric Pottery: General Policies and Guidelines for Analysis and Publication*, 3rd ed., Prehistoric Ceramic Research Group, 2010, 78 p.
- **PEACOCK 1977** : Peacock (D. P. E.), « Ceramics in Roman and Medieval Archaeology », dans Peacock (D. P. E.) (ed.), *Characterization and Trade in Roman and Later Ceramics*, London, Academic Press, 1977, p. 21-33.
- **PEYCRU et al. 2015** : Peycru (P.), Fogelgesang (J.-F.), Grandperrin (D.) et Perrier (C.), *Géologie : tout-en-un : BCPST Ire et 2e années*, Paris, Dunod, 2^{ème} éd., 2015, 698 p.
- **PICON 1973** : Picon (M.), *Introduction à l'étude technique des céramiques sigillées de Lezoux*, Lyon, Centre de recherche sur les techniques greco-romaines, 1973, 135 p.
- **PIQUES 2000** : Piques (S.), « La production du village potier de Plagne (Haute-Garonne) », *La Grésale*, n°1, Rieumes, GRECAM, mars 2000, p. 79-100.
- **PIQUES 2005** : Piques (S.), « Les potiers de Plagne (Haute-Garonne) aux XVI^e-XVII^e siècles et la production de poteries à décors sgraffités », *La Grésale*, n°6, Rieumes, GRECAM, juin 2005, p. 23-36.
- **PORTET 2009** : Portet (N.), *ANNEXE 2 : Étude céramique*, Tereygeol (F.), *AULUS-LES-BAINS, site du Castel-Minier. Rapport intermédiaire*, 2009, p. 65-76.
- **PORTET 2010** : Portet (N.), *ANNEXE 4 : Étude céramique*, Tereygeol (F.), *AULUS-LES-BAINS, Le Castel-Minier. Fouille programmée (2009-2011) : rapport intermédiaire*, 2010, p. 88-96.
- **PORTET et COMELONGUE 2008** : Portet (N.) et Comelongue (M.), *ANNEXE 2, Étude céramique 2006-2008*, Tereygeol (F.), *AULUS-LES-BAINS, site du CASTEL-MINIER : D.F.S. de Fouille Programmée Triannuelle*, 2008, p. 103-156.
- **PREYS 2016a** : Preys (S.), *ACP 1*, CheMOOCSs, 20 p.
- **PREYS 2016b** : Preys (S.), *ACP 2*, CheMOOCSs, 14 p.
- **RAIMBAULT-DESCHAMPS 2000** : Raimbault-Deschamps (L.), *Le Bleu, le Vert, le Brun en Gascogne Toulousaine : céramiques glaçurées du groupe de Cox, décors et motifs peints du XVI^{ème} au XVIII^{ème} siècle*, *La Grésale*, hors-série n°2, Rieumes, GRECAM, juillet 2000, 152 p.
- **RAUTMAN et al. 1993** : Rautman (M.L.), Gomez (B.), Neff (H.) et Glascock (M.D.), « Neutron Activation Analysis of Late Roman Ceramics from Kalavassos-Kopetra and the Environs of the Vasilikos Valley », dans *Report of the Department of Antiquities, Cyprus 1993*, 1993, p. 233-265.
- **RAVOIRE 2006** : Ravoire (F.), « Typologie raisonnée des céramiques de la fin du

Moyen Âge et du début de l'époque moderne provenant du Beauvaisis, de Paris et d'ailleurs, retrouvées sur les sites de consommation parisiens et franciliens », *Revue archéologique de Picardie*, n°3-4, 2006, p. 105-202.

