

NUMISMATIQUE ET ARCHÉOLOGIE EN POITOU-CHARENTES

Actes du colloque de Niort
7-8 décembre 2007, Musée Bernard d'Agesci

Textes publiés par Arnaud Clairand & Dominique Hollard

Tiré à part

Paris

SÉNA 2009

www.sena.fr

La fonte des alliages dans les ateliers monétaires médiévaux : l'exemple de Montreuil-Bonnin (Vienne)

Adrien ARLES* et Florian TÉREYGEOL**

(Planche X)

À ce jour, l'unique atelier monétaire médiéval officiel ayant fait l'objet d'interventions archéologiques sur le territoire national est celui de La Rochelle¹ et ². Le résultat des deux campagnes de fouilles ayant eu lieu dans les années 90 présente un *corpus* important d'objets métalliques et métallurgiques dont la lecture permet de restituer une chaîne opératoire de fabrication de la monnaie. La recherche de vestiges d'un second atelier en Poitou devait apporter de nouveaux éléments de même nature et permettre de proposer des comparaisons entre deux collections d'un même espace géographique mais dans des contextes chronologiques et techniques différents.

Cette recherche s'inscrit dans le cadre d'une étude globale de la métallurgie de l'argent et des techniques de monnayage du Moyen Âge.

L'absence de données archéologiques portant sur les ateliers monétaires étant avérée, l'officine de Montreuil-Bonnin (Vienne) est apparue comme un bon candidat pour faire l'objet d'une prospection thématique. Entre les années 2005 et 2007, trois campagnes archéologiques ont pris place aux abords et à l'intérieur du château. Elles devaient localiser les vestiges de l'activité monétaire.

À une vingtaine de kilomètres à l'ouest de Poitiers prend place la forteresse de Montreuil-Bonnin (Fig. 1). Il est avéré par de nombreuses sources, notamment les comptes de production, qu'au Moyen Âge un atelier monétaire est associé à ce *castrum*. Aujourd'hui le château qui domine le village est bien conservé puisque son enceinte est encore close et que certains bâtiments sont habités. Il est évident que depuis la période médiévale, l'ensemble a fait l'objet de plusieurs restaurations et réaménagements lisibles à de nombreux endroits de la structure. Ces modifications sont pour la plupart décrites dans une maîtrise d'Histoire de l'Art de l'Université de Poitiers³.

Le choix de Montreuil-Bonnin est particulièrement intéressant car on y connaît une fabrication monétaire sur une période relativement courte qui selon les sources n'excède pas deux siècles. En revanche, les données dont on dispose sur les quantités de monnaies émises indiquent une forte production⁴. Situé dans une zone qui n'a pas connu d'évolution démographique bouleversant profondément le tissu urbain depuis la période médiévale, il semble possible de retrouver des indices de cette activité.

* UMR 5060 Institut de Recherche sur les Archéomatériaux - Centre Ernest-Babelon, CNRS - Université d'Orléans.

** UMR 5060 Institut de Recherche sur les Archéomatériaux - Laboratoire Métallurgies et Cultures, CNRS.

¹ A. BOCQUET, P. MILLE, *La Rochelle Place de Verdun*, DFS, Fouille préventive AFAN, octobre 1994 juillet 1995, 1995, non paginé.

² J.-P. NIBODEAU, *Rapport de sauvetage urgent AFAN, 2^e campagne : La Rochelle Place de Verdun*, septembre 1996 - mars 1997, DFS, 1997, 77 p.

³ F. PUAUD, *Le château de Montreuil-Bonnin (Vienne)*, Mémoire de Maîtrise d'Histoire de l'Art de l'université de Poitiers, 1992, p. 42.

⁴ M. BOMPAIRE, « La production monétaire en France au XIII^e siècle », *Gaceta Numismatica*, vol. 165, Barcelone, Espagne, 2007, p. 5-32.

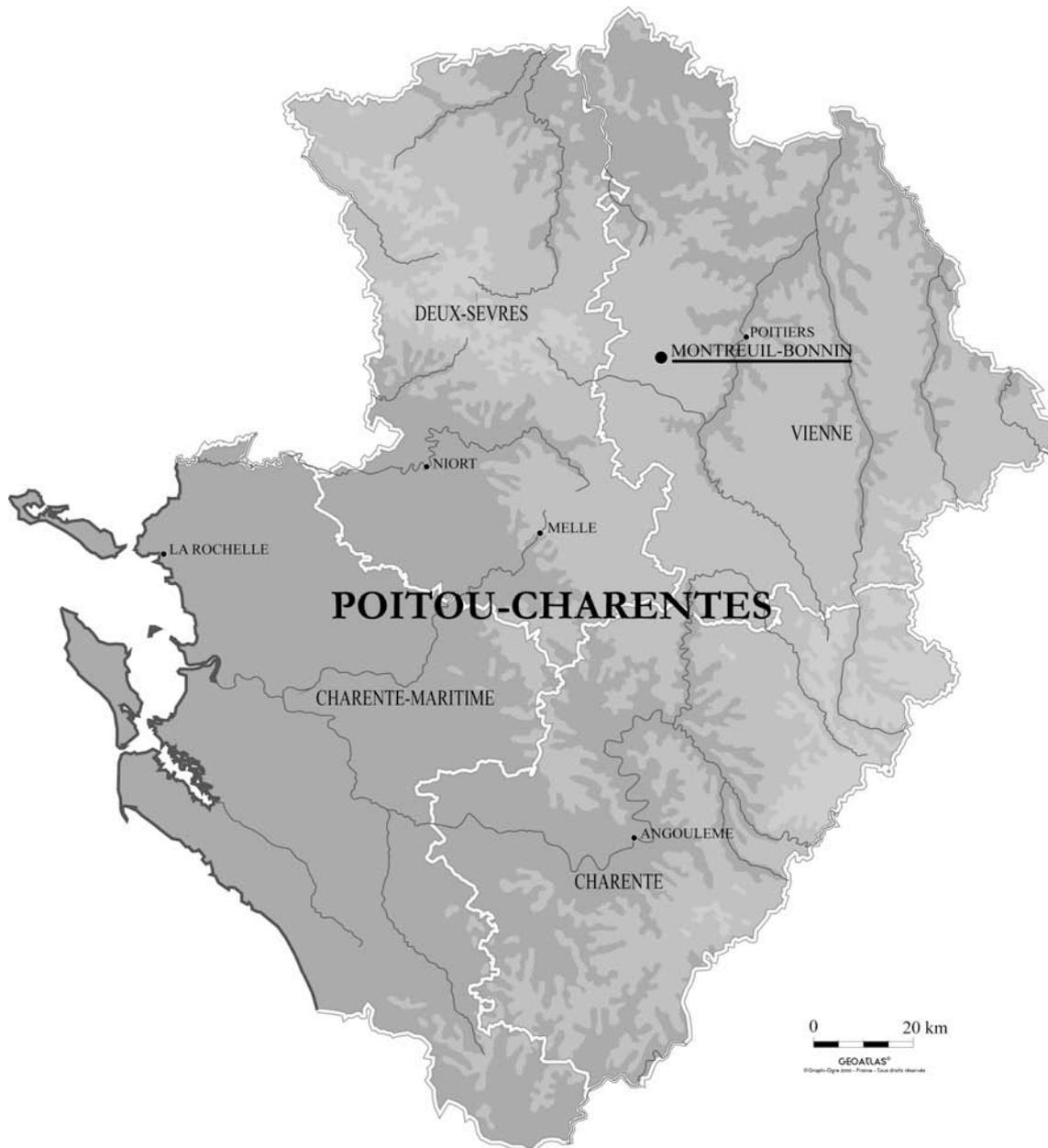


Fig. 1 - Localisation du site de Montreuil-Bonnin

Bien que la date de fondation de l'atelier monétaire ne soit pas encore connue précisément, on peut supposer d'une durée maximum de fonctionnement de seulement 170 ans. Si dans ses *Annales d'Aquitaines*, Jean Bouchet place l'installation en 1181 par Richard Cœur de Lion régnant alors sur la région⁵, il ne précise pas quelles sont les sources qui permettent de l'attester. L'activité est par ailleurs certaine à partir de 1250, date à laquelle on dispose de compte de fabrication dont un certain Jean Aubert est responsable^{6 et 7}.

⁵ J. BOUCHET, *Les annales d'Aquitaine, faits et gestes en sommaire des roys de France, et d'Angleterre, et Pays de Naples et de Milan jusqu'en 1557*, Poitiers, 1557, p. 86b.

⁶ Information extraite par Marc Bompaire de la collection des comptes de Poitou et de Saintonge entre 1241 et 1271 faite par Jérôme Belmon, Directeur des études de l'École des Chartes.

⁷ M. BOMPAIRE, « La production monétaire... », *op. cit.*, p. 23

Le démarrage de la production pouvant alors avoir eu lieu quelques temps auparavant⁸. Le *terminus* de l'activité est, quant à lui, mieux connu puisque c'est lors du siège de la forteresse par le comte de Derby sur sa route vers la conquête de Poitiers, rapporté dans les chroniques de Jean Froissart⁹ qu'en 1346 la Monnaie de Montreuil-Bonnin est pillée et la totalité des 200 monnayeurs exécutée (300 selon une autre copie de ce même manuscrit¹⁰). L'atelier aura donc été en activité jusqu'en 1346, entre 100 et 170 ans selon les sources. Cette courte période permet donc d'espérer définir un instantané des techniques monétaires qui y étaient en pratique à partir de la découverte de vestiges associés.

Cependant de cette activité, il ne reste aujourd'hui aucune trace visible aux abords et ni à l'intérieur des fortifications. Et le lieu où elle s'organisait, n'est pas connu précisément.

Au cours de deux premières années de prospection de 2005 et 2006, plusieurs moyens ont été mis en place afin de proposer une localisation de structures liées à l'officine. Le croisement des résultats obtenus selon les différentes méthodes avec les données historiques devait contribuer à définir une zone d'intérêt justifiant alors l'organisation de fouilles, interventions archéologiques invasives. Un bilan de ces recherches initiales ainsi que la proposition de premières hypothèses quant à la localisation de vestiges, ont été développés en 2007¹¹. On ne présentera donc ici qu'un rappel de ces résultats ainsi qu'une présentation de la démarche suivie pour les formuler. L'objet de cet article portera sur le développement des derniers prolongements de ce travail qui a vu la fouille de plusieurs zones d'intérêt préalablement définies, suivie de l'étude de l'important *corpus* de céramiques métallurgiques découvert lors de cette intervention.

Dans un premier temps, la réalisation d'une topographie fine de l'espace interne et externe du château a été conduite pour mettre en évidence les anomalies dans l'organisation du terrain pouvant être l'indice de vestiges enfouis. Elle constitue aussi un fond de carte sur lequel sont rapportées et croisées toutes les informations obtenues par les différentes méthodes de prospections employées. Dans un second temps, plusieurs mesures géophysiques ont permis de disposer d'une image du sous-sol. Des relevés magnétiques, particulièrement sensibles aux objets métalliques, devaient définir les zones de développement d'activités métallurgiques potentielles alors que des sondages électriques, caractérisant les variations de résistivité du sol visaient à délimiter les structures bâties mais aujourd'hui enfouies. Enfin, le caractère polluant qu'implique une activité de travail des métaux dans la fabrication monétaire (notamment les opérations de fonderie et d'épuration), a permis de proposer une nouvelle méthode de prospection géochimique. À partir de l'analyse de prélèvements de sol, il été possible de définir des zones « polluée », présentant des concentrations en métaux supérieures à celles caractéristiques de sédiments non pollués (évaluées à partir de mesures locales). Les périmètres ainsi circonscrits, notamment ici, à partir du taux élevé de plomb, deviennent des zones d'intérêt archéologique.

