



Revue archéologique de l'Ouest

26 | 2009
Varia

L'occupation gallo-romaine d'Étaimpuis «La Briqueterie» (Seine-Maritime) et sa forge

The Gallo-Roman settlement of Étaimpuis "La Briquetterie" (Seine-Maritime) and its smithy

Geertrui Blancquaert, Yves-Marie Adrian, Christophe Colliou et Hervé Herment



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/rao/852>
DOI : 10.4000/rao.852
ISBN : 978-2-7535-1609-0
ISSN : 1775-3732

Éditeur

Presses universitaires de Rennes

Édition imprimée

Date de publication : 31 décembre 2009
Pagination : 135-152
ISBN : 978-2-7535-1086-9
ISSN : 0767-709X

Référence électronique

Geertrui Blancquaert, Yves-Marie Adrian, Christophe Colliou et Hervé Herment, « L'occupation gallo-romaine d'Étaimpuis «La Briqueterie» (Seine-Maritime) et sa forge », *Revue archéologique de l'Ouest* [En ligne], 26 | 2009, mis en ligne le 31 décembre 2011, consulté le 19 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/rao/852> ; DOI : 10.4000/rao.852

Tous droits réservés

L'occupation gallo-romaine d'Étaimpuis « La Briqueterie » (Seine-Maritime) et sa forge

*The Gallo-Roman settlement of Etampuis
“La Briquetterie” (Seine-Maritime) and its smithy*

Geertrui BLANCQUAERT*, Yves-Marie ADRIAN** et Christophe COLLIU***

Avec la collaboration de Hervé HERMENT****

Résumé : Fouillée en 1995 sur le tracé de l'A 29, l'occupation humaine du Haut Empire mise au jour à Étaimpuis « La Briqueterie » présente un système de parcelles ortho-normées. Les vestiges associés suggèrent une partition de l'espace en deux secteurs structurés. Le premier, avec un agencement ordonné de bâtiments, semble voué aux activités domestiques et agricoles. Le second, au regard des rejets recueillis, paraît davantage destiné à une activité sidérurgique.

Abstract: Originally excavated in 1995 on the course of A 29 motorway, the “La Briqueterie” High Empire settlement at Etampuis has an organized enclosure system. Associated remains suggest a partition of space in two structured sectors. The first one sector, with ordered buildings, seems devoted to domestic and agricultural activities; the second, from the recorded debris, being more dedicated to ironworking.

Mots clés : métallurgie, Gallo-romain, Haut Empire, parcellaire.

Key words: metallurgy, Gallo-Roman, High Empire, plot system.

1. INTRODUCTION

Étaimpuis est l'une des communes situées à l'extrémité est du tracé autoroutier A 29 reliant Le Havre à Saint-Saëns en Seine-Maritime (fig. 1). Cette commune appartient à l'ensemble géologique du Pays de Caux qui comprend un socle crayeux du Crétacé supérieur surmonté par des formations superficielles associant l'argile à silex, de rares formations tertiaires et enfin d'épais dépôts loessiques quaternaires.

Au sud du village, les vestiges attestés à « La Briqueterie » sont localisés à une altitude de 155 m, sur un versant en pente

douce exposé à l'ouest. Celui-ci est délimité par la route départementale 225 à l'ouest et par la voie ferrée joignant Motteville à Buchy au nord. La proximité de cette voie de communication explique les bombardements effectués lors du dernier conflit mondial; plusieurs impacts de bombes ont ainsi perturbé le site. Suivant leurs concentrations telles qu'attestées dans les tranchées de sondages, il a été décidé de restreindre le décapage à la partie médiane du versant (fig. 2). Ce site, dont seule la limite ouest est connue, prend place à l'est de la voie romaine Rouen – Dieppe et à proximité de la « frontière » hypothétique entre les cités gauloises des Caletes et des Velioasses.

* Ingénieur chargé de recherche, INRAP DST – 7 rue de Madrid, 75008 Paris.

** Chargé d'opération et de recherche, INRAP GO – 22 rue Nétien, 76000 Rouen; chercheur associé à l'UMR 7041 ArScan (équipe Gaule).

*** Responsable scientifique, Arkémine (SARL) – Mine de Rozier, 63230 Saint-Pierre-le-Chastel; doctorant à l'université de Rouen.

**** Assistant d'étude et d'opération, INRAP CIF – 3 avenue Claude-Guillemain, 45060 Orléans.

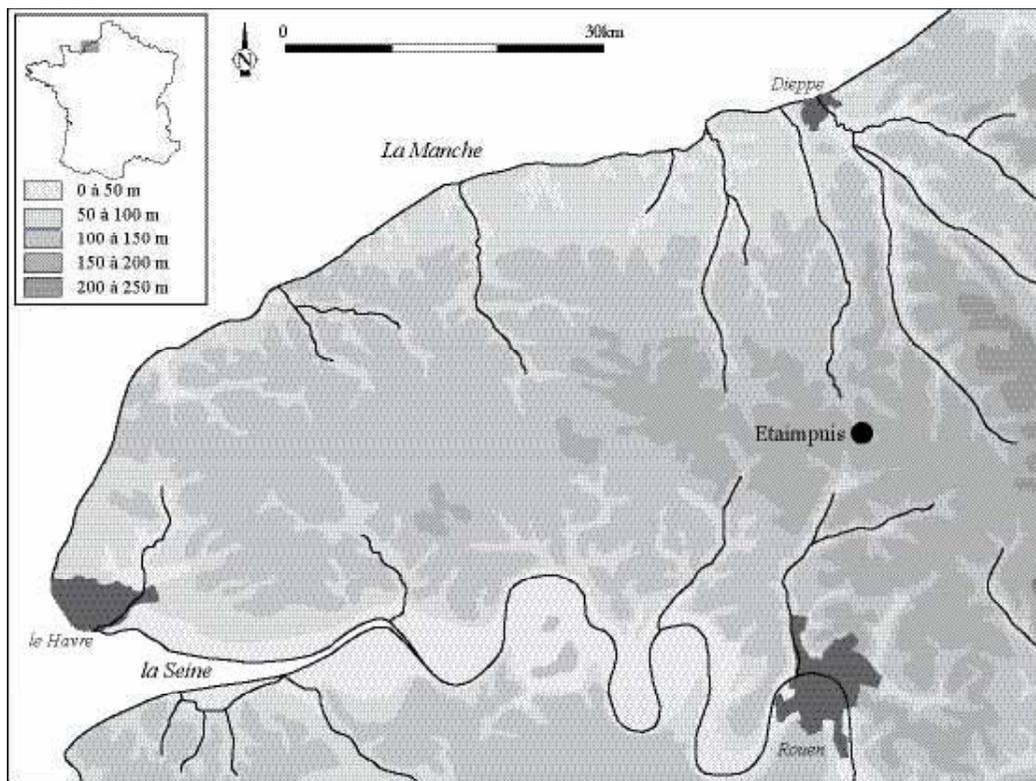


Figure 1 : Etampuis « la Briqueterie » : Carte de localisation.

Figure 1: Location map.

Fouillé dans le cadre d'une opération de sauvetage urgent durant l'été 1995 et décapé sur 12 000 m², le site a révélé un système parcellaire orthonormé recelant des vestiges domestiques et artisanaux, ces derniers étant relatifs à une activité de forge. Le présent article propose une brève présentation des principales structures et de leur organisation spatiale, une courte étude céramique nécessaire à l'attribution chronologique de l'occupation, ainsi qu'une analyse macroscopique des culots de forge, dans l'intention de déterminer des étapes de la chaîne opératoire du travail de fer effectuées sur le site.

2. PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Au sein d'un fuseau décapé de 60 m de largeur et orienté nord-est/sud-ouest s'échelonnent plusieurs parcelles antiques de forme rectangulaire, orientées de la même manière (fig. 2).

Un premier ensemble, au sud-ouest du chantier, est bordé sur trois côtés par des doubles fossés et divisé en deux parcelles de tailles inégales par un étroit fossé. La parcelle 1, dégagée sur les deux tiers de sa superficie estimée à près de 1 000 m², recèle une quinzaine de fosses et un bâtiment. Le plan de ce dernier, composé d'une dizaine de trous de poteaux, demeure cependant imprécis (fig. 3). La seconde

parcelle occupée, dans son emprise minimale, une surface de 1 680 m² densément investie par des fosses. Un fossé supplémentaire précède le système de double fossé séparant cette parcelle de la troisième et porte ainsi la superficie maximale de cet ensemble à 3 100 m². La troisième parcelle, totalement vide de traces anthropiques fossoyées, n'atteint que 750 m². Une entrée double, composée d'une simple interruption et d'une chicane, s'y ouvre vers l'est. La quatrième parcelle, la plus vaste avec 4 644 m², renferme six bâtiments et une douzaine de fosses associés à un espace vierge (fig. 4). Enfin, dans les tranchées de diagnostic, l'amorce d'une cinquième parcelle, d'une superficie estimée à 1 800 m² environ, a pu être identifiée.

Les vestiges mobiliers se composent principalement de céramique gallo-romaine et de déchets en relation avec la métallurgie du fer. Ceux-ci consistent en scories, fragments de culots et battitures. Parmi les objets, hormis des clous et autres tiges indéterminées, sont à signaler un élément de pendentif en bronze et un petit fragment de statuette en terre blanche (Vénus?). Se distinguent également des fragments de grès facettés et polis, ainsi que des rognons de silex destinés au calage des poteaux. Enfin, l'absence totale d'ossements résulte certainement d'un problème de conservation.