- **RAVOIRE et DIETRICH 2009** : Ravoire (F.) et Dietrich (A.) (dir.), *La cuisine et la table dans la France de la fin du Moyen Âge : contenus et s du XIV^e au XVI^e siècle*, actes du colloques de Sens, 8-10 janvier 2004, Caen, Publications du CRAHAM, 2009, 450 p.
- **REDON 2009** : Redon (O.), « L'histoire dans les cuisines : à propos de la confection des mets », RAVOIRE (F.) et DIETRICH (A.) (dir.), *La cuisine et la table dans la France de la fin du Moyen Âge : contenus et s du XIV^e au XVI^e siècle*, actes du colloques de Sens, 8-10 janvier 2004, Caen, Publications du CRAHAM, 2009, p. 25-33.
- **REGERT, GUERRA et REICHE 2006a** : Regert (M.), Guerra (M.-F.) et Reiche (I.), « Physico-chimie des matériaux du patrimoine culturel. Partie 1 », Paris, Techniques de l'ingénieur, 2006, 21 p.
- **REGERT, GUERRA et REICHE 2006b** : Regert (M.), Guerra (M.-F.) et Reiche (I.), « Physico-chimie des matériaux du patrimoine culturel. Partie 2 », Paris, Techniques de l'ingénieur, 2006, 11 p.
- **RHODES 1999** : Rhodes (D.), *Terres et glaçures. Les techniques de l'émaillage*, Paris, Dessain et Tolra, 1999, 224 p.
- **RICE 1986** : Rice (P.M.), *Pottery analysis. A sourcebook*, Chicago, Univ. Chicago Press, 592 p.
- **RICE et SAFFER 1982** : Rice (P.M.) et Saffer (M.E.), « Cluster analysis of mixed-level data: Pottery provenience as an example », *Journal of Archaeological Science* 9, 1982, 395-409.
- **RIGOIR et RIGOIR 1968** : Rigoir (J.) et Rigoir (Y.), « Description et dénomination des formes céramiques. », *Revue archéologique du Centre*, tome 7, fascicule 4, 1968, p. 327-334.
- **ROBERTS et THORNTON 2014** : Roberts (B.W.) et Thornton (C.P.), *Archaeometallurgy in Global Perspective: Methods and Syntheses*, New York, Springer, 2014, 868 p.
- **ROBINSON 2004** : Robinson (D.G.), « Petrographic Analysis of Prehistoric Ceramics from two sites in La Junta Archaeological District, Presidio County, Trans-Pecos, Texas », dans *The Arroyo de la Presa Site: A Stratified Late Prehistoric Campsite Along the Rio Grande, Presidio County, Trans-Pecos Texas. Reports in Contract Archaeology 9*. Center for Big Bend Studies, Sul Ross State University, Texas.
- **ROLLINSON 1993** : Rollinson (H.R.), *Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation*, Harlow, Essex, England, Longman Scientific & Technical, 1993, XXVI, 352 p.
- **ROUQUEROL 2005** : Rouquerol (N.), *Du gris à la couleur*, exposition mai-juin 2005, Aurignac, Éditions Musée-Forum, 2005, 42 p.
- **ROUX 2003a** : Roux (V.), « A Dynamic Systems Framework for Studying Technological Change: Application to the Emergence of the Potter's Wheel in the Southern Levant », *Journal of Archaeological Method and Theory* 10, 2003, 1-30.