S'appuyant sur les premiers résultats croisés issus de ces différents moyens de prospections non invasifs, des sondages ont été organisés afin d'évaluer les réels potentiels avant d'engager des fouilles plus exhaustives.

Lors de la première année d'étude en 2005, les différentes prospections géophysiques n'avaient pas permis de supposer la présence de vestiges liés à l'activité métallurgique de l'atelier dans l'enceinte du château. Si les sondages électriques définissaient le contour de structures enfouies à des profondeurs variables, les relevés magnétiques ne permettaient *a priori*

⁸ A. ARLES, F. TÉREYGEOL, G. BONNAMOUR, « L'atelier monétaire médiéval de Montreuil-Bonnin... », *op. cit.*, p. 89.

⁹ J. FROISSART et J. A. C. BUCHON, *Les chroniques de sire Jean Froissart qui traitent des merveilleuses emprises, nobles aventures et faits d'armes advenus en son temps en France, Angleterre, Bretagne, Bourgogne, Ecosse, Espagne, Portugal et les autres parties*, Paris, A. Desrez, 1835, t. 1, p. 250.

¹⁰ J. FROISSART et J. B. M. C. KERVYN DE LETTENHOVE, *Oeuvres de Froissart Chroniques*, (Reprod. en facsim.° éd.), Osnabrück, Biblio, 1967, 1967, t. 5, p. 112.

¹¹ A. ARLES, « L'atelier monétaire ... », *loc. cit.*

pas de les associer à la Monnaie. Des mentions extraites de comptes de l'atelier par Marc Bompaire ont par la suite permis de proposer l'hypothèse d'une implantation de la Monnaie à l'extérieur au château¹². Les recherches suivantes se sont orientées vers ces espaces circonvoisins. Elles ont alors tenté de caractériser systématiquement, par des méthodes géophysiques et géochimiques, les abords de la forteresse en particuliers les espaces nivelés. En parallèle de ces relevés non invasifs, une série de sondages des fossés ceinturant la forteresse est mise en place. Par cette démarche, il est envisageable d'avoir une vision de l'activité à proximité de la zone, à la fois pour l'intérieur et l'extérieur de l'enceinte.

Les résultats de cette seconde campagne archéologique ont été positifs. Près de 80 fragments de céramiques métallurgiques ainsi que quelques scories et parois de four ont été mis au jour dans un des sondages. De plus, la prospection géochimique a permis de délimiter deux zones d'intérêts présentant des concentrations en plomb plus importantes dans le sol. Ces anomalies se situaient toutes les deux sur des replats à l'extérieur du château, la première s'étendant à l'est de celui-ci sur l'étendue d'un aménagement de jardin dominant le sondage positif dans le fossé. La seconde, plus polluée, se trouvait à l'ouest, dans un petit pré. L'organisation de fouilles devait alors permettre de comprendre l'origine des pollutions rencontrées et de vérifier le lien avec une entreprise monétaire.

L'intervention archéologique qui a eu lieu au cours de l'année 2007 devait contrôler la validité des précédentes hypothèses mais elle a aussi intégré le protocole préalablement suivi, notamment pour la caractérisation des pollutions de surface, afin d'achever l'investigation des abords du château. Les zones de prélèvements ont donc été étendues à deux espaces. Le premier se situe au nord du château, devant l'entrée actuelle, où se développent deux terrains nivelés. Le second est à l'intérieur de la forteresse dans les espaces engazonnés. Les sondages géophysiques n'avaient pas révélés de structures potentielles, excepté dans le périmètre du donjon. Ces résultats négatifs pouvaient se justifier, notamment dans la zone du jardin, par une « pollution » des signaux détectés, par des aménagements modernes (structures à armatures métalliques). Les prélèvements de sols devaient donc apporter de nouvelles informations quant à la présence de vestiges enfouis. Si les résultats de ces prospections avaient permis en 2006 de définir des pollutions pouvant être liées à une activité métallurgique, ceux de 2007 n'ont pas révélés d'anomalie particulière. D'un autre côté, le taux de remblaiement dans les espaces clos (comme celui de l'enceinte d'un château) est en général plus important que dans des espaces ouverts à vocation agricole. Ce cas met peut-être alors en évidence les limites du protocole de prospection suivi. En effet, la profondeur d'investigation fixée à 30 cm, ne peut tenir en aucun cas compte de la stratigraphie du site. Cette limite n'intervient que dans un but de normalisation et afin de s'affranchir des pollutions modernes. Il apparaît que si une zone prospectée a fait l'objet de nombreux réaménagements avec d'importants remblaiements, des pollutions ne pourront pas être détectées car trop éloignées du volume d'échantillonnage. Une perspective de ce type de méthode serait donc de considérer le paramètre stratigraphique réalisant des dosages à différentes profondeurs en suivant alors les strates qui révèlent des anomalies liées à la présence de métaux lourds. La limite de cette démarche étant alors la technique de prélèvement (tarière manuelle) qui ne permet pas de sonder des profondeurs importantes.

Parallèlement à cette étude, trois zones de sondages ont été délimitées. Deux des ouvertures devaient reprendre de précédentes fouilles menées aux pieds des tours sud-est et nord-est, inachevées pour des raisons de sécurité quant à la profondeur d'investigation. Un troisième sondage et une coupe ont été définis à partir des résultats des prospections géochimiques de 2006, sur la petite anomalie du pré du noyer ainsi que sur celle, plus étendue, du jardin

¹² Informations communiquées par Marc Bompaire dans le cadre des recherches qu'il mène sur le monnayage de Saint Louis : un compte de l'atelier de 1257 mentionne dans les dépenses l'achat de deux cordes *ad pontem levandum* (pour lever un pont) ; d'autre part, une enquête de 1259 situe le bâtiment sur une place devant le château (*pro platea que est ante castrum in qua fabricatur moneta*).

d'agrément. Afin de pouvoir atteindre des niveaux plus profonds, les différents chantiers ont été ouverts en gradins à la pelle mécanique sur une emprise étendue, garantissant des conditions de fouilles sécurisées.

Les deux interventions qui devaient vérifier le lien entre l'anomalie géochimique et l'activité monétaire n'ont pas été concluantes. La fouille du jardin a seulement mis en évidence une couche de remblais d'argile rubéfiée responsable de l'anomalie en plomb. Si la terre provient sûrement de la démolition de l'atelier, elle est nettement en position secondaire, suite à une remobilisation de sédiments à des fins de nivellement lors de l'aménagement du jardin d'agrément. Quant à la coupe réalisée à l'occasion de la mise en place d'une piste d'accès pour l'engin de chantier utilisé, elle n'a révélée aucun témoin lié à une activité anthropique ce qui empêche de définir l'origine de cette dernière petite anomalie mesurée dans le sol du pré du noyer.

La fouille du pied de la tour nord-est a permis de caractériser une simple mais importante séquence stratigraphique allant de nos jours jusqu'au XIV^e siècle. Elle n'a cependant révélé que très peu de matériel archéologique lié à une activité métallurgique. La découverte de six fragments de creusets ne doit pas égarer la réflexion. Ce matériel reste commun aux alentours de l'atelier. On notera cependant la mise au jour de la pièce d'un moule à méreaux poly-valve (Fig. 2). Il s'agit d'un fragment de calcaire gréseux, fin, gris clair qui a été surfacé afin de graver sur une face les deux droits de méreaux alors que l'on observe qu'un seul revers sur l'autre face. L'objet est traversé par deux trous utilisés pour maintenir les différentes parties du moule ensemble lors de l'utilisation. Enfin, des lignes formant des dessins géométriques ont été gravées sur la face supérieure de la pièce, où débouchent les canaux de coulée. Elles ont pu être utilisées comme repères pour empiler chaque élément dans le bon ordre, et ainsi présenter face à face les bons droits et revers. L'observation des motifs permet d'apparenter le méreau à un tournois dégénéré au château sans légende. Ce type est à rapprocher de celui du dernier tournois certainement frappé à Montreuil-Bonnin. Il s'agit du châtel tournois, créé en 1206 sous le règne de Philippe II et monnayé jusque sous Charles V. Il est cependant impossible de proposer une datation plus fine de son utilisation, notamment à cause de l'absence sur l'exemplaire mis au jour, de légende qui aurait pu restreindre l'incertitude en associant le méreau à un règne. De plus, le moule ayant été trouvé directement sur le fond du fossé incrusté dans l'argile, on ne dispose donc pas d'information stratigraphique sinon que le fossé était actif lorsque l'objet s'est retrouvé dans cette position. Dans les cantonnements des croix des droits, plusieurs motifs « serpentiformes » ont été gravés, alors que l'on ne compte qu'une seule des deux faces présentant un disque avec une croix en son centre. Or, cette dernière représentation symbolise souvent la monnaie, on la retrouvera dans plusieurs scènes de fabrication monétaire en lieu et place des espèces frappées. Ces dernières informations permettraient peut-être de relier ce moule au fonctionnement de l'atelier. Cependant, on ne peut encore l'assurer, sans datation précise et si l'on considère que l'utilité de ce type de méreau au sein de la fabrique nous est pour l'instant inconnue¹³.

Si les différents sondages réalisés n'ont pas permis de localiser les vestiges de l'atelier monétaire, la fouille du pied de la tour sud-est, reprenant un précédent sondage positif d'un point de vue de déchets métallurgiques, a révélé de nombreux nouveaux indices métallurgiques. Avec 79 fragments de creusets de fonte mis au jour en 2006, l'intervention de 2007 a étoffé ce *corpus*, le périmètre caractérisé révélant un grand nombre de fragments du même type, soit 333 individus répartis dans plusieurs niveaux stratigraphiques. Cette collection de céramiques est aussi complétée par une petite quantité de scories et quelques fragments de parois de fours. L'importance du nombre de déchets de métallurgie ainsi que leurs masses par rapport aux céramiques communes attestent de la concentration des indices métallurgiques dans cet espace

¹³ Nous remercions M. Labrot, président du Centre de Recherche sur les Jetons et les Méreaux du Moyen Âge, pour les informations qu'il nous a communiquées.

situé au sud-est du château. Cependant, la fouille ayant été menée jusqu'aux niveaux géologiques, l'observation de la stratigraphie permet d'affirmer que l'ensemble des témoins métallurgiques se trouvaient en position secondaire dans des strates de sédiments provenant d'une aire de dépotoir. Ils ont été rapportés pour niveler la zone du fossé au pied de la tour, certainement lors de phases de réfection de celle-ci. Dans ce contexte de découverte, il est impossible de proposer une datation fine pour ces artefacts, mais on peut dans un premier temps supposer qu'ils sont liés à l'atelier, datant ces tessons de la centaine d'années qui précède le pillage de 1346.