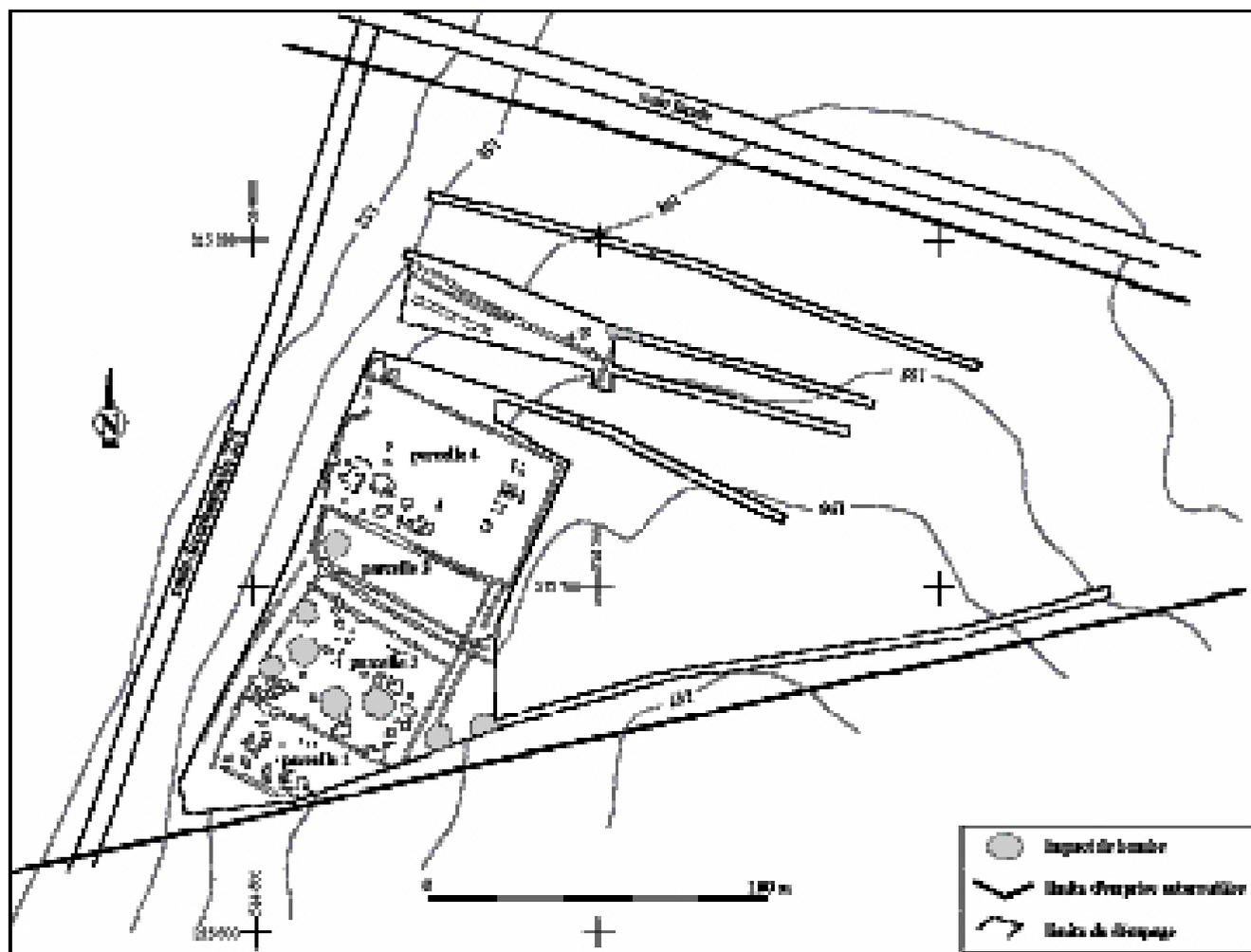


Figure 2 : Etampuis « la Briqueterie » : Plan de masse du site.

Figure 2: General plan of the site.

3. LES STRUCTURES EN CREUX

Les fossés

Les fossés rectilignes, fouillés à 100 %, ont une largeur qui oscille entre 0,50 et 1 m pour une profondeur conservée en moyenne sur 0,50 m¹ (fig. 5) ; il est à signaler que les dimensions des fossés formant les parcelles 1 et 2 sont légèrement inférieures² à celles notées pour la parcelle 4. De manière générale, le profil est en cuvette, rarement en V à fond arrondi, et le comblement homogène, composé de limon brun gris. Dans aucun cas, des négatifs de trous de poteaux n'ont pu y être mis en évidence ; il s'agit donc

1. Profondeur à partir du niveau de décapage, soit à environ 0,40 m sous le niveau du sol actuel.

2. Il s'agit bien d'un choix lors de l'aménagement et non d'une érosion différentielle comme attestée en bordure ouest du décapage.

très probablement de fossés ouverts, excepté peut-être pour les fossés parallèles 266/267, au profil en U. L'agencement des structures internes de la parcelle 4 suggère l'existence éventuelle d'un talus ou d'un espace de circulation. En effet, à l'est, les bâtiments alignés le long du fossé 343 respectent un recul de 8 m par rapport à celui-ci, tandis qu'au sud et à l'ouest les vestiges se situent à 4 m des fossés. On peut penser que ceux-ci servent aussi bien à clôturer des unités cohérentes, afin de les différencier clairement, qu'à subdiviser un même ensemble fonctionnel ou encore à matérialiser des accès.

Les fosses

Les fosses, une cinquantaine au total, réparties de façon inégale dans trois des quatre parcelles, sont de formes et de dimensions très variées. Pour éviter de longues descriptions,

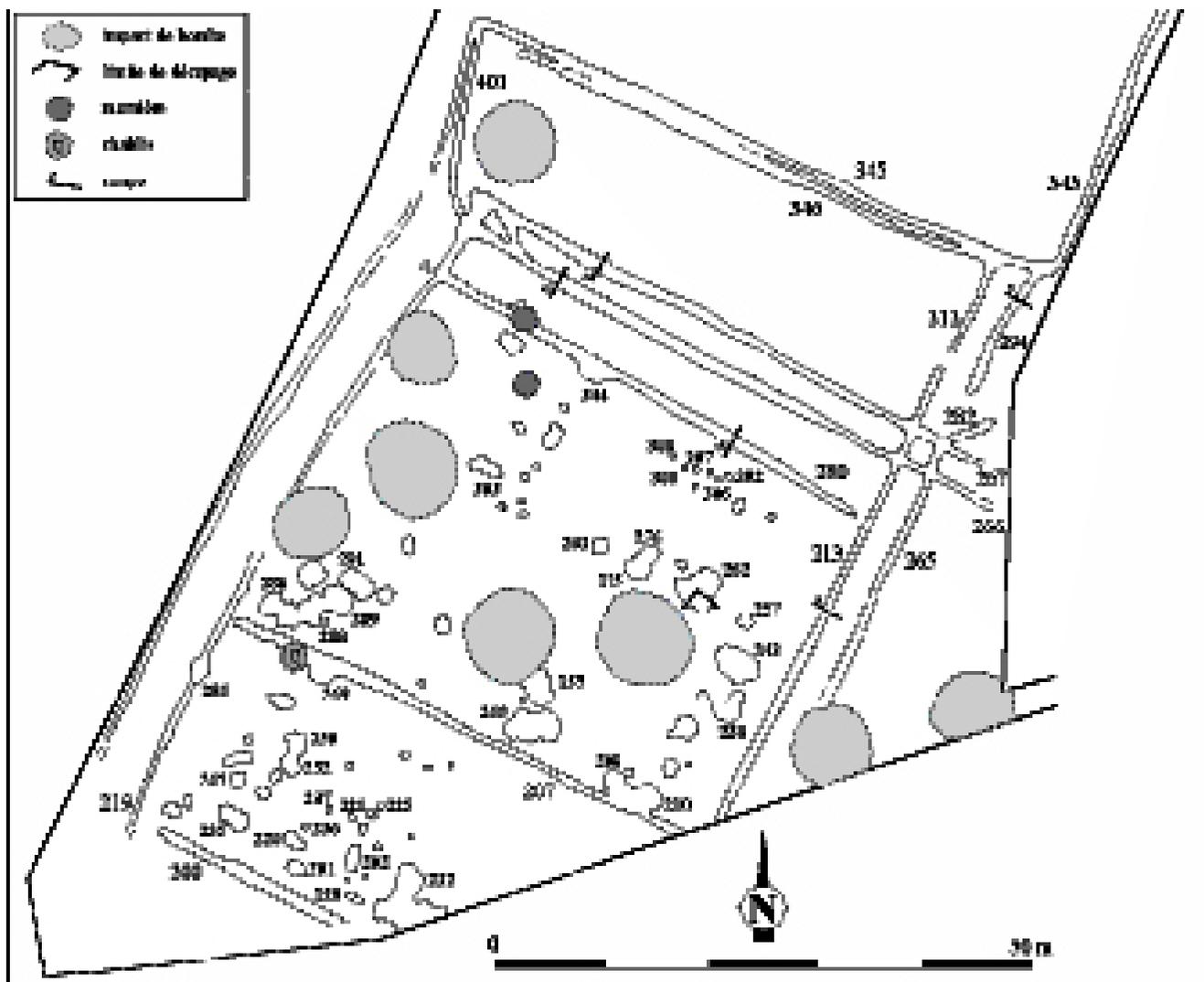


Figure 3 : Etainpuis « la Briqueterie » : Plan détaillé des parcelles 1 et 2.
 Figure 3: Detailed plan of areas 1 and 2.

seuls quelques exemples seront présentés de façon exhaustive car utiles à la compréhension du fonctionnement du site.

Aménagée dans l'angle ouest de la parcelle 2, la fosse multilobée 286/288 se présente sous la forme d'un double huit, d'une longueur de 6,50 m sur 3 m de largeur (fig. 6). Elle est accompagnée de deux fosses de forme rectangulaire, st. 290 et 291. À la fouille se distinguait une succession de petites dépressions peu profondes (0,50 m maximum), taillées dans un limon à cailloutis. Le remplissage est composé majoritairement de limon ocre brun et de limon gris charbonneux. Toutefois, deux secteurs se différencient par le type de restes. Ainsi, le fond de la dépression 287 est tapissé de rognons de silex et de grès (chauffés ou non), de plaques de terre rubéfiée et de veines charbonneuses, tandis que la paroi de la fosse 291 est couverte de gros fragments de scories, d'un

pois total de 6,5 kg; leur partie vitrifiée s'oriente vers le bas, leur partie rubéfiée vers le haut. Ce complexe de dépressions peut correspondre au cendrier d'un foyer de forge.

Également installée dans la parcelle n° 2 mais bien plus à l'est, la grande fosse 262 attire l'attention par son comblement et le matériel qu'il renferme (fig. 7). Elle présente un contour irrégulier et dépasse 4 m de diamètre pour une profondeur de 1,10 m. Légèrement perturbé par une explosion de bombe, son creusement prend la forme d'une cuvette. Entre les niveaux limoneux s'insèrent des lentilles argileuses ou encore pourvues de paquets de terre rubéfiée. Une épaisse couche (0,20 m) comportant des scories, de la céramique et du charbon de bois est scellée par un niveau de limon gris toujours chargé de charbon de bois et de terre rubéfiée. Les couches claires et limoneuses correspondent davantage à l'al-

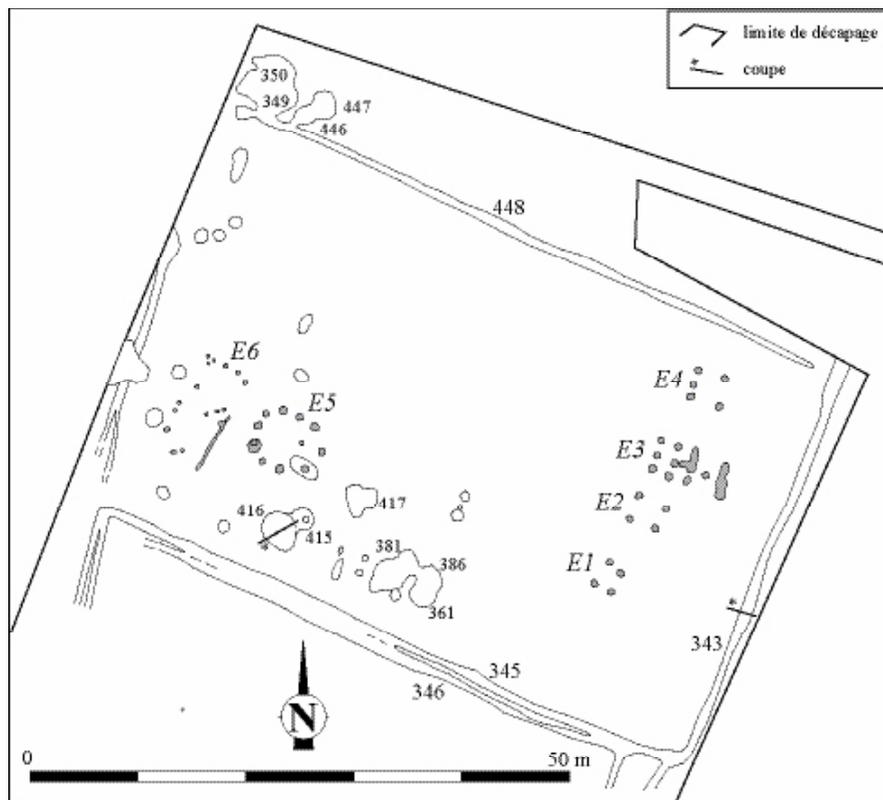


Figure 4 : Etampuis « la Briqueterie » : Plan détaillé de la parcelle 4.
 Figure 4: Detailed plan of area 4.