- **ROUX 2003b** : Roux (V.), « Ceramic Standardization and Intensity of Production: Quantifying Degrees of Specialization », *American Antiquity* 68, 2003, 768-782.
- **ROUX 2016** : Roux (V.), *Des céramiques et des hommes. Décoder les assemblages archéologiques*, Nanterre, Presses Universitaires de Paris Ouest, 2016, 415 p. et 64 p. de planches.
- **ROY 1999** : Roy (N.) (dir.) : *Pots de terre, fragments d'histoire*, catalogue d'exposition, Rouen, Musée départemental des antiquités, 1999, 87 p.
- **SAYRE 1975** : Sayre (E.V.), *Brookhaven Procedures for Statistical Analyses of Multivariate Archaeometric Data*, New York, Brookhaven National Laboratory Report BNL-23128.
- **SHEPARD 1965** : Shepard (A.O.), *Ceramics for the Archaeologist*, Washington D.C., Carnegie Inst. Public., 1965, 414 p.
- **STEPONAITIS, BLACKMAN et NEFF 1996** : Steponaitis (V.), Blackman (M.J.) et Neff (H.), « Large-scale compositional patterns in the chemical composition of Mississippian pottery », *American Antiquity* 61, 1996, p. 555-572.
- **TEREYGEOL 2007** : Téreygeol (F.) (dir.), *Aulus-les-Bains, site du Castel Minier : Rapport intermédiaire de Fouille Programmée Triannuelle*, Toulouse, SRA, 2007, 67 p.
- **TEREYGEOL 2008** : Téreygeol (F.) (dir.), *AULUS-LES-BAINS, site du CASTEL-MINIER : D.F.S. de Fouille Programmée Triannuelle*, Toulouse, SRA, 2008, 3 vol, 191 p. et planches.
- **TEREYGEOL 2011** : Téreygeol (F.) (dir.), *AULUS-LES-BAINS, Le Castel-Minier. Fouille programmée (2009-2011) : rapport final*, Toulouse, SRA, 2011, 3 vol, 115 p.
- **TEREYGEOL 2014** : Téreygeol (F.) (dir.), *AULUS-LES-BAINS, Le Castel-Minier : Opération triennale (2012-2014) : rapport final*, Toulouse, SRA, 2014, 2 Vol. Vol. I : 179 p., Vol. II : n.p.
- **TEREYGEOL 2015** : Téreygeol (F.) (dir.), *Le Castel-Minier (AULUS-LES-BAINS, 09). Rapport intermédiaire 2015*, Toulouse, SRA, 2015, 95 p. et 97 p. d'annexes.
- **TEREYGEOL 2016** : Téreygeol (F.) (dir.), *Le Castel-Minier (AULUS-LES-BAINS, 09). Rapport intermédiaire 2015*, Toulouse, SRA, 2016, 76 p. et annexes.
- **TEREYGEOL, ARLES, FOY, FLORSCH et LLUBES 2010** : Téreygeol (F.), Arles (A.), Foy (E.), Florsch (N.) et Llubes M., « Dosages par fluorescence X portable d'ateliers médiévaux de production des métaux non-ferreux : les exemples de Castel-Minier et d'Agnesserre (Aulus-les-bains, 09) », *ArchéoSciences, revue Archéométrie*, n°34, 2010, p. 253-267.
- **TILLET 1996** : Tillet (P.), *ROUZE, Château d'USSON : Rapport de Fouille*, 1996, non pag.
- **TOURET 2006** : Touret (J.), « De la pétrographie à la pétrologie », *Travaux du Comité français d'histoire de la géologie*, troisième série, t. XX, 2006, p. 167-183.
- **TOUZET 1982** : Touzet (P.), « Trois fosses médiévales à Amiens (Somme) », *Revue archéologique de Picardie*, n°2, 1982, p. 22-25.

- **TRANIER, COSTES et MASSAT** : Tranier (E.), Costes (A.) et Massat (D.), « Le Castrum ecclésial de Saint-Ferréol
- **VILLEVAL 1983** : Villeval (G.) « Céramiques et verreries découvertes au Palais épiscopal d'Alan (Haute-Garonne) », *Archéologie du Midi médiéval*, Tome 1, 1983, p. 59-62.
- **WEIGAND, HARBOTTLE et SAYRE 1977** : Weigand (P.C.), Harbottle (G.) et Sayre (E.V.), « Turquoise sources and source analysis: Mesoamerica and the southwestern U.S.A. », dans Earle (T.K.) et Ericson (J.E.) (éd.), *Exchange Systems in Prehistory*, New York, Academic Press, p. 15-34.
- **WHITBREAD 1989** : Whitbread (I.K.), A proposal for the sytematic description of thin sections towards the study of ancient ceramic technology », dans Maniatis (Y.) (ed.), *25th International Archaeometry Symposium*, Oxford, Elsevier, p. 127-138.
- **WHITBREAD 1991** : Whitbread (I.K.), « Image and data processing in ceramic petrology », dans A. Middleton (A.) et Freestone (I.), *Recent developments in ceramic petrology*, London, British Museum, p. 39-55.
- **WHITBREAD 1995** : Whitbread (I.K.), *Greek transport amphorae: a petrological and archaeological study*, London, British School at Athens, 1995, 453 p.
- **YATES 2000** : Yates (B.), « Occupation du sol au Moyen Âge sur le canton de Salies du Salat », *Pyrène*, Milhas, n°8, mars 2000, p. 17-19.