D'un point de vue de la localisation de l'atelier monétaire de Montreuil-Bonnin, les différentes prospections réalisées entre 2005 et 2007 n'ont donc pas permis de mettre au jour de vestiges de la fabrique. Cependant et bien qu'en position secondaire le *corpus* très important de céramiques métallurgique est un nouvel élément précieux dans la compréhension de la fabrication monétaire au Moyen Âge dans la région.

Partant de l'homogénéité globale de l'ensemble des fragments de céramique métallurgique des deux campagnes de fouilles, découverts dans une même zone, il a été décidé d'en proposer l'étude en considérant les deux collections comme un lot. On dispose alors de 414 individus (Fig. 3) qui supposent une réflexion statistique. Les informations extraites pourront alors être confrontées à un témoignage plus récent mais qui demande encore vérification. Il s'agit de deux creusets entiers (n° inv. A. 897.16.7 et A. 897.16.8) ainsi que de trois fragments présentant des restes de métal (n° inv. B. 3465), conservés au musée Sainte-Croix de Poitiers. Cet ensemble mis au jour au XIX^e siècle « à Montreuil-Bonnin » et identifié comme un lot de creusets monétaires par le père de-la-Croix¹⁴, peut-être lié à l'activité médiévale. Cependant, l'existence au XVII^e siècle d'une autre fabrique sur la commune, près de l'actuel lieu-dit *Moulin Royal*, et le peu de précisions sur le lieu de la découverte, ne permettent pas de confirmer *de facto* le lien avec l'atelier du château. Tout au plus peut-on accepter l'hypothèse d'une liaison avec une quelconque fabrication monétaire. Les différences chronologique et qualitative des deux activités laissent penser que le classement ferme et définitif du mobilier conservé au musée Sainte-Croix sera possible après comparaison avec le mobilier issu des fouilles.

Une première observation générale du *corpus* de fouille rend compte d'une homogénéité globale qui permet de proposer une forme générale des céramiques étudiées. Il s'agit de poches de coulées à fonds hémisphériques de pâte très grossière, aux bords épais où l'on trouve un bec de versement. Certains individus semblent exempts de traces métallurgiques (vitrifications, oxydes, métal, marques de feu).

En préalable à l'étude morphologique des différents échantillons, un classement typologique a été proposé à partir d'observations macroscopiques de surface, en fonction des couleurs, des vitrifications internes et externes mais également des types de pâtes relevés. Neuf groupes typologiques sont définis ainsi qu'un lot très restreint de fragments inclassables. En ne considérant dans un premier temps que le nombre d'individus que compte chacun des isolats proposés, on constate que quatre d'entre eux semblent avoir un poids statistique plus important et assez semblable, avec sensiblement moins d'individus dans le troisième groupe (Fig. 4). En prenant compte par la suite la répartition des masses dans les familles, les trois premières classes conservent les mêmes proportions les unes par rapport aux autres, alors que la quatrième, qui correspond aux fragments à surface blanche sans carbonisation gagne en représentativité. Cette variation s'explique par une taille moyenne plus importante des individus qui appartiennent à cette famille.

¹⁴ Nous remercions le personnel du musée Sainte-Croix de Poitiers et particulièrement Mme Hiernard qui nous ont donné accès à leur collection.

Famille	Surface interne gris foncé	Surface interne bordeaux	Surface interne marron	Surface blanche sans carbonisation ni vitrification	Six autres familles
% en nombre	22	21	17	24	16
% massique	20	19	17	28	16

Fig. 4 - Répartition typologique du corpus

Le *corpus* étudié est assez homogène car statistiquement bien représenté par quatre grands groupes. Cette cohérence doit se voir renforcée par l'observation des pâtes céramiques utilisées. En effet, la très grande majorité des individus (83 % en nombre) présente une couleur de pâte blanche à gris clair et, pour la quasi totalité des échantillons, le dégraissant employé se présente sous forme de grains de quartz de dimension pouvant atteindre les 2 mm. Cet ajout vise à améliorer les propriétés mécaniques et thermiques de l'ensemble comme le permet aussi souvent l'addition de chamotte (céramiques cuites broyées) à l'argile, même si cette dernière n'est jamais observable dans les fragments de Montreuil-Bonnin.

Enfin, ce classement typologique doit aussi faciliter la mise en évidence du recollement des fragments appartenant à un même creuset en rapprochant des faciès similaires. Cependant, le nombre de recollement est moins important que ce que ne le laissent espérer l'homogénéité des groupes ainsi que leurs statistiques importantes. Or en rappelant que la découverte des échantillons est intervenue dans des couches de sédiments remobilisés, on peut expliquer une dispersion et un mélange des tessons au cours des opérations de nivellement. Mais on ne négligera pas non plus une seconde hypothèse, liée aux opérations métallurgiques traitant de métaux précieux, que l'on développera par la suite.

Après la définition d'un premier classement du corpus à partir d'observations de surface, le relevé de la morphologie de chaque fragment permet de proposer une seconde typologie. Dans la collection des 414 individus, 97 présentent un bord, soit 23 % de la population totale. En préalable à la définition d'une typologie, une caractérisation plus fine des profils révèlent qu'ils appartiennent tous (exceptés deux fragments) à des creusets différents. On peut donc estimer que la collection originelle comptait un minimum de 99 creusets (en tenant compte des trois fragments inclassables). Il n'est pas possible d'évaluer l'importance de cette estimation sans avoir un meilleur calage chronologique, ni sans connaître la durée de vie moyenne d'un creuset.

Parmi l'ensemble des bords, on compte 16 ébauches de bec, et un unique bec entier qui ne semble cependant pas comparable aux morphologies que l'on retrouve avec les ébauches. Moins bien défini et ne présentant pas une symétrie axiale selon le canal de coulée, il aura tendance à guider le métal fondu préférentiellement sur le côté gauche lors du versement. De plus, l'intérieur n'est pas bien lissé et la présence d'un bourrelet de terre est une gêne pour l'écoulement du liquide. Cet organe aurait donc rendu difficile les coulées et compte tenu de la propreté de sa surface, il a pu être mis au rebut sans même servir. Il ne sera donc pas pris en compte pour une description globale des creusets.

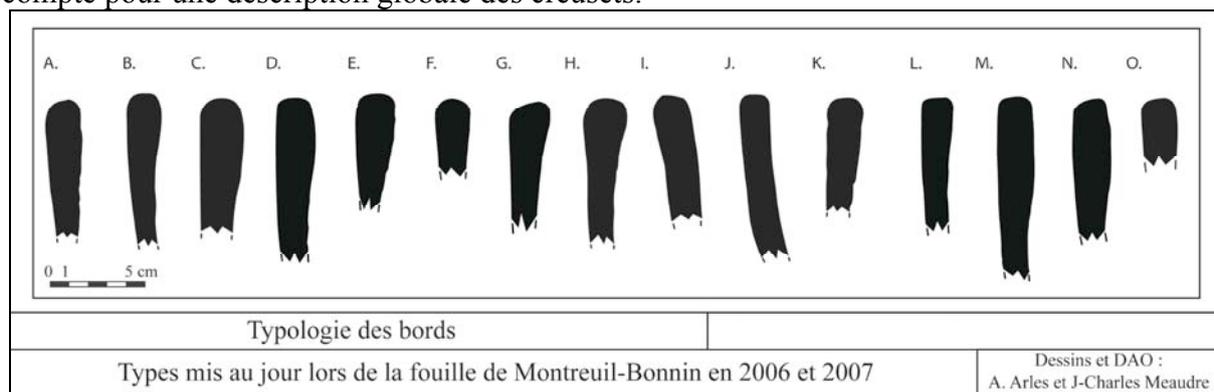


Fig. 5 - Les 15 types de bords observés

La répartition des bords selon leur typologie qui dépend de leurs épaisseurs et de la courbure de leurs arêtes (arrondies ou orthogonales) (Fig. 5), montre que certaines morphologies, notamment celles des groupes A, B, C, D, F, N et O, se retrouvent plus souvent. Et les profils semblent présenter, pour la plupart, des largeurs plus importantes au niveau de l'ouverture du creuset. Cette observation est confirmée par l'évaluation des épaisseurs de pâte généralisées à tout le *corpus*. Pour chaque fragment étudié, on relève deux valeurs d'épaisseur de pâte, une maximale et une minimale, étant donnée que cette mensuration varie sur un même échantillon. Cependant, les mesures effectuées ne renseignent pas directement sur la morphologie des creusets puisque sur un individu, il est souvent impossible d'affirmer que l'épaisseur déterminée correspond à un maximum ou un minimum sur la pièce d'origine. Et les seules mensurations correspondant réellement à un souhait de mise en forme sont celles évaluées à partir des bords. Toutefois, l'importance du *corpus* permet ici de s'affranchir de ce problème. En effet, si l'on ne peut sur un seul fragment juger de l'observation d'une épaisseur réellement voulue, la constatation de cette même longueur sur un grand nombre d'individus lui donne un autre poids. Les répartitions des épaisseurs maximales et minimales (Fig. 6) renseignent alors sur les profils moyens des creusets. Et c'est au niveau des bords que s'observent les valeurs les plus importantes, celles-ci étant centrées autour de 18 mm. L'épaisseur des pâtes s'amincit ensuite vers la panse, jusqu'à une épaisseur moyenne de 12 mm (pic visible à la fois pour les épaisseurs minimales et maximales). Quant aux fonds (21 fragments), ils révèlent des épaisseurs qui redeviennent plus importantes autour de 17 à 18 mm.

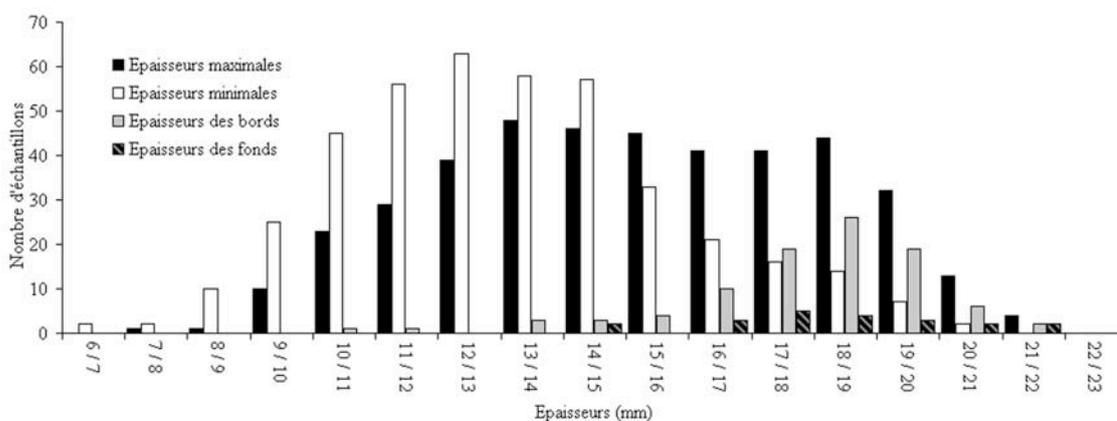


Fig. 6 - Répartition des épaisseurs

Il faut aussi remarquer quelques creusets avec des bords moins épais qui correspondent aux types J ou L (Fig. 5), avec des épaisseurs vers 10 mm et 13 mm. Ils ne représentent cependant qu'une population très limitée.