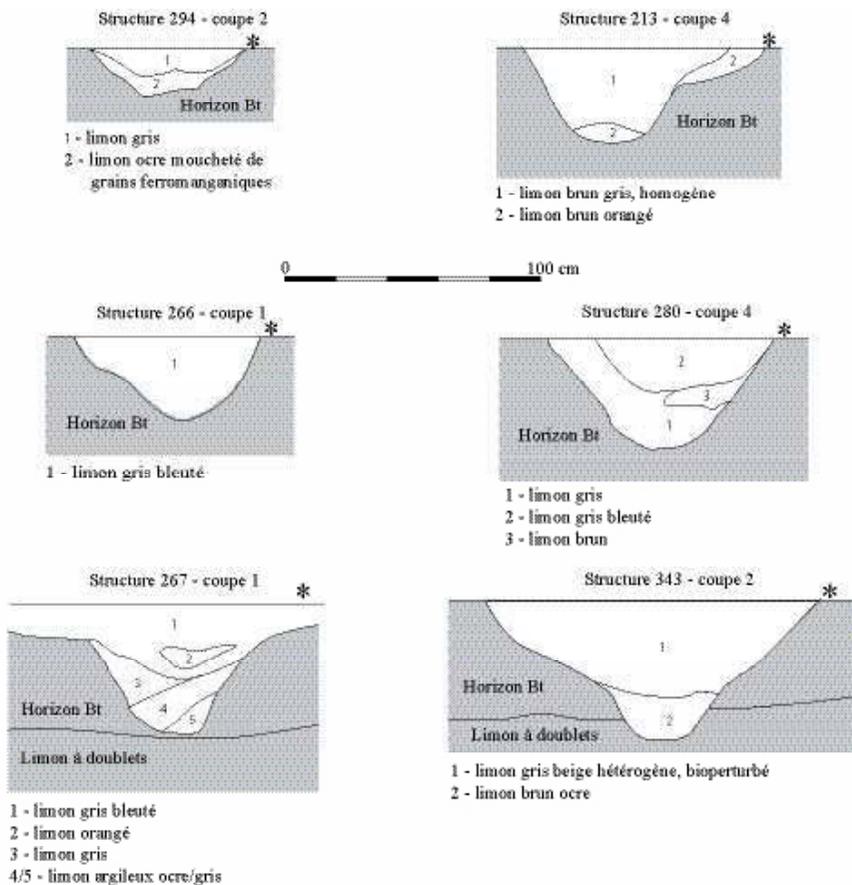


Figure 5 : Etampuis « la Briqueterie » : Coupes représentatives des fossés d'enclos (relevés effectués à partir du niveau de décapage, soit vers 0,40 m sous le sol naturel actuel).
 Figure 5: Representative sections of enclosure ditches (drawn from the scraped level, nearly 0.4 m under present soil surface).

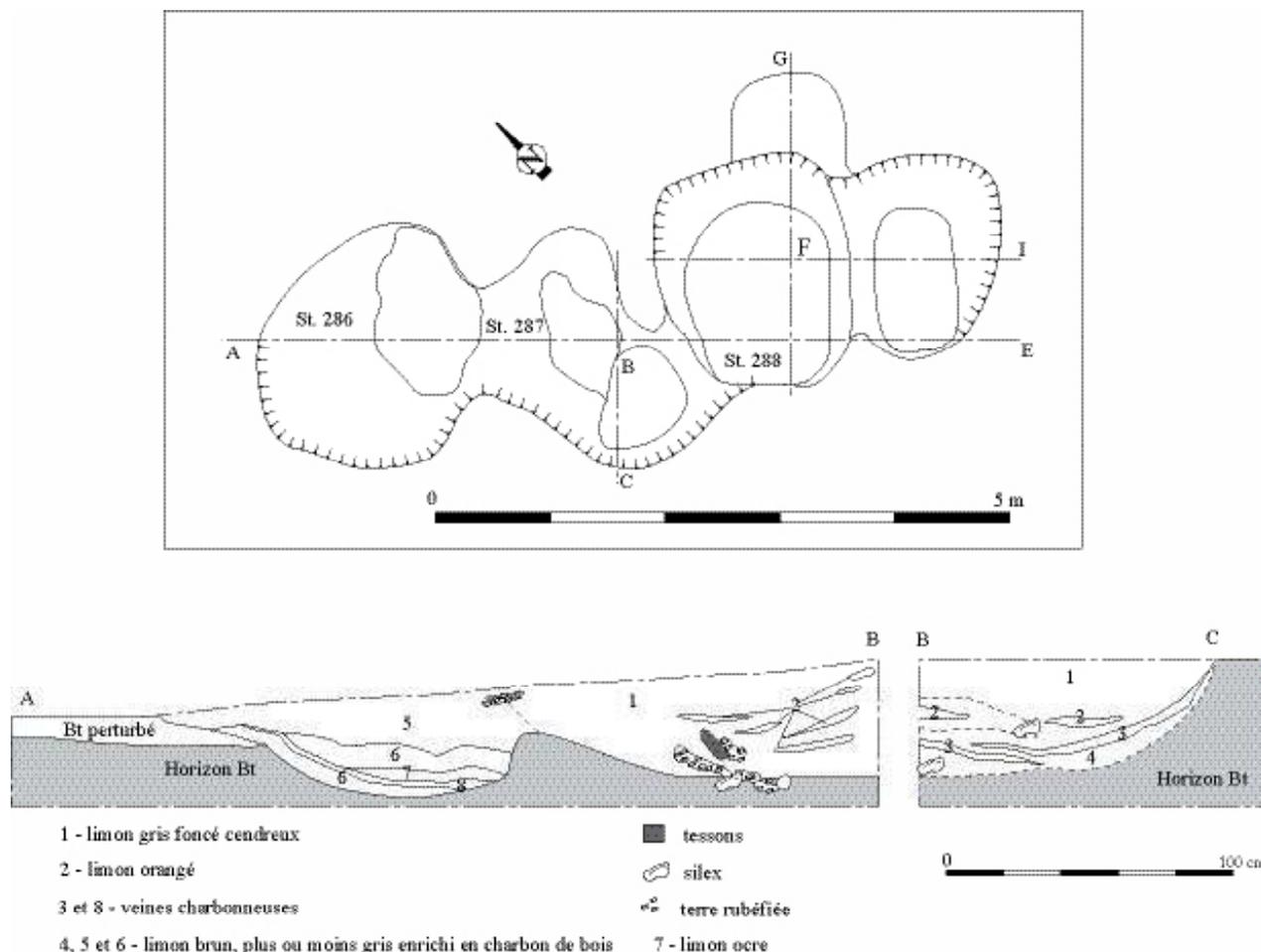


Figure 6 : Etainpuis « la Briqueterie » : plan et coupe de la fosse 286/288. Il s'agit d'une succession de plusieurs dépressions dont le remplissage cendreux et charbonneux, ainsi que le matériel (silex et grès chauffé, terre rubéfiée) suggèrent une utilisation comme foyer.

Figure 6: Section of Pit 286/288: succession of several depressions, the filling of which (ashy and charred, with burnt pieces of flint and sandstone and reddened earth) suggest their use as fireplace.

tération et à l'effritement des parois, tandis que les niveaux sombres indiquent des rejets, plus particulièrement ceux provenant d'une activité de forge. Le tamisage de la moitié du contenu de la couche détritique a livré effectivement une quantité considérable de battitures et de micro-billes, ainsi que 48 clous. La fouille entière de la structure a fourni 41 kg de déchets relatifs à une activité sidérurgique.

Dans la parcelle n° 4, il convient de présenter la fosse 416, représentative de la majorité des fosses attestées dans ce secteur. Elle est de plan circulaire, son diamètre et sa profondeur étant respectivement de 2,50 et 0,95 m (fig. 8). Le fond, sinueux, résulte probablement d'un recreusement. Le comblement se compose de plusieurs niveaux constitués de limon provenant du substrat remanié et d'un niveau supérieur de limon hétérogène gris-brun moucheté de points de charbon de bois et de petits nodules de terre rubéfiée.