Table des illustrations

Figure 1: Localisation du site	6
Figure 2: Carte de diffusion de la Commingeaise.....	10
Figure 3: Groupe macroscopique 1	33
Figure 4: Groupe macroscopique 2	34
Figure 5: Groupe macroscopique 3	35
Figure 6: Groupe macorscopique 4	36
Figure 7: Groupe macroscopique 5	37
Figure 8: Répartition des groupes techniques selon le NMI	41
Figure 9: Répartition des différentes formes selon le NMI.....	42
Figure 10: Répartition des individus par phases chronologiques.....	45
Figure 11: Part de chaque groupe technique au sein du corpus par phase chronologique	46
Figure 12: Part de chaque type de pot de cuisson au sein du corpus par phase chronologique.....	47
Figure 13: Part de chaque type de pot à liquide au sein du corpus par phase chronologique ..	48
Figure 14: Part des pots de cuisson, des pots à liquide, des couvercles et petits pots au sein du corpus par phase chronologique	49
Figure 15: Typo-chronologie de la Commingeaise de Castel-Minier.....	50
Figure 16: Surépaisseur fine délimitant deux facettes (Marmite 3074-3126).....	60
Figure 17: Surépaisseur et détachement du haut de panse (Cruche 2299-2342).....	61
Figure 18: Dépressions rythmées (Dourne 2338)	61
Figure 19: Fractures en damier (Oule 2518-2519).....	62
Figure 20: Fragment de fond à fracture en biseau alterné (US 2342)	63
Figure 21: Orientation en S de la masse argileuse (US 2342)	65
Figure 22: Anses expérimentales (à gauche) et archéologiques (à droite) présentant une cavité centrale	66
Figure 23: Anse à cavité centrale (Cruche 3021).....	66
Figure 24: Cruche tournée (à gauche) et cruche modelée (à droite) comparées à une cruche archéologique (Cruche 3021)	68
Figure 25: Plis de compressions (Oule - US 3031)	69
Figure 26: Section verticale d'un tesson.....	72
Figure 27: Schéma d'un microscope optique à transmission (http://svtmarcq.e-monsite.com/pages/les-roches-de-la-croute-terrestre-1ere-s.html).....	73

Figure 28: lame mince observée a) sous LPNA et b) sous LPA.....	74
Figure 29: Deux plans de clivage à 120° dans une amphibole.....	75
Figure 30: Pyroxène a) sous LPNA et b) sous LPA avec une couleur de biréfringence du deuxième ordre.....	76
Figure 31: Feldspath à macles polysynthétiques.....	77
Figure 32: Groupe pétrographique I en LPNA et LPA.....	81
Figure 33: Groupe pétrographique II en LPNA et LPA.....	83
Figure 34: Composition minéralogique des roches ignées (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mineralogy_igneous_rocks_EN.svg).....	87
Figure 35: Courbe de distribution a) unimodale, b) incomplète, c) à deux pics, d) mode de distribution plat.....	90
Figure 36: Inclusion (végétale ?) (échantillon 1.06).....	92
Figure 37: Microstructure subparallèle aux parois au sein d'une lèvre d'ouïe (échantillon 2.22).....	93
Figure 39: Juxtaposition de deux microstructures : aléatoire en haut à droite et sub-parallèle en bas à gauche (échantillon 2.15).....	94
Figure 38: Jointure entre deux éléments assemblés marquée par une couche de matrice argileuse non dégraissée (échantillon 3.03).....	94
Figure 40: Matrice argileuse active en surface et inactive au coeur (échantillon 3.03).....	96
Figure 41: principe de la fluorescence des rayons X (http://www.elementalanalysis.com/xrf.html).....	100
Figure 42: analyseur ED-XRF du CAIS en cours d'utilisation.....	100
Figure 43: Tesson découpé, prêt à mettre au four.....	101
Figure 44: Tesson en cours de broyage.....	102
Figure 45: Matériel nécessaire à la fabrication des pastilles.....	102
Figure 46: Compactage à l'aide d'une presse.....	102
Figure 47: Pastille.....	102
Figure 48: Carte de distribution du plomb dans le sol sur le site de Castel-Minier (Infographie : F. Téreygeol).....	106
Figure 49: Plan de répartition des échantillons analysés (Infographie : J.-C. Méaudre et M. Géraud).....	108
Figure 50: Rapport entre calcium CaO et fer Fe ₂ O ₃	110
Figure 51: Rapport entre alumine Al ₂ O ₃ et silice SiO ₂	110