En parallèle des relevés d'épaisseur, l'utilisation de gabarits permet d'estimer les diamètres internes associés à chacun des fragments. Si l'intervalle de variation est assez large puisqu'il s'étend entre 9 cm et 23 cm, la Fig. 7 révèle que la grande majorité des individus appartiennent à un domaine plus réduit centré sur 15 cm, entre 13 et 17 cm. Compte tenu de cette amplitude de 4 cm sur le diamètre, il est difficile d'estimer s'il existe plusieurs classes de grosseurs de creusets. On propose alors l'hypothèse d'un diamètre moyen de 15 cm, dont le rayon peut varier de plus ou moins 1 cm.

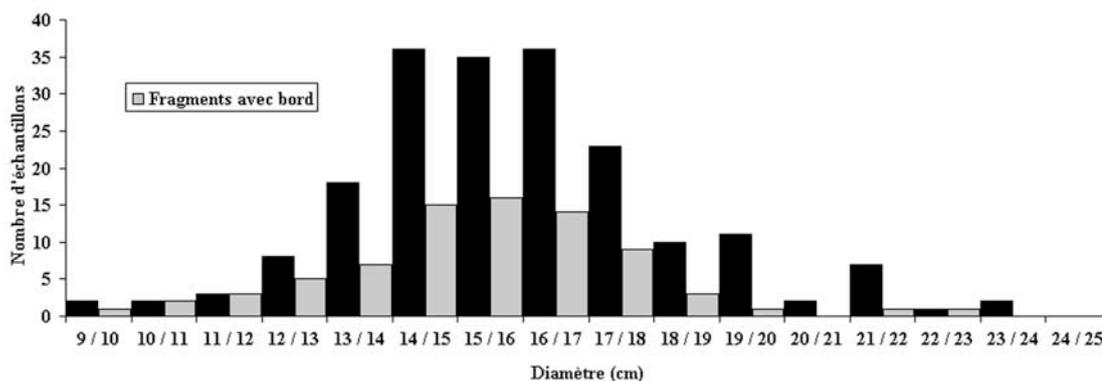


Fig. 7 - Répartition des diamètres internes

De plus, cette répartition de diamètres comparée à celle qui s'observe en mettant seulement en valeur les fragments présentant un bord, révèle la même organisation statistique. Les creusets ont donc une forme générale cylindrique puisqu'ils ont globalement les mêmes diamètres au niveau des bords et des panses.

Parallèlement, il n'est pas possible d'affirmer que les plus grosses épaisseurs s'observent pour les plus gros diamètres. La confrontation des diamètres internes avec les épaisseurs moyennes des fragments (moyenne entre les valeurs minimales et maximales de chaque échantillon), n'établit pas de corrélation entre les deux paramètres. De la même façon, les dimensions restreintes des tessons n'autorisent pas l'évaluation d'une hauteur moyenne pour les creusets étudiés.

Du point de vue de la technique de fabrication, le relevé des multiples traces de façonnage sur les surfaces internes et externes renseigne sur la chaîne opératoire de mise en forme. Les marques de tournage, parfois très prononcées, sont les indices les plus courants et indiquent des céramiques montées au tour. Même si, dès leur apparition, les ouvrages de fonderie (Théophile¹⁵ au XII^e, ou plus tardivement Ercker¹⁶ au XVI^e) recommandent l'utilisation de creusets moulés, les profils de tournage, ici très nombreux, excluent ce procédé pour les creusets de Montreuil-Bonnin. Ces traces sont observables sur près de 47 % des surfaces internes des échantillons alors qu'elles ne sont présentes que sur 4 % des surfaces externes. Ces proportions s'inversent pour les marques de lissages sur 25 % des surfaces externes et seulement 9 % des internes, différences qui donc se justifient *a priori* par la technique employée.

L'obtention d'un fond hémisphérique et le façonnage du bec à partir du bord sans ajout de matière obligent à séquencer la fabrication en trois grandes étapes (Fig. 8) :

¹⁵ THÉOPHILE, C. D. L'ESCALOPIER et J.-M. GUICHARD, *Théophile, prêtre et moine. Essais sur divers arts*, Nogent-le-Roi, 1977, p. 107 et 222.

¹⁶ L. ERCKER, *Treatise on ores and assaying*, édition de 1580 par A. GRÜNHALDT SISCO et C. S. SMITH, Chicago, 1951, p. 180-182.

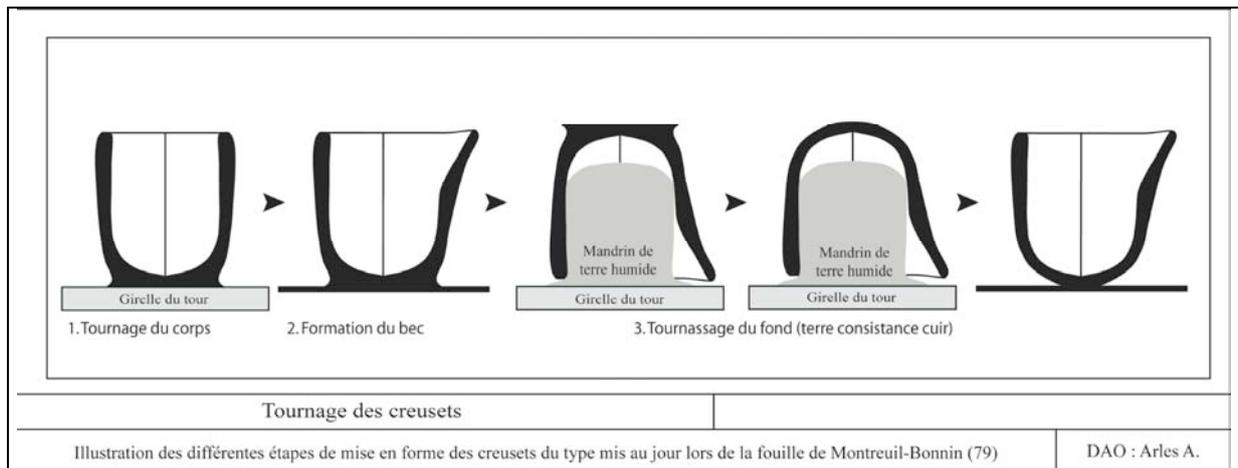


Fig. 8 - Chaîne opératoire de mise en forme des creusets

- Le tournage : on monte un cylindre sur le tour. La mise en forme se fait alors à la main ce qui peut induire des ondulations de la surface de la pièce.
- Avant de mettre en forme le fond, le bec de coulée est modelé par déformation, sans ajout d'argile. Le bord du creuset est pincé entre le pouce, le majeur et l'index, qui vient tirer la pâte vers l'extérieur. Ce geste allant dans le sens d'écoulement du métal fondu veille à ce que des aspérités dues à la mise en forme ne gênent pas les coulées par la suite. Cette opération intervient avant celle du tournassage car elle doit être faite quand la terre est encore assez facilement déformable.

- Le tournassage : c'est lors de cette étape que l'on façonne le fond hémisphère du creuset. Après avoir laissé sécher la forme tournée initiale jusqu'à la consistance cuir de la pâte, afin que la pièce ait une plus grande tenue, cette ébauche est retournée sur un mandrin de terre humide placé sur le tour. Compte tenu de la fermeté de la terre, l'emploi d'outils coupants est nécessaire pour travailler le fond de la pièce. Ce façonnage demande un certain savoir faire pour ne pas trop enlever de matière et ne pas percer le fond. L'estimation du volume à enlever se fait au touché, à l'œil et au poids avant que la pièce ne soit replacée sur le tour. Cette technique de mise en forme permet peut-être d'expliquer que les creusets retrouvés montrent des fonds plus épais que le corps de la céramique. Le travail de la surface extérieure va alors éliminer en partie les traces externes du tournage. En fin d'opération, la pièce peut être lissée avec un linge humide.

- Après un séchage final, la céramique est cuite avant d'être utilisée.

Suivant cette description de la technique de mise en forme, on comprend les différents types de traces de mise en forme visibles sur l'intérieur ou l'extérieur des fragments, les uns disparaissant au profit d'autres selon la séquence des opérations.

Dans cette chaîne opératoire, l'obtention de bords plus épais n'est pas liée à la mise en forme, elle est donc dans une certaine mesure nécessaire et se justifie par la finalité des creusets ainsi que par leur manipulation. Car lors des coulées, une préhension des céramiques à l'aide de pinces va concentrer les contraintes exercées sur l'objet au niveau des bords qui doivent donc avoir une tenue mécanique améliorée par un apport plus important de matière. La forme générale des creusets, présentant un fond hémisphérique, est aussi voulue puisque son obtention demande une étape supplémentaire de mise en forme. Cette morphologie qui peut paraître moins pratique qu'un fond plat, est *a priori* imposée par le type de four utilisé. Il peut être illustré par le four du type « en trou de serrure » mis au jour lors des fouilles de l'atelier monétaire royal de La Rochelle¹⁷, four qui a fait l'objet d'une reconstitution expérimentale¹⁸. Il se décrit par une partie

¹⁷ J.-P. NIBODEAU, *Rapport de sauvetage urgent...*, op. cit., p. 60-64.

enterrée composée d'un cendrier relié à une fosse de décentrage par un couloir, lui donnant une forme caractéristique de trou de serrure. En élévation, une chambre de chauffe se trouve au-dessus du cendrier, séparée par une sole percée de plusieurs trous. Lors de la chauffe, les creusets se situent dans cette chambre remplie de charbon. Le fond hémisphérique des poches de coulées permet de les introduire et de les caler plus facilement dans la masse de combustible fragmenté.

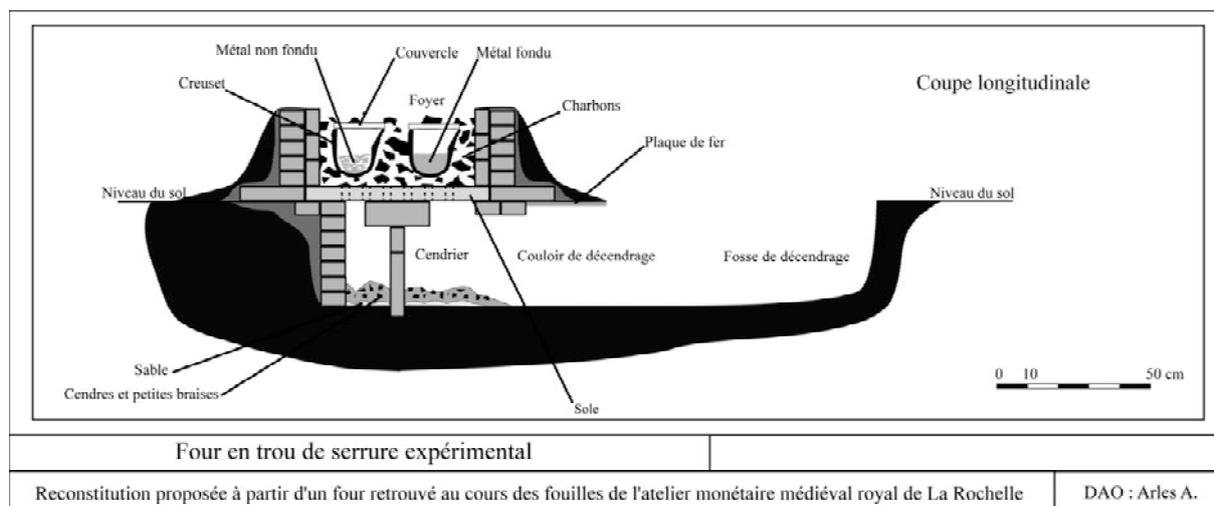


Fig. 9 - Illustration des creusets disposés dans le four de fonte

S'il n'y a pas de doute possible quant à une utilisation dans des opérations métallurgiques des céramiques étudiées, leur lien avec la fabrication monétaire, bien que très probable compte tenu du contexte de découverte, ne peut être que quasiment certain. Pour lever le dernier doute, l'analyse des fragments et en particulier de leurs restes de métal, voire de leurs vitrifications de surface donne un argument irréfutable. Cependant, si un grand nombre d'échantillons montrent des colorations de surface caractéristiques, peu d'individus, soit 25 sur les 414 du *corpus* (6 %), révèlent des dépôts métalliques superficiels. La majorité de ces restes de fonte sont observables sur des fragments du groupe typologique à surface interne bordeaux, sur lesquels ils semblent par ailleurs d'une plus grande importance (surface, épaisseur). Les autres dépôts se retrouvent dans les groupes à surface interne gris foncé et surface interne marron. D'un autre côté, les fragments du groupe à surface blanche sans vitrifications sont par définition exempts de traces métallurgiques.