Dans les trois parcelles concernées se côtoient des fosses simples, circulaires ou quadrangulaires et de taille moyenne, ainsi que de vastes fosses multilobées, pouvant atteindre une profondeur de 1,20 m. En dépit d'observations minutieuses sur leurs comblements, très peu d'éléments nous renseignent sur leur fonction première. Certains profils cylindriques évoquent une utilisation comme silo, tandis que les nombreuses dépressions en cuvette suggèrent un prélèvement de matière première. Si la nature de chaque structure ne peut pas être caractérisée individuellement, il convient de se pencher, au-delà des différences morphométriques de ces fosses, sur les artefacts qu'elles recèlent. Hormis la présence récurrente de charbon de bois et de terre rubéfiée, commune à presque tous les comblements, le mobilier archéologique, qu'il s'agisse de déchets en relation avec une activité métallurgique (scories, battitures, culots, plaques foyères, broyeurs,

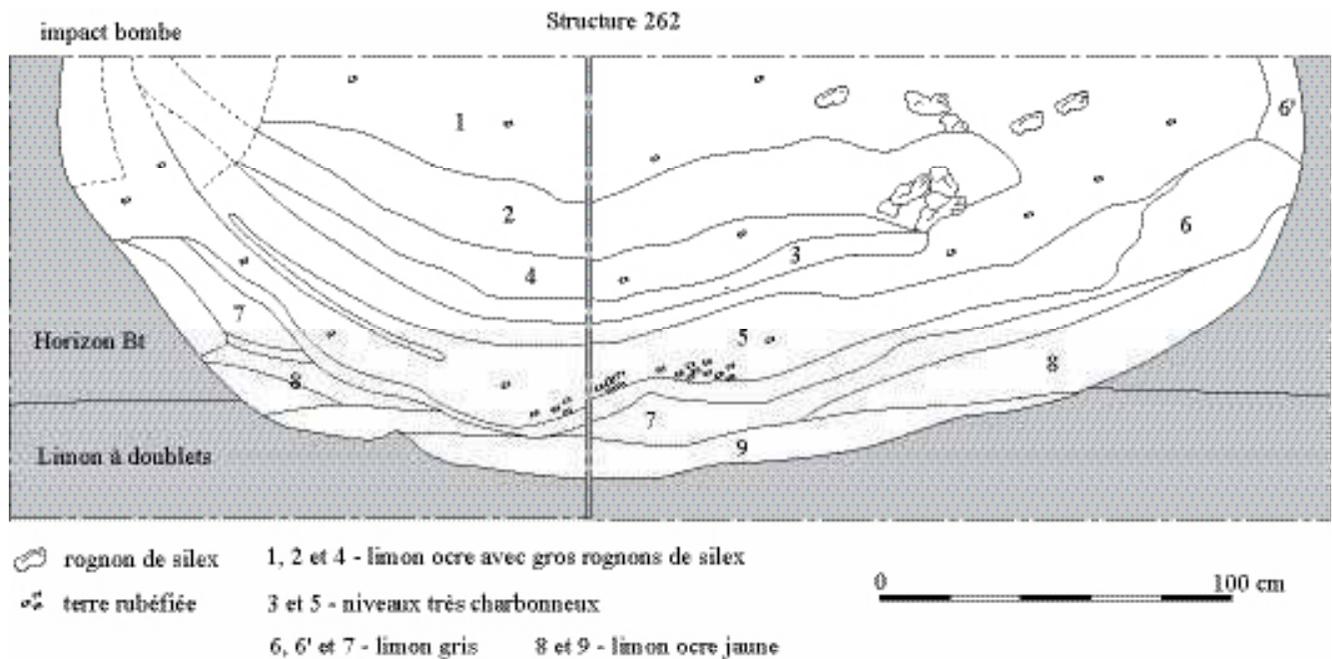


Figure 7 : Etampuis « la Briqueterie » : Coupe de la fosse 262. Au regard des débris (battitures, microbilles, scories...) de la couche 5, celle-ci correspond au rejet d'un nettoyage d'une aire de travail d'une forge.

Figure 7: Section of Pit 262: refuse of Layer 5 (slags, spalls, clinker) corresponding to the cleaning of a smithy working area.

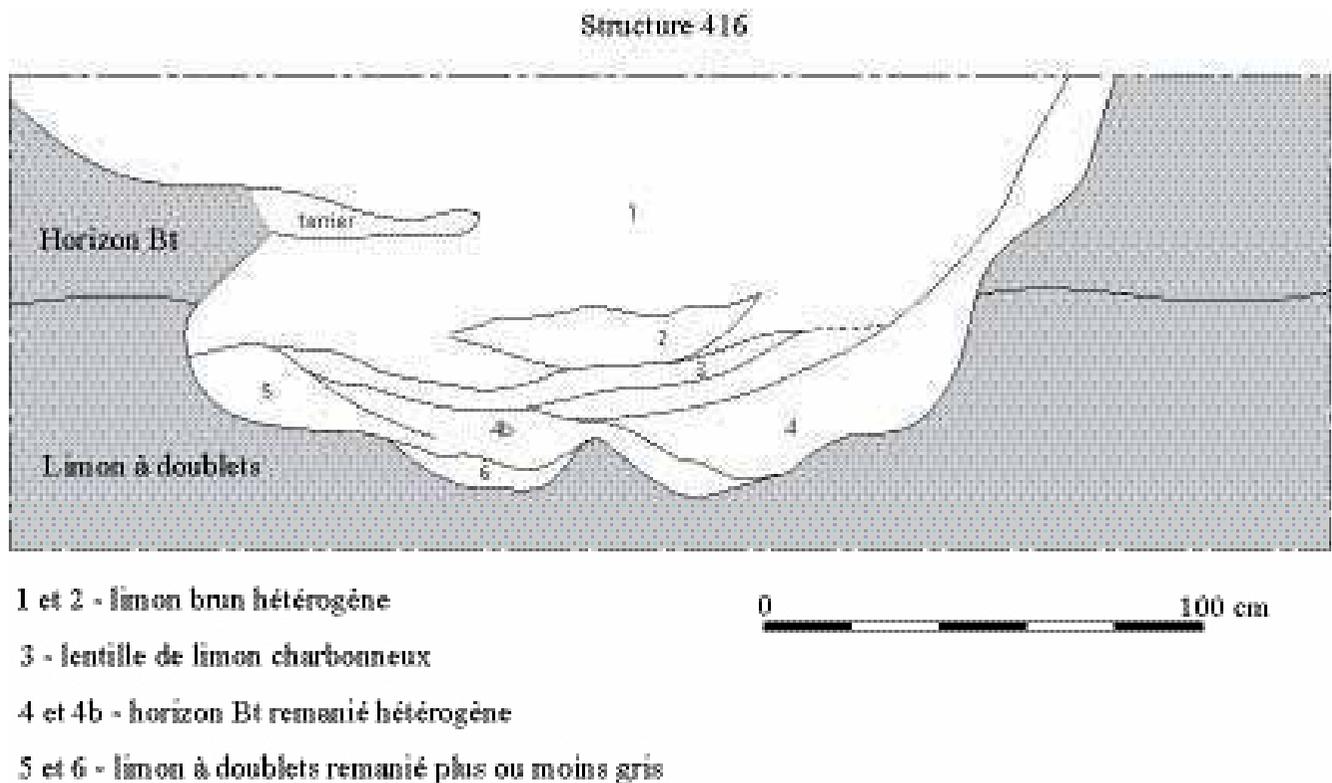


Figure 8 : Etampuis « la Briqueterie » : Coupe de la fosse 416.

Figure 8: Section of Pit 416.

clous) ou de poterie, provient – à de rares exceptions près – uniquement des structures situées dans les parcelles 1 et 2. Mais, avant de tirer conclusion de ce constat, il est nécessaire de présenter les divers types de bâtiments attestés sur le site, ainsi que les études du mobilier afférent.

Les bâtiments

Les parcelles 1 et 2 recèlent chacune un bâtiment dont le plan est peu précis. Les trous de poteaux du premier, érigé en bordure du fossé 200, dessinent un plan irrégulier d'une cinquantaine de mètres carrés. Le second est composé d'une rangée de six trous de poteaux installés le long du fossé 280 à une distance de 3 m environ. En revanche, aucune empreinte de poteau n'a été observée dans le fossé (fig. 3).

La parcelle n° 4 renferme six bâtiments sur poteaux plantés, associés dans deux cas à des sablières basses (fig. 4), une première série de quatre édifices se situant le long du fossé est.

– Les bâtiments 1 et 2, de type grenier, présentent un plan à quatre poteaux et occupent une superficie³ de 11 et 21 m² respectivement. Ils sont de conservation médiocre, la profondeur moyenne de ce qui semble être la fosse de creusement des poteaux est de l'ordre de 0,24 m. Des rognons de silex sont signalés à trois reprises dans les trous de poteaux du bâtiment 1.

– La lecture au sol du bâtiment 3 révèle des trous de poteaux et des portions de sablières. Lors de la fouille, il s'est avéré que ces dernières masquaient des poteaux. Ainsi, il a été possible de restituer un plan à deux nefs sur onze poteaux couvrant une superficie de 60 m². Les côtés courts sont formés de trois poteaux, les côtés longs de quatre et la rangée centrale de cinq. La profondeur conservée est en moyenne de 0,27 m⁴. L'espace restreint réservé entre les poteaux suggère qu'il s'agissait d'une plate-forme supportant une structure en élévation et dont l'accès se faisait probablement à proximité du poteau central isolé.

– L'alignement se termine par un quatrième bâtiment sur cinq poteaux, occupant une superficie de 23 m², le cinquième poteau étant placé au centre du côté nord-ouest.

Dans l'angle ouest de cette même parcelle se situent deux autres bâtiments, l'un de plan circulaire, l'autre rectangulaire.

– Le bâtiment 5 est composé de onze trous de poteaux dont dix décrivent un cercle de 5,50 m de diamètre, le onzième étant légèrement en retrait du côté est. Il a été possible de déceler dans trois cas un négatif de poteau dans

la fosse de creusement, suggérant des madriers de près de 0,40 m de diamètre. Cinq trous ont livré des blocs de silex destinés certainement au calage des poteaux. Les remplissages sont composés de limon brun gris ci et là moucheté de charbon de bois et de rares nodules de terre cuite. Notons que lors du décapage, une concentration de terre rubéfiée, localisée à la base de la terre végétale, a pu être observée à l'intérieur du bâtiment.

Il est à noter que ce plan circulaire est tout à fait exceptionnel dans un tel contexte chronologique, lui-même confirmé par la cohérence de l'organisation spatiale et par la présence de quelques tessons gallo-romains issus des trous de poteaux. Huit des trous dessinent un arc de cercle, précédés sur le côté sud-est par deux autres légèrement décalés (de 0,70 m) vers l'extérieur, suggérant la présence d'un porche large de 2 m. Il n'est pas impossible (mais au regard d'exemples de l'âge du Bronze), de pouvoir y ajouter une paroi légère excentrée. Il demeure difficile d'interpréter le poteau placé en retrait mais désaxé par rapport à l'entrée.

Des comparaisons dans une fourchette chronologique relativement proche nous conduisent dans l'Armorique du I^{er} siècle avant notre ère : il s'agit du bâtiment de Polvern à Hennebont et de celui du Braden I à Quimper (Menez *et al.*, 1990) ; ils ont en commun les dimensions, la géométrie imparfaite et l'absence de poteau central. Dans l'Eure, le site de Poses « Sur la Mare » a également livré des constructions circulaires datées des dernières décennies avant notre ère (Dechezlepretre *et al.*, 1997, p. 50-51 et 2000, p. 334-335). Inhabituel pour la période gallo-romaine, ce type de construction circulaire s'inscrit cependant dans une tradition de contact avec les Îles Britanniques, particularité majeure du faciès culturel atlantique.

– Le bâtiment 6, de plan rectangulaire et orienté selon un axe nord-nord-est/sud-sud-ouest, combine des poteaux plantés et une sablière basse. Il mesure 4 x 8,50 m et occupe ainsi une superficie de 34 m². Les fosses de creusement et les négatifs de poteaux sont conservés sur 0,20 m de profondeur en moyenne. Selon les empreintes des poteaux, leur diamètre atteint 0,20 m. Quant à la sablière basse, elle concerne uniquement la moitié de la paroi sud-est ; longue de 5,50 m et large de 0,40 m, cette rigole n'est conservée sur 0,05 m de profondeur. Dans l'extrémité nord-est de la sablière, et donc à mi-distance de la longueur totale du bâtiment, se situe un trou de poteau, implanté à proximité d'un autre. Il peut s'agir d'une séparation interne du bâtiment.