Figure 52: Rapport entre calcium (CaO) et fer (Fe ₂ O ₃) avec distinction des groupes macroscopiques	112
Figure 53: Rapport entre alumine Al ₂ O ₃ et silice SiO ₂ avec distinction des groupes macroscopiques	112
Figure 54: Rapport entre alumine Al ₂ O ₃ et silice SiO ₂ avec distinction des groupes macroscopiques et des échantillons de Mirabat	114

Table des matières

Remerciements.....	1
Sommaire	3
Introduction.....	5
1) Le site de Castel-Minier	5
2) La Commingeoise	7
A. Historiographie	7
B. Chronologie et réseaux d’approvisionnement	9
C. Problématiques	11
3) Méthodologie et état de l’art	12
A. Etude typologique.....	12
B. Etude technologique	14
C. Pétrographie et analyses élémentaires	16
4) Contexte de l’étude.....	19
Partie I : Etude céramologique.....	21
1) Typologie morphologique	21
A. La oule	21
B. Le pot à une anse	22
C. La marmite.....	23
D. La cruche	25
E. Le pégau	26
F. La dourne	27
G. Le couvercle	27
H. Le petit pot.....	28
I. Les décors	29
2) Groupes techniques	31

A.	Groupe 1:	33
B.	Groupe 2:	34
C.	Groupe 3:	35
D.	Groupe 4:	36
E.	Groupe 5:	37
3)	Quantifications et typo-chronologie	39
A.	Méthodologie	39
NR	.....	39
NMI	.....	39
B.	Quantifications générales	41
Groupes techniques	.....	41
Typologie	.....	41
C.	Typo-chronologie	43
Evolution de la part Commingeaise au sein du mobilier céramique de Castel-		
Minier	.....	44
Groupes techniques	.....	45
Typologie	.....	47
	Partie II : Etude technologique.....	51
1)	La chaîne opératoire de la céramique.....	51
2)	Méthodologie	54
A.	Etude macroscopique.....	54
B.	Expérimentations	57
C.	Echantillonnage et représentativité.....	58
3)	Etude.....	59
A.	Observations tracéologiques.....	59
Relief	.....	59
Mode de fracture	.....	62

Surface	63
Tranche	64
Anses.....	65
B. Premières pistes de chaîne opératoire de la Commingeaise.....	67
Partie III : Microscopie optique et pétrographie.....	71
1) Principes et méthodologie	71
A. Préparation des échantillons	71
B. Microscopie et minéralogie optique	72
Principe et méthode d'observation	72
Minéralogie.....	74
C. Acquisition des données	78
2) Groupes pétrographiques.....	80
A. Groupe I.....	81
B. Groupe II.....	82
C. Discussion.....	83
3) Analyse géologique	85
A. Notions de géologie	86
B. Origine géologique des matières premières de la Commingeaise.....	86
C. Géologie de la région.....	88
D. Origine géographique de la Commingeaise de Castel-Minier	89
4) Analyse technologique	90
A. Acquisition et préparation des matières premières.....	90
B. Façonnage et finition	92
C. Décor et traitement de surface	95
D. Séchage et cuisson	95
E. Discussion.....	97
Partie IV : Analyses élémentaires.....	99

1) Principes et méthodologie	99
A. Préparation des échantillons	101
B. Analyse	103
2) Traitement et interprétations des données	105
A. La particularité du Plomb	105
Données	105
Analyses	107
B. Analyse des données	109
Analyse bivariée	109
Analyse en composantes principales	115
Conclusion : résultats, discussion et perspectives	119
1) Typologie	119
2) Typo-chronologie	120
3) Chaîne opératoire	120
4) Caractérisation	121
5) Origine et diffusion	123
6) La Commingeoise ou les Commingeoises ?	124
7) Limites de la recherche	125
8) Perspectives	126
BIBLIOGRAPHIE.....	129
Table des illustrations	145
Table des matières	149