Dans un premier temps, les échantillons présentant des indices métallurgiques ont été analysés par spectrométrie de fluorescence X¹⁹. Les dosages ont porté de préférence sur les dépôts métalliques dont la composition se rapproche *a priori* le plus des alliages ayant été travaillés. Néanmoins les analyses ont aussi caractérisé les surfaces colorées et les vitrifications pour disposer

¹⁸ A. ARLES, « Le four en trou de serrure », dans F. TÉREYGEOL (dir.), *PCR Paléométallurgies et expérimentations, Recherches sur les chaînes de production des métaux aux périodes anciennes*, Rapport intermédiaire, SRA Poitou-Charentes, 2007, p. 35-54.

¹⁹ L'appareil utilisé est de marque Röntec, le rayonnement X incident est produit par un tube à anode de molybdène, sous une tension de 45 kV et une intensité de 600 µA. Le faisceau est filtré par un collimateur de 650 µm de diamètre et les durées d'analyses étaient de 60 s. C'est une méthode d'analyse élémentaire, ici qualitative. On dispose alors d'information sur les éléments présents sans pouvoir proposer de concentration. Des tendances peuvent cependant être observées à partir de l'importance du signal, compte tenu des types voisins des échantillons analysés. Un élément mesuré avec un nombre de coups très important sera *a priori* en quantité plus élevée dans l'échantillon.

Compte tenu que l'analyse par fluorescence X est une méthode de surface qui sous-entend une faible profondeur de caractérisation, il a été nécessaire d'enlever par abrasion les couches d'oxydes qui recouvraient les dépôts métalliques et dont la composition diffère de l'alliage originel.

d'informations plus étendues que celles provenant des quelques dépôts métalliques observés. Ces dosages doivent être pondérés car ils caractérisent des dépôts intervenus à la suite de réactions entre le contenu et le contenant et ne représentent donc pas une image exacte des métaux travaillés. On cherchera donc à comparer les résultats qualitatifs portant sur les différents métaux présents sur les tessons avec les compositions des vitrifications (Fig. 10).

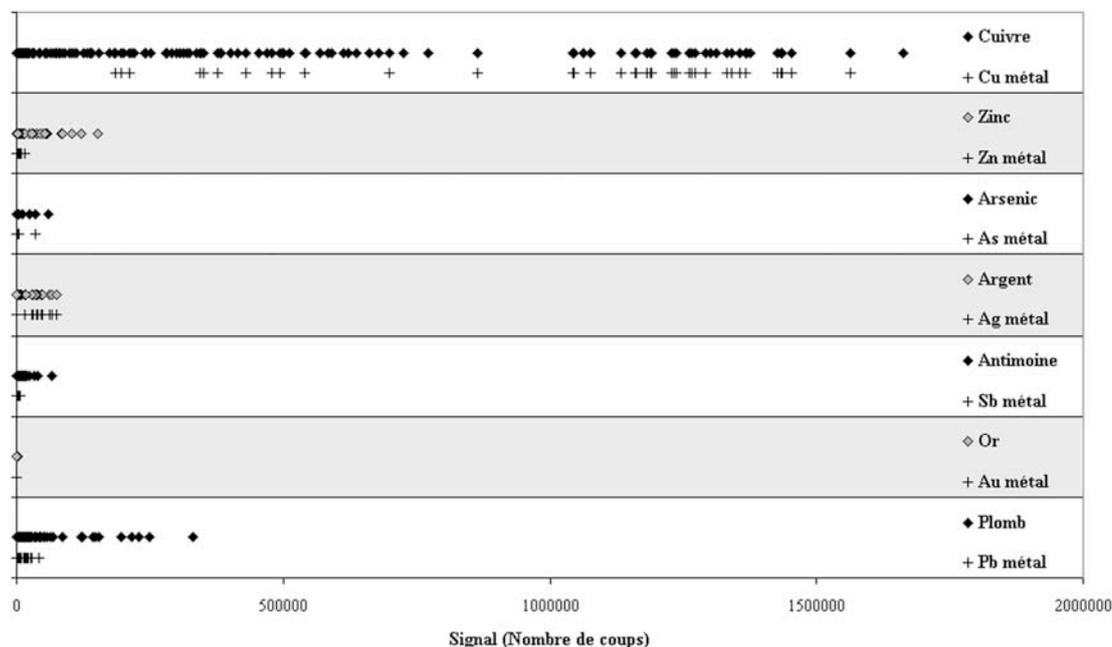


Fig. 10 - Résultats qualitatifs des analyses par fluorescence X avec mise en évidence des dosages sur les dépôts métalliques

Le plomb et le zinc se retrouvent en plus forte proportion dans les vitrifications de surface, plutôt que dans les alliages. Alors que les métaux travaillés semblent être pour les plus grandes parts le cuivre et l'argent, dans lesquels on retrouve de petites quantités d'antimoine et plomb, sans doute liées à l'argent, la majorité des dépôts métalliques caractérisés révèlent des compositions majoritaires de cuivre et seuls quatre échantillons font état d'alliages à base d'argent.

La présence de plomb n'est pas surprenante, car cet élément a tendance à former des composés silicatés avec la silice contenue dans la pâte des creusets. Il est donc plus facilement observable sur les céramiques métallurgiques. Si ce métal ne peut pas être relié directement à la fabrication monétaire puisqu'il n'est pas monnayé, il peut être utilisé lors d'étapes d'affinage de l'argent monnayé qui peuvent être mises en place au sein de l'atelier²⁰. Car pour extraire l'argent lorsqu'il est, par exemple, allié au cuivre, il est nécessaire de mélanger cet alliage à du plomb. Le principe est ensuite le même que celui prévalant dans la production du métal blanc à partir du plomb d'œuvre obtenu après réduction de la galène argentifère. L'alliage est porté à température de fusion dans une grande coupelle d'un fourneau à réverbère. De l'air est insufflé à l'aide d'un soufflet sur la surface pour n'oxyder que le plomb et le cuivre, ce qui n'est, au contraire, pas le cas de l'argent, dans ces conditions de température. Les oxydes néo-formés sont alors liquides aux températures de travail et peuvent être écoulés en périphérie de la coupelle. L'alliage

²⁰ A. CLAIRAND et J.-Y. KIND (dir.), *Le traité des monnaies de Jean Boizard d'après l'édition de Paris 1692*, Paris, 2000, p. 93.

s'enrichie en métal précieux pour finalement ne contenir que des impuretés des métaux que l'on cherchait à éliminer.

Une des perspectives de cette étude est de réaliser une caractérisation quantitative des 25 dépôts métalliques relevés et vérifier ainsi la possibilité de mettre en évidence des compositions d'alliages monétaires. On présentera ici trois essais préliminaires qui devaient évaluer la possibilité d'effectuer les différentes analyses des éléments majeurs par spectrométrie de masse couplée à un plasma inductif avec ablation laser (LA-ICP-MS) selon le protocole présenté dans l'article de Guillaume Sarah de ce même ouvrage²¹. Les premiers échantillons ont été choisis pour leurs compositions différentes à partir des estimations faites par spectrométrie de fluorescence X. Afin de vérifier la reproductibilité des dosages, étant donné l'hétérogénéité présumée des résidus de fontes, une composition n'était proposée qu'à partir de trois analyses pour chaque échantillon.

Les premiers résultats de cette étude sont encourageants car ils permettent d'avoir une estimation quantitative pour l'un des échantillons. Dans le *corpus* choisi, deux des dépôts semblent correspondre à des alliages cuivre-argent à rapprocher d'une fabrication monétaire dans laquelle ce mélange est défini sous le terme de billon. Cependant, un échantillon seulement est apparu assez homogène (sur les trois analyses réalisées) pour pouvoir proposer une composition précise avec des moyennes de 65 % en masse pour le cuivre et 35 % pour l'argent (Fig. 11). Le plomb est présent en très petite quantité. Or, cette composition est comparable à celle des deniers d'Alphonse de Poitiers qui ont pu être frappés à Montreuil-Bonnin²².

	Cu	Ag	Pb	Au	Zn	Sn
Analyse 1	66,52%	32,92%	0,26%	0,08%	0,18%	0,01%
Analyse 2	64,37%	35,01%	0,32%	0,07%	0,18%	0,01%
Analyse 3	62,08%	37,35%	0,21%	0,06%	0,23%	0,02%
Moyenne	64,32%	35,09%	0,27%	0,07%	0,20%	0,01%

Fig. 11 - Analyse d'un dépôt métallique sur un fragment de creuset.

Le second alliage présentant des concentrations non négligeable d'argent semble beaucoup plus hétérogène (résultats différents selon les trois analyses). Il est donc ici difficile de proposer une composition correspondant aux monnaies fabriquées. Cette hétérogénéité n'est cependant pas surprenante car il s'agit d'un dépôt sur un creuset dans lequel sont réalisés les mélanges des différents métaux. L'échantillon analysé peut donc révéler des compositions intermédiaires, non homogénéisées.

Le troisième dépôt diffère des deux précédents par les métaux majoritaires qui le composent. Il s'agit *a priori* d'un alliage à base de cuivre et de plomb. Cependant, ces deux métaux sont très peu miscibles et forment un mélange biphasé, hétérogène à l'échelle de l'analyse (80 µm). Il est donc difficile de proposer une quantification globale. Cet alliage serait à rapprocher d'étapes d'affinage décrites précédemment. Cependant, on ne peut l'affirmer car si des traces d'argent ont été détectées elles sont pour l'instant non quantifiables étant donné que l'échantillon présente des compositions hors de la gamme d'étalonnage.

²¹ G. SARAH, « Analyses élémentaires de monnaies de Charlemagne et de Louis le Pieux du Cabinet des Médailles : le cas de Melle ».

²² A. TEBOULBI, M. BOMPAIRE et J.-N. BARRANDON, « Étude du monnayage de Toulouse et d'Alphonse de Poitiers par analyses élémentaires », *Revue numismatique*, 2008, à paraître.