Quelques recoupements mineurs

Très peu d'éléments stratigraphiques viennent à l'appui d'un éventuel phasage dans l'aménagement de cette occupation. En effet, seul le tronçon du fossé 313, s'arrêtant avant

3. Les mesures ont été prises en limite externe des trous de poteaux et les cotes de profondeur sont données par rapport au décapage mécanique initial.

4. La profondeur minimale observée étant de 0,10 m et maximale de 0,45 m.

le fossé 343, suggère que la parcelle 4 existait peut-être en préalable à l'aménagement de la parcelle 3. La lecture en plan du croisement des fossés 213/265 et 266/267 indique le recoupement de ceux-ci par ceux-là mais ce constat n'a pas pu être confirmé lors de la fouille, les fossés étant conservés sur une trop faible profondeur. En revanche, des recoupements avérés de fossés par des fosses dans les parcelles 1 et 2 attestent l'antériorité des structures linéaires par rapport aux secondes. La faible importance des recoupements ou des reprises de l'ensemble fossoyé peut s'expliquer par la courte durée de l'occupation ; en effet, selon les datations fournies par la céramique (cf. ci-après), l'occupation concerne la seconde moitié du I^{er} et la première moitié du II^e siècle.

4. L'ÉTUDE DU MOBILIER CÉRAMIQUE (Y.-M. Adrian)

La fouille a livré en tout 2760 tessons, essentiellement gallo-romains⁵, seuls six fragments résiduels étant laténiens. Ce matériel est fortement fragmenté, signe de plusieurs manipulations avant son enfouissement (rejets de type secondaire). En outre, il est dispersé dans de nombreuses structures (fosses et fossés principalement). La moyenne de tessons par structure est seulement d'une quarantaine mais les ensembles les plus importants atteignent cependant 406 tessons dans la fosse 262, 380 dans le fossé 280 et 246 dans le fossé 240. Dans ces conditions, ce matériel n'offre guère de perspectives pour une étude détaillée, alors que la chronologie mise en évidence s'avère pourtant d'une remarquable homogénéité ; en effet, celle-ci est comprise entre le milieu du I^{er} siècle et le milieu du II^e au plus tard. Aucun des marqueurs caractéristiques de la première moitié du I^{er} siècle, de la deuxième moitié du II^e ou du III^e siècle n'est présent, ce qui permet d'être relativement affirmatif quant à l'idée d'une occupation limitée à une centaine d'années. Cette appréciation repose sur la composition de la vaisselle en présence, que ce soit bien évidemment la sigillée ou quelques autres productions importées (parois fines engobées, *terra nigra*...), ou encore certaines formes et productions locales plus ou moins identifiées et caractérisées aujourd'hui. Ce matériel céramique possède en effet une composition assez classique pour une occupation ordinaire ; il est cependant varié dans ses formes et productions, et donc dans ses provenances, associant les différentes catégories habituelles de cette période (sigillées et parois fines, céramiques communes, amphores).

L'aperçu proposé se veut représentatif de la chronologie et des assemblages en présence. Ainsi, les éléments les plus anciens, attribuables à la deuxième moitié du I^{er} siècle, sont peu nombreux et surtout très restreints, ce qui ne permet

de présenter que quelques témoins (fig. 9). Parmi ces derniers, on reconnaît un bol moulé Drag. 29b en provenance des ateliers de La Graufesenque, ainsi qu'une petite assiette en *terra nigra* à fond bombé estampillé, peut-être d'origine champenoise.

Les ensembles récents de l'occupation sont plus nombreux et plus importants (fig. 10 et 11). Deux d'entre eux (st. 240 et 280) révèlent des associations intéressantes de formes et de productions. Outre un mélange de sigillées du sud ou du centre de la Gaule durant les premières décennies du II^e siècle, auxquelles s'ajoutent quelques parois fines de l'Est (fig. 10), de nombreuses productions communes participent à l'approvisionnement du site. Parmi elles se reconnaît l'important atelier implanté en forêt de Lyons, à une quarantaine de kilomètres de là (Adrian, 2004). Ce dernier est représenté par ce qui peut être considéré comme les premières séries de son vaste répertoire de poteries à pâtes sombres (cf. les n° 240-7 et -8, fig. 10 et 280-3, fig. 11). Beaucoup plus faiblement, se distingue la production d'un autre atelier important, situé en forêt de Monfort-sur-Risle, au bord de la vallée de la Risle (Adrian, 2001). Localisé au sud-ouest de la Seine, ce dernier est visiblement peu représenté (n° 240-6, fig. 10) par rapport à d'autres fournisseurs plus proches et mieux reconnus aujourd'hui. En effet, la plupart des autres productions en présence correspondent à des productions implantées sur le plateau de Caux. On reconnaît ainsi les pâtes fines gris sombre peu cuites du « groupe 2 » tel que nous l'avions défini sur le site de Gonnevill-sur-Scie (Adrian, 1996 ; cf. n° 240-5, fig. 10 et 280-2, fig. 11), ainsi que les pâtes très sableuses rougeâtres à brunes du « groupe 1 » dont la diffusion se concentre dans une partie du Pays de Caux (n° 280-4, fig. 11). D'autres pâtes fines ou au contraire sableuses, mais non référencées avec précision (cf. les mentions « f. indé. », « fsa indé. », « sa indé. » ou « tsa indé. » sur les figures), participent à ce qui apparaît comme une grande diversité des productions locales. Leur présence semble néanmoins très limitée, suggérant, pour la plupart, de petites et éphémères fabrications qui restent difficiles à cerner.

L'importance et la diversité de la production locale n'excluent pourtant pas la possibilité de provenances plus éloignées. Ainsi, de probables produits du Noyonnais se remarquent à plusieurs reprises ; ceux-ci concernent exclusivement des céramiques très particulières à pâtes claires tendres et cassantes, de couleur jaunâtre (n° 240-11, fig. 10). En outre, de probables produits de l'est de la Normandie ou du Beauvaisis sont également présents. Il s'agit de pâtes granuleuses, probablement d'origines multiples, pour qui l'affiliation avec la « Pâte Blanche à Quartz » du Pays de Bray (Dubois et Mille, 1994) est parfois possible (n° 240-4, fig. 10 et 280-7, fig. 11). Leur part est ici très modeste en comparaison des quantités

5. S'y ajoutent trois fragments informes de verrerie.

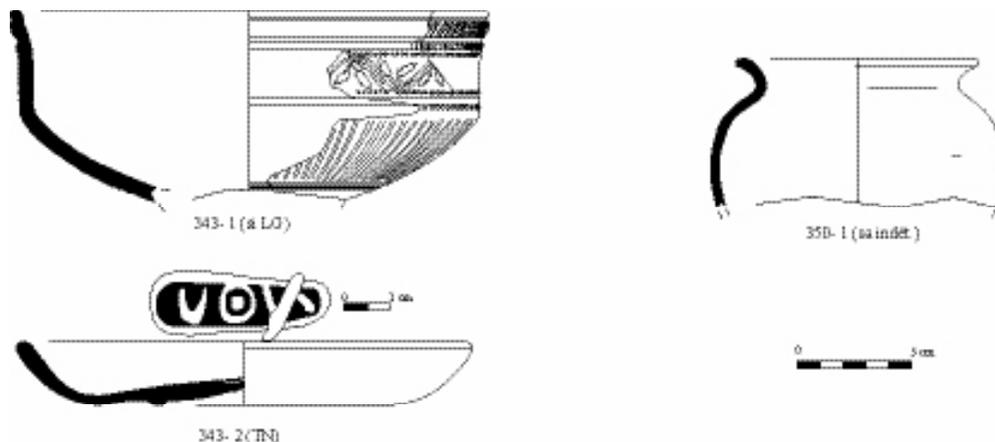


Figure 9 : Etaimpuis « la Briqueterie » : Éléments céramiques représentatifs de la seconde moitié du 1^{er} siècle.

Figure 9: Characteristic ceramics of 2nd half of 1st century AD.

importantes observées à une vingtaine de kilomètres plus à l'est, à Mauquenchy : 40 à 60 %, si ce n'est parfois 80 % de la céramique commune sombre (Guillier *et al.*, 2006).

Enfin, l'approvisionnement du site est aussi marqué par la présence de quelques amphores. Celles-ci associent des importations lointaines et des produits régionaux : il y a au moins quatre Dressel 20⁶ (dont le n° 280-12, fig. 11), une amphore à saumures Dressel 7/11 (non figurée.) et deux amphores régionales à lèvre « en poulie » d'origine(s) précise(s) indéterminée(s) (dont le n° 240-12, fig. 10). Ces dernières ne se distinguent des cruches classiques que par leur taille imposante et par la présence de deux anses. Comme évoqué récemment (Guillier *et al.*, 2006, p. 41), ce modèle, rencontré très régulièrement sur les sites du plateau cauchois, pourrait bien être le substitut de l'amphore Gauloise 12, totalement absente de ce territoire.

5. L'ACTIVITÉ MÉTALLURGIQUE (C. COLLIU)

Cette étude s'inscrit dans la prolongation des recherches sur la métallurgie ancienne dans le département de la Seine-Maritime initiées par D. Arribet en 1986. Ses travaux universitaires ont montré l'importance de la métallurgie dans le pays de Bray avant le xv^e siècle et motivé un second travail universitaire⁷ traitant des aspects archéologiques et archéométriques de la métallurgie par réduction directe, du premier âge du Fer jusqu'à la fin du Moyen Âge.

6. L'une d'elles est attestée par une anse sciée, traduisant le réemploi, extrêmement fréquent, de cette amphore.

7. Recherches menées par Christophe Colliou à l'université de Rouen (thèse de Doctorat en cours).

Le matériel recueilli

L'examen de ce matériel avait comme objectif l'identification des différentes étapes de la chaîne opératoire du fer éventuellement présentes sur le site. Les interprétations et propositions qui suivent ne sont que les résultats de l'étude réalisée *a posteriori* sur le matériel prélevé et gardé au dépôt de fouilles. Celui-ci a été soumis à une étude macroscopique, le temps et les moyens ne permettant pas une recherche analytique au laboratoire⁸.

Les culots de forge

L'étude porte sur 46 culots de forge (tabl. 1). La masse de ces artefacts varie de 12 à 1220 g et leur dimension principale de 30 à 172 mm. Le matériel issu de sept structures a été examiné. Cependant, seulement trois d'entre elles présentaient un nombre de pièces suffisant pour permettre une étude approfondie (st. 262, 280 et 291). Sur les 46 culots, 21 seulement ont été soumis au protocole (notamment huit pièces de la st. 262 et neuf de la st. 291).