S'il est attesté que l'or a été monnayé dans l'atelier de Montreuil-Bonnin²³, on peut remarquer qu'aucune des analyses n'a révélé sa présence sur les fragments étudiés. De plus, compte tenu du très grand nombre de tessons retrouvés, on peut s'étonner de n'avoir pu observer que peu de dépôts métalliques qui par ailleurs sont en grande majorité les restes d'alliages ne contenant pas de métal précieux. Si les surfaces externes font état d'une utilisation métallurgique, elles présentent une propreté générale surprenante pour des objets usagés et brisés. Enfin, le groupe typologique pour lequel s'observent le moins d'indices métallurgiques est celui présentant les plus gros fragments (surface blanche sans carbonisation ni vitrification). L'hypothèse probable permettant de justifier ces différents constats se comprend par l'attention particulière nécessaire à la manipulation des métaux précieux. Elle implique de mettre en place des stratégies de retraitement des parois et soles de fours, ainsi que des creusets et sols d'ateliers. Ces pratiques sont notamment décrites dans le traité monétaire de Jean Boizard²⁴. Les opérations de récupération coûteuses en main d'œuvre seront alors limitées par une sélection des déchets qui demandent réellement de tels traitements. On comprendra que les creusets où ont été fondus des alliages de forts titres d'argent, aient été sélectionnés. Il ne subsisterait donc seulement les fragments les plus « propres » ou ayant été utilisés dans la fonte de bas billons et ne justifiant pas un retraitement faute d'un gain potentiel sensible. Les quelques exemples de plus fortes concentrations en métal précieux peuvent cependant avoir été mal triés ou finalement de trop petite importance pour être retraités. Le *corpus* mis au jour à Montreuil-Bonnin serait par la statistique de sa composition, le témoignage du tri des déchets produits au sein de l'atelier monétaire. Cette hypothèse pourrait être renforcée par l'absence de présence d'or dans la totalité de la collection, les fragments ayant tous été retraités. Cependant, au sein des ateliers monétaires, il existait une séparation spatiale entre les chaînes opératoires de fabrication des alliages à base d'or et ceux à base d'argent. Et cette distinction pouvait se retrouver jusque dans le traitement des déchets. Ces précautions se justifient par la complexité des opérations d'épurations qui interviennent en cas de mélange (affinage de l'or à l'antimoine, au sublimé ou à l'eau forte²⁵). D'un autre côté, si le monnayage de l'argent est assuré dès le début du fonctionnement de l'atelier, ce n'est pas le cas pour l'or. En effet, la frappe de monnaies d'or suspendue en France entre 675 et 1266 (exceptés quelques sous d'or carolingiens)²⁶, n'est certaine à Montreuil-Bonnin qu'à partir de 1337, date pour laquelle on dispose de comptes de production des monnaies de ces types²⁷. Il est donc aussi possible que les déchets mis au jour correspondent à des phases de fonctionnement durant lesquelles l'or n'était pas encore monnayé dans cette fabrique.

Les nombreux fragments de céramiques métallurgiques mis au jour lors des deux campagnes de sondages au pied de la tour sud-est du château, sont donc à définir comme les restes de creusets ayant été utilisés dans une fabrication de monnaies et bien qu'en position secondaire, liés à l'atelier monétaire médiéval. Nous disposons ainsi d'une description plus précise de la forme générale de ces contenants ainsi que de leur technique de fabrication. Ces informations peuvent alors être confrontées à celles extraites de l'étude des fragments et creusets entiers de Montreuil-Bonnin, conservés au musée Sainte-Croix de Poitiers, afin de vérifier leur possible lien avec le monnayage médiéval.

²³ A. D. BARTHÉLEMY et G. LECOINTRE-DUPONT, « Apurement des comptes de la monnaie d'or fabriquée à Angers, du 25 novembre 1331 au 1er décembre 1333, et à Montreuil-Bonnin du 1er mars 1337 au 22 février 1346 », *Archives historiques du Poitou*, vol. 4, Poitiers, 1875, p. 235-274.

²⁴ A. CLAIRAND et J.-Y. KIND (dir.), *Le traité des monnaies...*, *op. cit.*, p. 107.

²⁵ *Ibid.*, p. 97-102.

²⁶ A. CLAIRAND et J.-Y. KIND (dir.), *Le traité des monnaies...*, *op. cit.*, p. 58.

²⁷ A. D. BARTHÉLEMY et G. LECOINTRE-DUPONT, « Apurement des comptes... », *op. cit.*

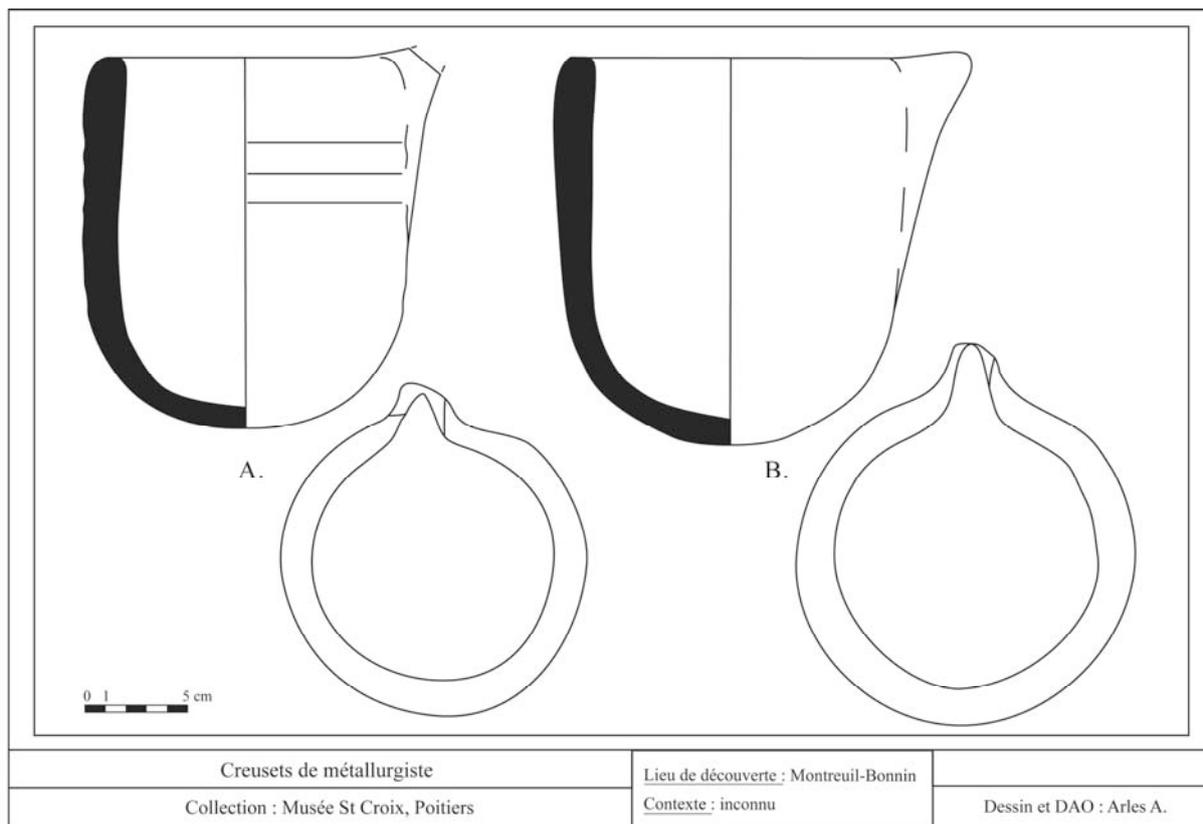


Fig. 12 - Creusets conservés au musée Sainte-Croix de Poitiers

Les deux céramiques (n° inv. A. 897.16.7 et A. 897.16.8) sont des poches de fonte pesant 1,9 et 2,4 kg (Fig. 12). Elles montrent, ainsi que les trois fragments (n° inv. B. 3465), des épaisseurs de pâte importantes, comprises entre 1 cm au fond des creusets, jusqu'à 2 cm au niveau des bords. Sur chacun des exemplaires complets, des traces de mise en forme au tour sont visibles, à la fois sur les faces internes et sur les faces externes. Les profils des bords sont arrondis. Les becs de versement ont été créés par déformation des bords, il ne s'agit pas d'un ajout de matière. D'un point de vue morphologique, ces individus apparaissent très semblables au profil global extrait de l'étude du *corpus* archéologique. L'observation des pâtes employées fait apparaître des différences ; en effet, le plus grand des creusets a été tourné à partir d'une argile rose d'un type assez peu représenté dans la collection de tessons, alors que le second, ainsi que les trois fragments, ont été modelés avec une argile blanche, en revanche plus souvent observée. L'aspect extérieur des différents individus présente très peu de stigmates de leur utilisation. On peut seulement observer dans le plus gros des deux, des traces plus foncées qui pourraient être le niveau maximum atteint par le métal en fusion soit les deux tiers de son volume. En les remplissant avec un corps étalon (billes de verre millimétriques), leurs volumes ont pu être estimés. Ils sont respectivement de 1,8 et 2,1 litres, pour des hauteurs de 18 et 19 cm et des diamètres internes de 15,5 et 17 cm.

Ces objets étant conservés au musée Sainte-Croix, il n'a pas été possible de réaliser une étude analytique en laboratoire, ni d'en prélever des échantillons. On dispose cependant d'une information quant à l'alliage qui recouvre le fond d'un des fragments. Une analyse élémentaire qualitative réalisée avec un appareil de fluorescence X portable²⁸ montre la présence d'un alliage

²⁸ Les analyses ont été effectuées avec un appareil de fluorescence X (XRF) portable de marque *Fondis, Niton XLt*. Il est spécialement conçu pour l'analyse des métaux et alliages sous forme solide, des minerais et pour celle des sols. La tension maximale du tube est de 35 kV. Le courant maximum du tube est 10 µA pour une puissance maximale de 1,7 W. La section du faisceau (spot) à l'endroit où il touche l'échantillon est approximativement de 20 mm par

cuivre-plomb, avec de petites quantités d'argent, d'étain et de zinc, ainsi que des traces d'antimoine. Cette composition est alors à rapprocher de celle observée sur l'un des précédents échantillons analysés par LA-ICP-MS, il s'agit peut-être là aussi d'un mélange correspondant à des étapes d'affinage ou d'épuration.

À la vue des nombreux points communs mis en évidence sur ces deux ensembles d'origines différentes, il apparaît maintenant que l'on puisse aussi associer les creusets trouvés au XIX^e siècle à Montreuil-Bonnin à ceux mis au jour lors des fouilles. Ils appartiennent donc bien au matériel de cet atelier monétaire médiéval. Ce rapprochement permet alors de compléter la description globale que l'on a pu proposer des céramiques avec des données concernant les volumes et hauteurs. Ainsi il est envisageable d'estimer la masse de métal qui pouvait être travaillée au cours d'une fonte. On choisira pour cette simulation, un alliage ayant la composition de la monnaie d'argent la plus courante pour la période considérée, c'est-à-dire le denier, titrant en masse à 29,9 % d'argent et 70,1 % de cuivre. La masse volumique de cette alliage peut, dans une première approximation, être donnée par les moyennes pondérées de celles des deux métaux considérés, soit 9,39 g/cm³²⁹. Si l'on connaît le volume total de chaque creuset, il faut admettre qu'ils n'étaient jamais remplis complètement, mais généralement entre 2/3 et 3/4. On prendra ici 2/3, comme le suggèrent les traces dans l'un des creusets du père de-la-Croix. Compte tenu de ces paramètres et des volumes estimés, la masse d'alliage pouvant être fondue dans ces récipients est comprise entre 11 et 13 kg. Sachant que les deniers tournois pesaient théoriquement 1,12 g et en tenant compte des pertes maximum de 12,5 %³⁰ qui pouvaient intervenir lors des mises en forme (en particulier au cours des découpes), la fonte d'une charge pouvait conduire à la frappe de 9 000 à 11 000 monnaies. Ces quantités de métal travaillées équivalentes à un grand nombre de monnaies produites peuvent paraître importantes mais elles ne doivent pourtant pas surprendre. On peut rappeler, par exemple, que Jean Boizard, dans son traité des monnaies évoque des fontes de 23 kg d'alliages à base d'or, voire plus importante pour ceux à base d'argent³¹. De même, les données de production relevées par Marc Bompaire³² montrent, pour les années connues, entre 1253 et 1259, des fabrications mensuelles moyennes de 1,3 jusqu'à 4,2 tonnes d'alliage. Ce qui représente chaque mois des frappes de 1,2 jusqu'à 3,8 millions de monnaies. Il apparaît donc que pour un mois de production normale, avec des coulées de 11 kg d'alliage, une centaine de fontes est nécessaire pour atteindre cette production (équivalente à 0,4 tonnes d'argent). Dans un four d'alliage comme celui en « trou de serrure » retrouvé lors des fouilles de l'atelier monétaire de La Rochelle³³, il est possible de disposer 4 creusets dans le foyer. Dès lors, il faut considérer 100 fontes à 4 creusets. La mise en fusion de cette masse de métal va prendre une heure. Une fournaise pourrait donc fournir en une journée de huit heures, une moyenne de 352 kg d'alliage (8 coulées de 4 creusets, soient 32 fontes). Pour atteindre les 100 fontes à 4 creusets fondant 11 kg, il faudra donc moins de 4 jours ouvrés seulement (un peu moins de 12 jours pour la plus forte production). Il ne s'agit que d'un ordre de grandeur proposé à partir de moyennes mensuelles et il apparaît que le paramètre de fonte ne soit pas limitant. Mais directement liée à cette étape, la fabrication des moules doit être prise en compte car le temps nécessaire à leurs réalisations n'est pas négligeable. Or si l'utilisation de lingotières (tuile de fer) est décrite³⁴, les coulées pouvaient aussi être réalisées dans des moules

10 mm. Les éléments qu'il est possible de détecter vont du potassium (K, Z=19) au plutonium (Pu, Z=94). Dans le cas de notre étude, la durée de l'analyse est d'une minute. Compte tenu des conditions d'analyse sur un échantillon corrodé, on ne peut présenter ici une information quantitative précise.

²⁹ $\rho_{Cu} Ag \approx 0,701 \rho_{Cu} + 0,299 \rho_{Ag}$

³⁰ M. BOMPAIRE et F. DUMAS, *Numismatique médiévale monnaies et documents d'origine française*, vol. 7, Turnhout, 2000, p. 465.

³¹ A. CLAIRAND et J.-Y. KIND (dir.), *Le traité des monnaies...*, *op. cit.*, p. 68.

³² M. BOMPAIRE, « La production monétaire... », *op. cit.*, p. 24.

³³ J.-P. NIBODEAU, *Rapport de sauvetage urgent...*, *op. cit.*, p. 60-64.

³⁴ H. ESTIENNE, *Project du livre intitulé « De la precellence du langage françois »*, Paris, 1579, p.106.

de sable³⁵ qui demandent de suivre de nombreuses opérations de préparation. Plutôt que de proposer une période de fonte concentrée sur une seule partie du mois, on préférera décrire les opérations de fonderies comme des séquences régulières dont la périodicité sera dictée par la production mais également par le temps de fabrication des moules. Il faut aussi rappeler que la multiplication des opérations de chauffe du four, dans le cas de séquences nombreuses mais trop espacées, augmente la consommation de charbon. Dans l'organisation du travail, il existe donc certainement un compromis entre le paramètre temporel de fabrication des moules, espaçant les périodes de fontes et celui d'économie du combustible, les regroupant.

Au terme de trois années de prospections multidisciplinaires, il est encore impossible de proposer la localisation précise de cet atelier. Si la périphérie de la forteresse a fait l'objet de caractérisations plus poussées, notamment conclues par des sondages archéologiques, révélant alors l'absence de vestiges monétaires. L'intérieur de l'enceinte a mis en évidence plusieurs difficultés liées aux caractéristiques de la zone prospectée, notamment le fait que certains bâtiments soient encore habités et qu'ils présentent des aménagements récents. On rappellera ici les résultats des prospections magnétiques perturbées par des structures métalliques modernes. D'un autre côté, il n'était pas envisageable de proposer d'interventions invasives, notamment des sondages archéologiques, permettant d'avoir une information sûre sur le sous sol, mais difficiles à justifier et à imposer dans le contexte actuel. Sans reconsidérer la démarche proposée qui a tenté de mettre en place et croiser plusieurs méthodes différentes et approchant ainsi l'exhaustivité, il faudra définir comment dépasser les limites de ces prospections.

Bien que l'atelier n'ait pas été localisé avec certitude, ces opérations archéologiques ont permis la mise au jour d'une très importante collection de fragments de céramiques métallurgiques. Ces derniers ont été retrouvés en position secondaire dans des remblais de fossé. Les analyses des traces métalliques qu'ils présentent attestent d'une utilisation liée à l'activité monétaire. L'étude statistique qui en a été faite met en évidence de nombreux points communs avec des céramiques entières précédemment découvertes, mais dont le lien avec l'atelier n'était pas attesté. Elle aboutit à la définition d'un profil type des creusets de fonderie utilisés dans la fabrique monétaire médiévale de Montreuil-Bonnin. Il s'agit de poches de coulée au fond hémisphérique, possédant un bec. Les diamètres estimés (centrés autour de 15 cm) rendent compte de pièce de tailles assez importantes, voire très importantes pour certaines (23 cm). Les céramiques ne semblent pas présenter de vitrifications initiales. Elles ont été mises en forme à partir d'une pâte blanche à laquelle a été ajouté un dégraissant très grossier (jusqu'à 2 mm) de quartz blancs/gris, voire blancs/roses. Ce type de dégraissant se justifie, favorisant la tenue mécanique et thermique des céramiques aux hautes températures nécessaire à la fusion des métaux. Et c'est certainement pour cette même raison que l'on observe des épaisseurs de pâtes importantes, avec près de 12 mm au niveau des panses et jusqu'à 15 mm pour les bords et les fonds. Le surdimensionnement des bords se comprend par la localisation dans cette zone de contraintes mécaniques internes plus importantes lors des coulées et suite à la manipulation des creusets avec des pinces.

L'observation des stigmates de mise en forme a, d'un autre côté, révélé une chaîne opératoire de fabrication, trahissant alors le type de four de fusion certainement employé au sein de l'atelier. De même qu'une pratique propre à la manipulation de métaux précieux a pu être proposée pour justifier de la « propreté métallique » générale pour l'ensemble des fragments retrouvés.

Quant au très grand nombre de tessons retrouvés, pour lesquels on suppose un minimum 99 individus originels, il témoigne *a priori* d'une activité non négligeable. Cependant, il est difficile de proposer une durée de fonctionnement correspondante à cette production de déchets puisque retrouvés en position secondaire, on ne dispose donc pas d'informations stratigraphiques

³⁵ A. CLAIRAND et J.-Y. KIND (dir.), *Le traité des monnaies...*, op. cit., p. 70.

permettant de proposer une fourchette chronologique plus resserrée que celle propre à l'atelier. L'homogénéité globale de l'ensemble suffit-elle pour supposer d'une courte période d'utilisation ? On ne peut en préjuger, étant donné que l'uniformité constatée trouve peut-être sa justification dans le type des alliages travaillés qui ne représentent pas un paramètre très changeant. De même que, sur la période de fonctionnement relativement courte de l'atelier (100 à 170 ans), on peut penser qu'une fabrication locale de creuset ait pu rester constante. Ces interrogations pourraient trouver des débuts de réponses lors de la réalisation d'expérimentation de fontes d'alliages dans des creusets, reconstitués à partir de l'étude qui vient d'être présentée. Ces essais permettront de définir une durée minimale d'utilisation mais aussi d'observer l'évolution et l'état final de creusets ayant été utilisés, en particulier concernant l'importance des dépôts métalliques.

Enfin, les résultats de cette étude devront être confrontés à ceux obtenus à partir des céramiques métallurgiques découverts lors d'autres fouilles, notamment celles de l'atelier de La Rochelle. On disposera alors d'une description assez précise des céramiques métallurgiques utilisées dans la fabrication monétaire en région Poitou-Charentes à la fin du Moyen Âge.

Bibliographie :

- A. ARLES, « Le four en trou de serrure », dans F. TÉREYGEOL (dir.), *PCR Paléométaburgies et expérimentations, Recherches sur les chaînes de production des métaux aux périodes anciennes*, Rapport intermédiaire, SRA Poitou-Charentes, 2007, 150 p.
- A. ARLES, F. TÉREYGEOL, G. BONNAMOUR, « L'atelier monétaire médiéval de Montreuil-Bonnin, bilan des campagnes de prospection », bulletin de liaison et d'information - Association des archéologues Poitou-Charentes, n° 36, Poitiers, 2007, p. 87-101.
- A. D. BARTHÉLEMY et G. LECOINTE-DUPONT, « Apurement des comptes de la monnaie d'or fabriquée à Angers, du 25 novembre 1331 au 1er décembre 1333, et à Montreuil-Bonnin du 1er mars 1337 au 22 février 1346 », *Archives historiques du Poitou*, vol. 4, Poitiers, 1875, p. 235-274.
- A. BOCQUET, P. MILLE, *La Rochelle Place de Verdun*, DFS, Fouille préventive AFAN, octobre 1994-juillet 1995, 1995, non paginé.
- M. BOMPAIRE et F. DUMAS, *Numismatique médiévale monnaies et documents d'origine française*, vol. 7, Turnhout, 2000, 687 p.
- M. BOMPAIRE, « La production monétaire en France au XIII^e siècle », *Gaceta Numismatica*, vol. 165, Barcelone, Espagne, 2007, p. 5-32.
- J. BOUCHET., *Les annales d'Aquitaine, faits et gestes en sommaire des roys de France, et d'Angleterre, et Pays de Naples et de Milan jusqu'en 1557*, Poitiers, 1557, 378 pages.
- A. CLAIRAND et J.-Y. KIND (dir.), *Le traité des monnaies de Jean Boizard d'après l'édition de Paris 1692*. Paris, 2000, 243 p.
- L. ERCKER, *Treatise on ores and assaying*, édition de 1580 par Anneliese Grünhaldt Sisco et Cyril Stanley Smith, Chicago, 1951, xxxiii pl., 359 p.
- H. ESTIENNE, *Project du livre intitulé "De la precellence du langage françois"*, Paris, 1579, 295 pages.
- J. FROISSART et J. A. C. BUCHON, *Les chroniques de sire Jean Froissart qui traitent des merveilles emprises, nobles aventures et faits d'armes advenus en son temps en France, Angleterre, Bretagne, Bourgogne, Ecosse, Espagne, Portingal et les autres parties*, Paris, 1835, t. 1, LX-740 p.
- J. FROISSART et J. B. M. C. KERVYN DE LETTENHOVE, *Oeuvres de Froissart Chroniques*, (Reprod. en fac-sim.^e éd.), Osnabrück, 1967, 26 vol.
- J.-P. NIBODEAU, *Rapport de sauvetage urgent AFAN, 2^e campagne : La Rochelle Place de Verdun*, septembre 1996 - mars 1997, DFS, 1997, 77 p.