Quatre différents types de culots ont été identifiés.

– *Type I* : Scorie argilo-sableuse. Les formes sont irrégulières, l'extérieur présente un aspect rouillé. On peut constater l'aspect vacuolaire du culot. Le matériau est léger, composé pour l'essentiel de matériaux argilo-sableux fondus (fig. 12-1).

– *Type II* : Culot stratifié, constitué de deux parties, l'une argilo-sableuse, l'autre fayalitique⁹, les matériaux argilo-

8. Protocole appliqué sur les culots d'Etaimpuis : description de la morphologie externe et métrologie, pesée, prise de vue photographique, tronçonnage sous lubrifiant et photographie du ou des plans de coupe. Ces clichés faciliteront l'observation macroscopique de l'échantillon (hétérogénéité, porosité, répartition des différents composants...). Le polissage mécanique sous lubrifiant forme la dernière étape ; il a été réalisé à l'aide de papier abrasif au carbure de silicium (grade 80 à 600, le travail n'ayant pas été poussé plus loin par manque de temps).

9. La fayalite est un silicate de fer caractéristique des scories de la métallurgie ancienne (Fe_2SiO_4).

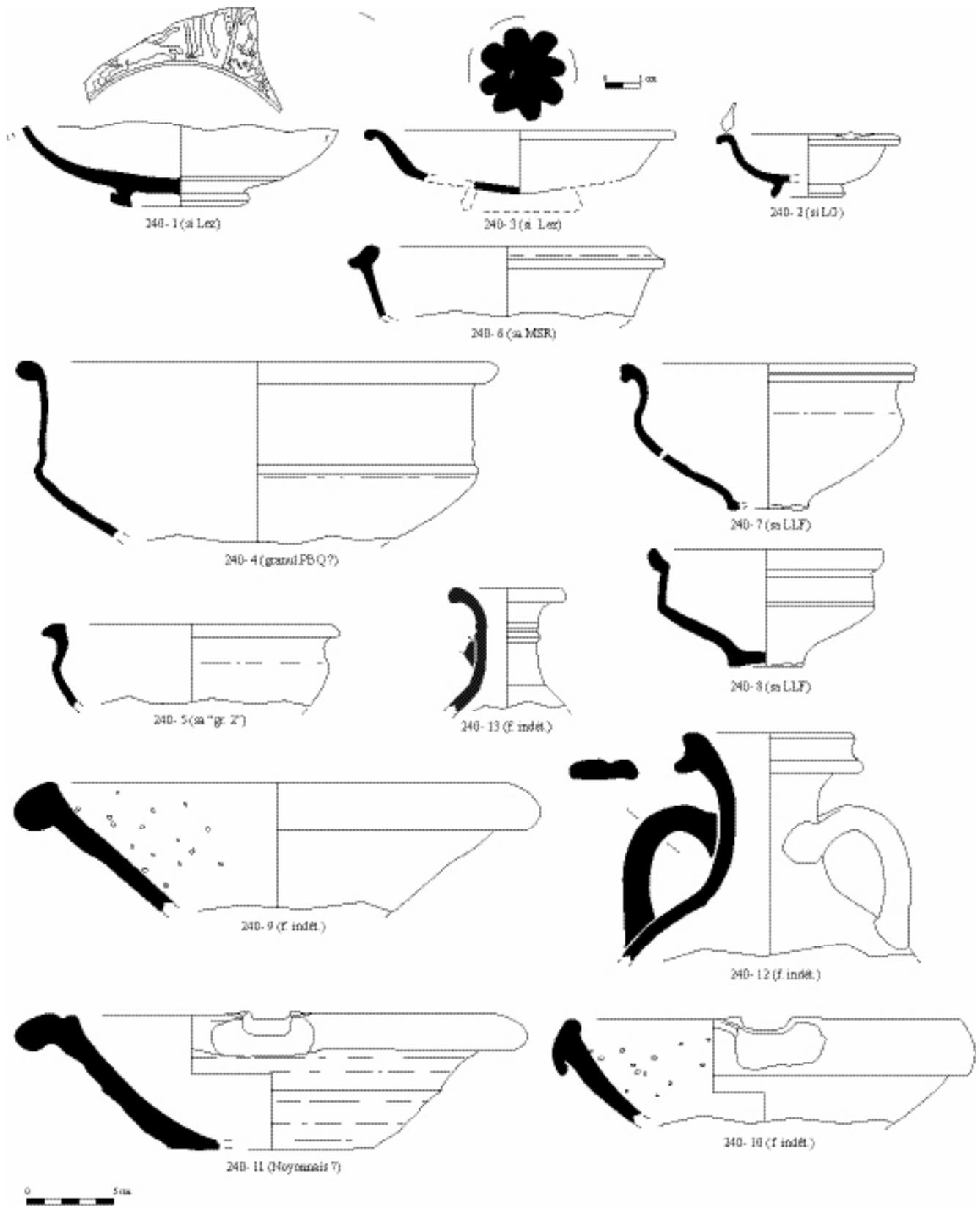


Figure 10 : Etampuis « la Briqueterie » : Éléments céramiques représentatifs des premières décennies du II^e siècle.
 Figure 10: Characteristic ceramics of early 2nd century AD.

N° culot	n° de Structure	longueur	largeur	épaisseur	pois
C-208	208	172	136	74	1260
C-235	235	109	92	70	393
C-261	261	102	80	56	472
C-262/01	262	105	102	87	1220
C-262/02	262	125	65	51	320
C-262/03	262	88	59	34	174
C-262/04	262	91	92	60	346
C-262/05	262	92	70	78	384
C-262/06	262	70	50	39	90
C-262/07	262	100	78	41	252
C-262/08	262	123	90	47	486
C-262/09	262	72	55	26	90
C-262/10	262	76	73	45	285
C-262/11	262	90	70	45	150
C-262/12	262	105	60	58	268
C-268	268	121	91	71	680
C-280/01	280	30	24	17	12
C-280/02	280	53	28	20	49
C-280/03	280	39	36	15	23
C-280/04	280	66	50	34	100
C-280/05	280	86	83	56	302
C-280/06	280	107	77	55	408
C-280/07	280	62	46	38	88
C-280/08	280	57	41	24	65
C-280/09	280	51	40	30	55
C-280/10	280	59	45	30	58
C-280/11	280	50	33	28	45
C-280/12	280	112	66	48	277
C-280/13	280	128	107	57	447
C-280/14	280	53	36	37	55
C-280/15	280	84	66	41	166
C-280/16	280	80	59	33	147
C-291/01	291	45	36	21	39
C-291/02	291	40	30	20	25
C-291/03	291	46	32	25	15
C-291/04	291	74	60	47	205
C-291/05	291	48	34	34	35
C-291/06	291	42	38	19	24
C-291/07	291	55	34	28	134
C-291/08	291	62	40	28	55
C-291/09	291	96	55	45	155
C-291/10	291	40	38	20	14
C-291/11	291	47	40	22	18
C-291/12	291	52	26	34	35
C-291/13	291	45	23	30	25
C-291/14	291	40	25	22	16

Tableau 1 : Données relevées sur les culots d'Etampuis.
Table 1: Data from Etampuis slags.

sableux se trouvant toujours au-dessus de la zone fayalitique (le terme sert ici à désigner les scories grises denses cristallines; cela ne signifie absolument pas que la fayalite soit le seul constituant de la phase désignée). On n'observe pas de limite franche entre les deux zones. Les formes sont irrégulières, l'extérieur présente un aspect rouillé (fig. 12-2).

– *Type III* : Scorie vitreuse dense. Culot gris (recouvert d'une couche de sédiment brun), dense, fayalitique. La densité est élevée. Le culot n'a pas l'aspect rouillé (fig. 12-3).

– *Type IV* : Scorie fayalitique comportant une importante population de cailloux. La partie inférieure adopte une forme de calotte (fig. 12-4).

Pour les culots issus des structures 262 et 291, le tableau 2 montre une correspondance pour le type I, mais des différences notables pour les types III et IV (aucune pièce du type IV n'apparaît en St. 262, ni aucune du type III en St. 291). Même si le matériel attesté dans ces structures y est en position secondaire et que ces fosses servaient de cendrier, les forges dont elles conservaient les résidus devaient avoir des fonctions différentes.

Les représentations graphiques tirées de la métrologie des culots confirment ce premier résultat. Le graphique exprimant le rapport de la longueur sur la masse (fig. 13) montre une sectorisation assez prononcée pour les culots des structures 262 et 291, alors que ceux de St. 280 couvrent toute la palette des résultats. Notons sur la figure 13 un culot excentré, le C 262-01, qui est très dense sans que l'on soit en mesure d'expliquer sa nature. Sur la représentation en 3D qui reprend les valeurs de largeur, longueur et épaisseur des culots (fig. 14), la sectorisation est encore plus marquée : les pièces de St. 291 sont très rassemblées (à l'exception de deux) alors que celles de St. 262 sont bien plus dispersées.

Si la forme, la taille ou la composition des culots peuvent être variables, des travaux sidérurgiques de même nature, menés dans des conditions similaires, doivent générer des déchets comparables alors que des travaux différents doivent donner des déchets différents. Ainsi, la forge liée à St. 262 devait être employée pour des travaux variés sur du matériel métallique assez volumineux (la taille moyenne des culots avoisine 9,5 cm). Par contre, la forge liée à St. 291 devait

type de culot	I	II	III	IV
N° de culot	C262-06; C262-07, C291-02, C291-03, C291-05, C291-06, C291-08.	C235, C291-07	C208, C262-01, C262-04, C262-08.	C291-01, C291-04, C291-09.

Tableau 2 : Récapitulatif du classement des culots tronçonnés étudiés par types.

Table 2: Typology of sectionned slags.

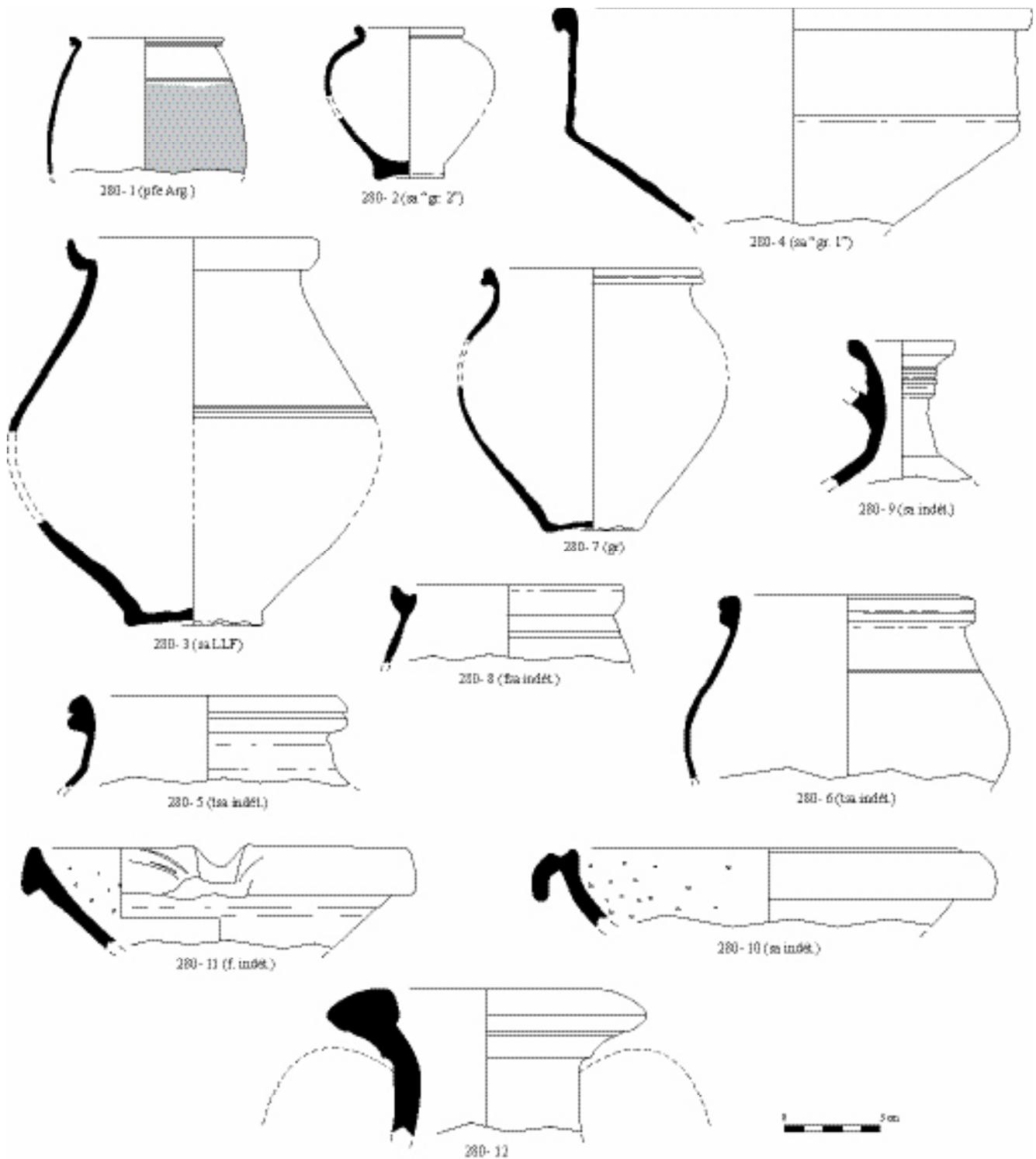


Figure 11 : Etampuis « la Briqueterie » : Éléments céramiques représentatifs des premières décennies du II^e siècle (suite).
 Figure 11: Characteristic ceramics of early 2nd century AD (continued).

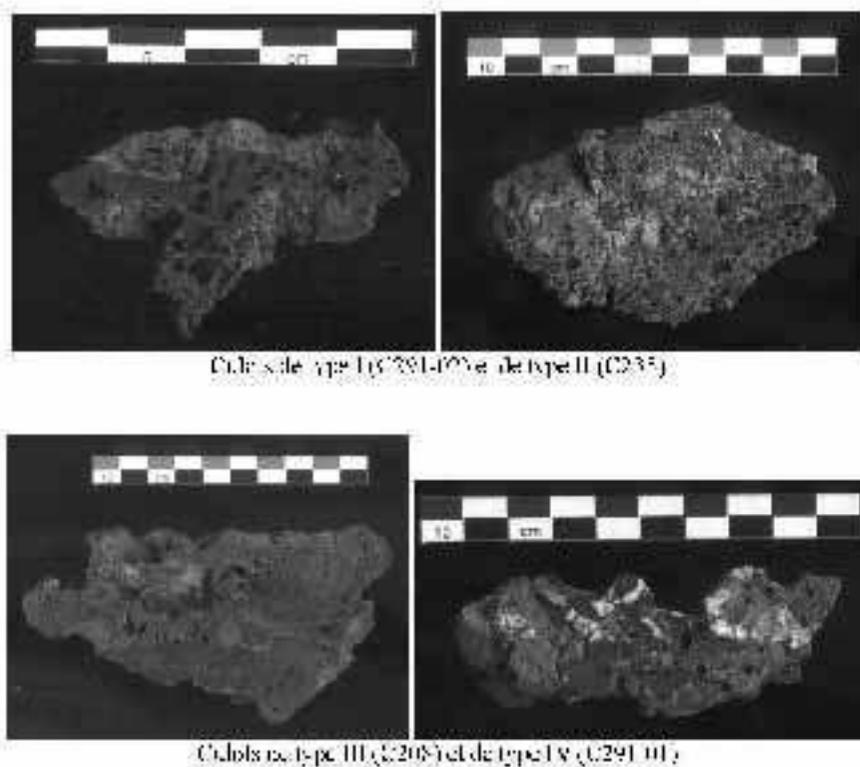
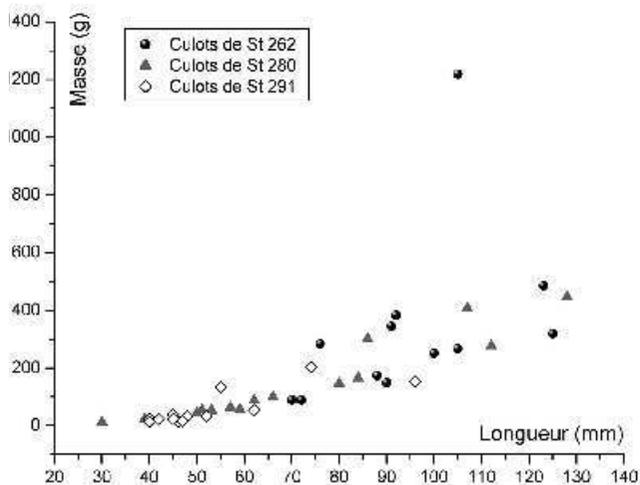


Figure 12 : Etainpuis « la Briqueterie » : Les différents types de culots identifiés sur le site : Type I (C291-02), Type II (C235), Type III (C208) et Type IV (C291-01).
 Figure 12: The different types of iron slags identified on the site.



être utilisée pour la réalisation d'objets de plus petite taille (la taille moyenne des culots descend autour de 5 cm). On peut même parler d'une petite série en observant leur rassemblement sur la fig. 14.

Un élément de ventilation de forge

Parmi le matériel prélevé dans la structure 291 figure un fragment scoriacé de paroi de foyer. Cette pièce est interprétable comme un bloc-tuyère. Elle a été réalisée en argile sans ajout de sable visible et des traces de fibres courtes disposées aléatoirement laissent envisager la possibilité d'un mélange à l'argile de matériaux organiques tel que du crottin de cheval. Dans l'état des recherches sur le sujet (Orengo, 2003, p. 47), ce bloc devait être parallélépipédique et percé de part en part. La partie retrouvée correspond à la face au feu, avec la sortie de l'air ; à l'autre extrémité du conduit était fixé le soufflet. Ce type de matériel fait partie des « consommables » pour le travail de forge : quand la paroi au feu était trop dégradée, le forgeron remplaçait la pièce. Le fait qu'un seul fragment de tuyère ait été retrouvé ne signifie rien sur le volume de travail fourni. Ce bloc-tuyère a été utilisé cru ; la partie arrière s'est délitée et la partie au feu s'est conservée grâce à la fusion du matériau, cependant cette scorification est superficielle et s'avère donc très fragile. Souvent, seul le trou de l'évent permet d'identifier ce type de matériel. Dans le cas de l'échantillon retrouvé, le trou de sortie d'air a un diamètre d'environ 25 mm. Les coulures à sa surface indiquent une position verticale du bloc dans la forge, comme présenté sur le cliché (fig. 15).

Les battitures

L'observation du prélèvement réalisé dans la structure 262 révèle une grande quantité de battitures. Celles-ci sont majoritairement lamellaires (planes), et encore de grande taille (l'une d'elles approchait les 20 mm), malgré les divers événements qu'elles ont connu depuis le jour de leur production (depuis le piétinement du forgeron jusqu'aux deux lavages, lors de la phase post-fouille et pour l'étude). Cette forme plate ne peut avoir été produite que sur des objets métalliques qui présentaient eux aussi des surfaces planes, mais surtout d'une largeur dépassant le centimètre (fig. 16).

Conclusions de l'étude métallurgique

Le nombre d'échantillons collecté ne suffit pas pour établir un travail statistique, mais il permet néanmoins de tenter diverses interprétations. Quatre grandes catégories de culots, correspondant à des séquences de travail spécifiques, ont été définies dans le matériel collecté lors de la fouille du site d'Etampuis.



Figure 15 : Etampuis « la Briqueterie » : Fragment de tuyère, st.291.

Figure 15: Fragment of tuyere from st. 291.

– Les culots majoritairement constitués de matériaux argilo-sableux (sept sur vingt, correspondant à la catégorie 01 du tableau 1), sont interprétés comme les résidus d'une opération durant laquelle le forgeron a ajouté du sable sur son métal. Cette pratique s'accorde en principe avec un travail délicat (soudure, finition, d'après Serneels 2003). La taille du culot ne serait alors pas dépendante de la taille de l'objet.

– Les culots de type III, composés majoritairement de fayalite, résultent essentiellement de la perte en fer par oxydation à chaud. La forge associée à St. 262, qui seule recèle ce type III, aurait alors été dédiée à un forgeage « lourd » de mise en forme.



Figure 16 : Etainpuis « la Briqueterie » : Battitures, st. 262.
 Figure 16: Slags from st. 262.

– Le problème de St. 280 n'a pas encore été abordé. Les plans indiquent que c'est un fossé, presque équidistant des structures 262 et 291. Les culots qui y ont été prélevés correspondent aussi bien à ceux des structures 262 que 291 (diagramme de la fig. 14). Cette constatation peut s'expliquer par une utilisation de ce fossé comme un cendrier supplémentaire par les deux forges, en plus de 262 et 291. Le fossé 280 aurait alors contenu tous les types de culots, qui n'auraient pas été différenciés spatialement lors de leur prélèvement.

L'élaboration du fer ne semble pas avoir été pratiquée sur place. Le (ou les) forgeron(s) devai(en)t faire venir de l'extérieur un produit semi-fini. Le site abritait sûrement une activité de forge, séparée en deux unités de travail : l'une où se pratiquaient des opérations très diverses de préparation et de mises en forme et une seconde, apparemment dédiée à un travail soigné et plus répétitif. Il est impossible de préciser si chacune de ces unités était destinée à une tâche précise exécutée par le même forgeron ou si deux artisans ont travaillé simultanément sur le site. De même, le nombre trop faible de pièces ne permet pas de savoir s'il s'agissait d'artisan(s) spécialisé(s) ou si la forge n'était qu'une activité occasionnelle de maintenance de l'outillage. Néanmoins, les culots variés permettent d'exclure l'idée d'une production d'un seul type d'objet, fabriqué dans un but d'exportation.