F. PUAUD, *Le château de Montreuil-Bonnin (Vienne)*, Mémoire de Maîtrise d'Histoire de l'Art de l'université de Poitiers, 1992, p. 42.

G. SARAH, « Analyses élémentaires de monnaies de Charlemagne et de Louis le Pieux du Cabinet des Médailles : le cas de Melle », ce même ouvrage.

A. TEBOULBI, M. BOMPAIRE et J.-N. BARRANDON, « Étude du monnayage de Toulouse et d'Alphonse de Poitiers par analyses élémentaires », *Revue numismatique*, vol. 164, Paris, 2008, à paraître.

THÉOPHILE, C. D. L'ESCALOPIER et J.-M. GUICHARD, *Théophile, prêtre et moine. Essais sur divers arts*, Nogent-le-Roi, 1977, lxxii, 314 p.

Table des figures :

Fig. 1 - Localisation du site de Montreuil-Bonnin.

Fig. 2 - Moule à méreaux avec motif monétaire (Planche X).

Fig. 3 - Les 414 fragments de creusets mis au jour lors des fouilles de 2006 et 2007 (Planche X).

Fig. 4 - Répartition typologique du corpus.

Fig. 5 - Les 15 types de bords observés.

Fig. 6 - Répartition des épaisseurs.

Fig. 7 - Répartition des diamètres internes.

Fig. 8 - Chaîne opératoire de mise en forme des creusets.

Fig. 9 - Illustration des creusets disposés dans le four de fonte.

Fig. 10 - Résultats qualitatifs des analyses par fluorescence X avec mise en évidence des dosages sur les dépôts métalliques.

Fig. 11 - Analyse d'un dépôt métallique sur un fragment de creuset.

Fig. 12 - Creusets conservés au musée Sainte-Croix de Poitiers.

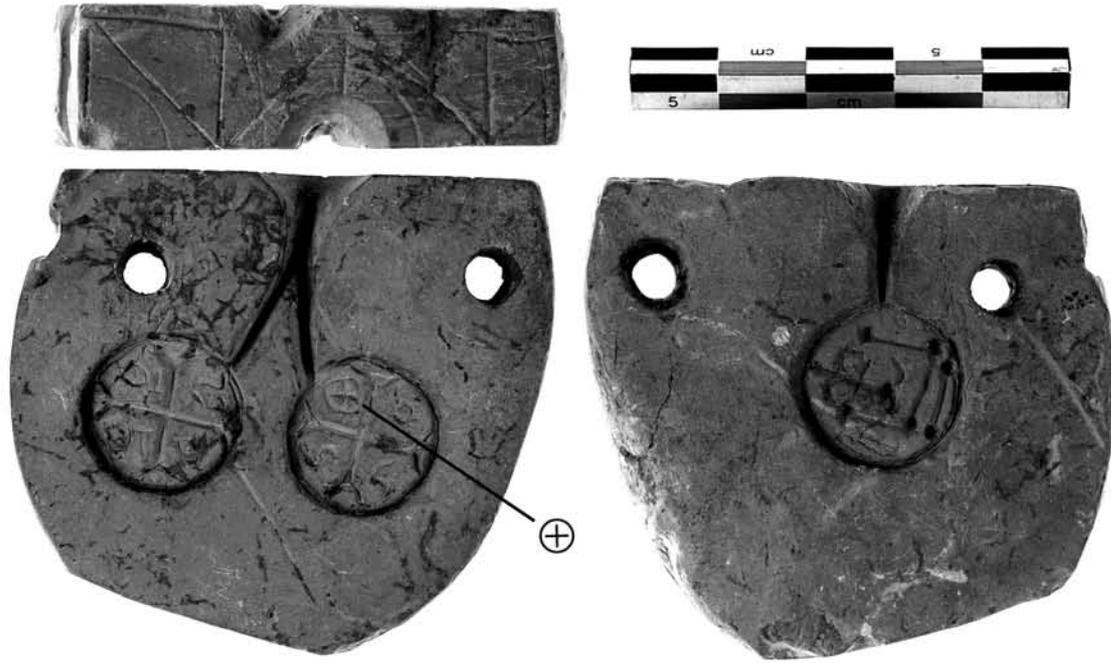


Fig. 2 - Moule à méreaux avec motif monétaire

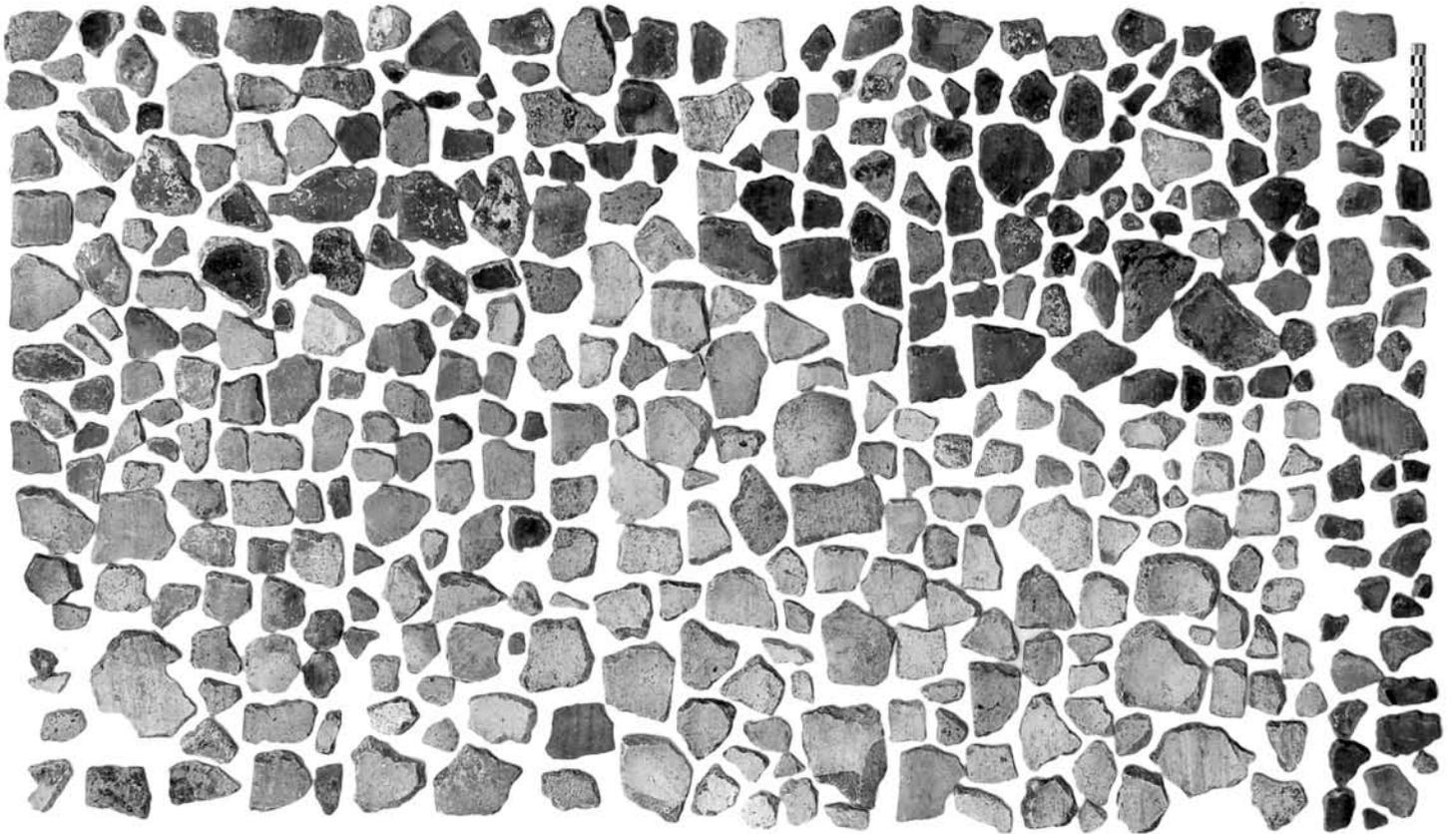


Fig. 3 - Les 414 fragments de creusets mis au jour lors des fouilles de 2006 et 2007

Table des matières

Préface (<i>Jacques Buisson-Catil</i>)	3
À Jean-François Baratin (<i>Arnaud Clairand</i>)	5
Le trésor gaulois d'Ouzilly-Vignolles (Vienne), <i>Louis-Pol Delestrée</i>	7
Présentation de monnaies gauloises du type à l'aigrette, <i>Guy Collin</i>	19
De l'Océan à la Grande Ourse : une image inédite de la divinisation de Faustine mère sur un médaillon découvert à Chouppes (Vienne) <i>Dominique Hollard</i>	23
L'atelier monétaire mérovingien de Melle (Deux-Sèvres) : premières conclusions, <i>Arnaud Clairand et Florian Téreygeol</i>	31
Les oboles unifaces de Charlemagne de Melle, <i>Philippe Schiesser</i>	49
Analyses élémentaires de monnaies de Charlemagne et de Louis le Pieux du Cabinet des Médailles : le cas de Melle, <i>Guillaume Sarah</i>	63
Sur deux rares monnaies médiévales poitevines, <i>Guy Collin</i>	85
Présentation de la collection et du cahier Rondier, <i>Jean-Paul Bailleul</i>	89
Un siècle de monnayage à Montreuil-Bonnin (1247-1346), <i>Marc Bompaire</i>	93

La fonte des alliages dans les ateliers monétaires médiévaux : l'exemple de Montreuil-Bonnin (Vienne), <i>Adrien Arles et Florian Téreygeol</i>	129
Le registre Parenteau, une mine de découvertes monétaires inédites pour le nord Poitou : l'exemple de la commune de Corpe (Vendée), <i>Gildas Salaün</i>	149
Le trésor de Champmillon : un dépôt monétaire des Guerres de Religion en Angoumois, <i>Michel Dhénin et Thierry Sarmant</i>	157
La circulation des faux louis d'or dans le ressort des Monnaies de Caen et de La Rochelle lors de la réforme de 1726, <i>Arnaud Clairand et Jérôme Jambu</i>	173
De la cloche à la monnaie en Gâtine Poitevine, <i>Albéric Verdon</i>	185
Céramiques et dépôts monétaires : analyse des contenants, <i>Maria Cavallès et Anne-Marie Fourteau-Bardaji</i>	193