6. INTERPRÉTATION ET CONCLUSION GÉNÉRALE

L'articulation spatiale des différentes parcelles fossoyées et des structures qu'elles recèlent, conjuguée aux études céramique et métallurgique, offrent un faisceau d'observations concordantes qui autorise une interprétation du fonctionnement de cette partie d'établissement rural.

L'agencement général des unités architecturales, composées de greniers et de constructions plus importantes, la présence de vastes fosses de type silo et la zone vide attestées dans la parcelle 4 évoquent des composantes d'un enclos domestique favorisant des activités liées à l'agriculture. Les greniers et silos ont pu servir au stockage de diverses denrées, les bâtiments plus grands d'habitation ou de grange et, enfin, l'aire vide de zone de battage, entre autres. Si l'activité agricole ne peut être argumentée solidement en absence d'étude spécifique (carpologie...), la part de l'activité domestique demeure également difficile à établir. Le résultat de l'analyse spatiale du mobilier archéologique en général et du matériel céramique en particulier est en effet contraire à cette supposition : l'ensemble des structures fouillées dans la parcelle 4 n'a livré que 140 tessons contre plus de 2 600 dans les parcelles 1 et 2. Cette faiblesse quantitative suggère-t-elle une activité exclusivement portée sur l'agriculture, ou ce déséquilibre de la répartition des déchets reflète-t-il une gestion délibérée des résidus traduite par leur évacuation volontaire vers un lieu hors de l'habitat ? Il s'agirait ici des parcelles 1 et 2, car ces dernières semblent vouées à l'activité métallurgique, comme en témoignent les divers vestiges matériels, ainsi que les indices de travaux variés de forge. Les emplacements mêmes des ateliers sont difficiles à mettre en évidence car l'organisation des bâtiments suggérés par la disposition des trous de poteaux ne coïncide pas avec celle des fosses au remplissage fort charbonneux et renfermant les culots, battitures, etc. Si certaines structures ont servi de dépotoir car elles renferment des résidus relatifs aux nettoyages (St. 262), d'autres, de par leur forme et la présence d'éléments *a priori* en place (St. 287 et 291), suggèrent une utilisation unique. Si l'architecture de ces ateliers pose donc encore des problèmes, il est cependant certain que l'activité même de forge exige un abri sombre et à lumière constante (Guillaumet, 1996, p. 89-90).

Enfin, il convient d'évoquer l'absence d'outils liés au travail du fer, qu'il s'agisse de la panoplie d'un établi, d'enclume ou enclumette, de pelle à feu et autres tenailles, objets probablement récupérés au moment de l'abandon du site. Les clous et autres tiges sont en revanche relativement abondants. Avec près de 150 restes répartis dans 26 structures, ce sont cependant la fosse 262 et le fossé/fosse 280/344 qui en ont livré le plus, avec respectivement 48 et 34 exemplaires. S'agit-il de déchets, de chutes de travail ou faisaient-ils partie d'une construction ?

Par ailleurs, l'étude du mobilier céramique permet d'enrichir nos connaissances sur cet établissement et d'en bien définir le cadre chronologique. En effet, malgré des ensembles limités et fragmentaires, constat peut-être lié au caractère spécialisé de l'occupation étudiée, ce site constitue une référence intéressante pour l'étude des approvisionnements en céramique du pays de Caux et leur cartographie. En effet, sa comparaison avec d'autres sites environnants comme Gonnevill-sur-Scie, La Houssaye-Béranger, Mauquenchy ou encore Rouen fait une nouvelle fois apparaître de grandes disparités de représentations et donc de diffusions des productions communes dans ce territoire, y suggérant ainsi l'existence de véritables marchés plus ou moins concurrents et imbriqués durant tout le Haut-Empire. L'envergure de ce phénomène, identifié il y a une dizaine d'années et qu'on a eu l'occasion de souligner à plusieurs reprises (Adrian, 1996 et 2002; Blancquaert et Adrian, 2007; Guillier *et al.*, 2007), se précise un peu plus à chaque nouvelle étude. Il constitue assurément l'une des grandes spécificités de cette partie du territoire durant l'Antiquité, en particulier au regard des données avérées au sud de la Seine, où la situation est complètement inverse.

Étaimpuis, comme certains autres sites régionaux tel que Mauquenchy, se caractérise par un abandon radical et précoce (courant II^e siècle de notre ère). Du point de vue de la chronologie, le corpus céramique met en effet en évidence un ensemble homogène, couvrant à peu près un siècle, la seconde moitié du I^{er} siècle et la première moitié du II^e. Dans le détail, ces datations corroborent les appréciations de phasage effectuées sur le terrain. La parcelle 4 a en effet livré un matériel caractéristique de la seconde moitié du I^{er} siècle, suggérant une antériorité toute relative par rapport aux parcelles 1 et 2 qui ont fourni des productions plus typiques des débuts du III^e siècle. Toutefois, en référence aux hypothèses émises plus haut, il semble cependant que ces parcelles aient été occupées simultanément et que la différence réside avant tout dans le type d'activité qu'elles aient accueillies.

Ainsi, l'établissement de « La Briqueterie » à Étaimpuis s'inscrit dans un ensemble d'occupations, rurales et urbaines, défini à partir des productions céramiques. La présence d'activités de forge implique quant à elle l'existence d'autres réseaux fondés sur la circulation de matières premières préalablement préparées, ici de demi-produits sidérurgiques, ainsi que la transformation de ceux-ci en un produit fini. Si l'étude ne permet pas de trancher en faveur de l'une ou l'autre des deux interprétations plausibles – forgeron(s) spécialisé(s) ou travail plus occasionnel – les vestiges matériels plaident en faveur d'une importante diversification des tâches effectuées sur le site (entretien et/ou réparation, soudure... d'objets de tailles variées). Ces traces contribuent alors à une meilleure perception de l'économie en milieu rural.

Bibliographie

- ADRIAN, Y.-M., 1996 – *Gonnevill-sur-Scie, « Terres de la Vatine »* (76). (Rapport d'étude du mobilier céramique), Rouen, SRA de Haute-Normandie, 1996 (2 vol.).
- ADRIAN, Y.-M., 2001 – *Forêt Domaniale de Monfort-sur-Risle (Eure). Les sites gallo-romains des parcelles 52 et 31*, (Rapport de sondages), Rouen, SRA de Haute-Normandie.
- , 2002 – La céramique des II^e et III^e s. à Eslettes, sur le rebord du plateau du Pays de Caux (Seine-Maritime), *SFECAG, Actes du congrès de Bayeux*, p. 81-109.
- , 2004 – *Forêt Domaniale de Lyons-La-Forêt (Eure), parcelle 835. Atelier de potiers gallo-romains*. (Document final de Synthèse de fouille d'évaluation), vol. 1, Rouen, SRA de Haute-Normandie.
- ARRIBET, D., 1986 – *La sidérurgie indirecte dans le pays de Bray normand (vallée de la Béthune) de 1485 à 1565* (mémoire de maîtrise), Paris, université de Paris 1 (Panthéon-Sorbonne).
- ARRIBET-DEROIN, D., 2001 – *Fondre le fer en gueuse au XVI^e siècle, le haut fourneau de Glinet en pays de Bray (Normandie)* (thèse de doctorat), Paris, université de Paris 1 (Panthéon-Sorbonne).
- BLANQUAERT, G. et ADRIAN, Y.-M., 2007 – Les occupations multiples de « La Plaine du Bosc Renault » à Hautôt-Le-Vâtois (Seine-Maritime) : les vestiges du premier Âge du Fer et les vestiges antiques funéraires et domestiques, *Revue archéologique de l'Ouest*, 23, p. 9-44.
- COLLIOU, C., 2001 – *Approche de la métallurgie par réduction directe en pays de Bray, Haute-Normandie* (DEA d'histoire et archéologie), Rouen, université de Rouen.
- DECHEZLEPRETTE, T., BILLARD, C., BLANQUAERT, G., FOURNIER, P. et LANGLOIS, J.-Y., 1997 – Les constructions à plan circulaire de Haute-Normandie, *Revue archéologique de l'Ouest*, 14, p. 49-56.
- DECHEZLEPRETTE, T., COUSYN, P., LÉON, G., PAEZ-REZENDE, L. et ROUGIER, R. 2000 – Architecture des bâtiments de l'âge du Fer en Haute-Normandie, in MARION, S. et BLANQUAERT, G. (dir.), *Les installations agricoles de l'Âge du Fer en France septentrionale*, Paris, Rue-d'Ulm (coll. « Études d'Histoire et d'Archéologie », 6), p. 321-338.
- DOUCET, F., 1998 – Étude de la céramique, in GONZALES, V. (dir.), *Le site de La Houssaye-Béranger (Seine-Maritime), « La Bouteillerie » et « La Plaine du Moulin »*, (DFS de sauvetage urgent), Rouen, SRA de Haute-Normandie (2 vol.).
- DUBOIS, S. et MILLE, B., 1994 – La céramique à pâte blanche à quartz : contribution à l'étude d'un faciès régional, in TUFFREAU-LIBRE, M. et JACQUES, A. (dir.), *La céramique du Haut Empire en Gaule Belgique et dans les régions voisines : faciès régionaux et courants commerciaux*. *Nord-Ouest Archéologie*, n° 6, p. 103-130.
- GUILLAUMET, J.-P. 1996 – *L'artisanat chez les Gaulois*, Paris, Errance, 127 p.

- GUILLIER, G., ADRIAN, Y.-M. et DOYEN, D., 2006** – Entre calètes et bellovaques, les établissements ruraux gallo-romains de Mauquenchy « Le Fond de Randillon » (76) : un modèle de la ferme antique?, *Revue archéologique de Picardie* n° 1-2, p. 7-48.
- MANGIN, M., 2004** – *Le fer*, Paris, Errance, 239 p.
- MENEZ, Y., DAIRE, M.-Y., HYVERT, J., LANGOUET, L., LE BIHAN, J.-P. et TANGUY, D., 1990** – Les bâtiments de l'âge du Fer en Armorique, *Revue archéologique de l'Ouest*, suppl. 3 (Actes du XII^e colloque de l'AFEAF, Quimper 1988), p. 121-137.
- ORENGO, L., 2003** – *Forges et forgerons dans les habitats laténiens de la grande Limagne d'Auvergne*, Montagnac, éd. Monique Mergoil (coll. « Instrumentum », 26), 325 p.
- SERNEELS, V., 1993** – *Archéométrie des scories de fer, recherche sur la sidérurgie ancienne en Suisse occidentale* (thèse de doctorat), Lausanne, université de Lausanne.
- , **2003** – La forge et le travail du fer, *Archéologie Fribourgeoise*, 19 (Des artisans à la campagne, carrière de meules, forge et voie gallo-romaines à Chables (Fr), p. 77-171.