

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association Pro Aventico  
**Herausgeber:** Association Pro Aventico (Avenches)  
**Band:** 43 (2001)

**Artikel:** La fabrication de grands bronzes à Aventicum : une fosse de coulée dans l'insula 12  
**Autor:** Morel, Jacques / Chevalley, Christian / Castella, Daniel  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-246020>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 24.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## La fabrication de grands bronzes à *Aventicum*: une fosse de coulée dans l'*insula* 12

Jacques MOREL et Christian CHEVALLEY  
avec une contribution de Daniel CASTELLA (céramique)

### Résumé

En 1986, les fouilles réalisées dans l'*insula* 12 ont révélé un ensemble de vestiges particuliers à l'intérieur d'un local semi-enterré aménagé dans une cour, en plein cœur de l'habitat. Ceux-ci avaient alors été simplement mis en relation avec des activités de bronziers.

Un examen plus approfondi des structures et des déchets de production permet aujourd'hui de reconnaître dans cette installation une fosse de coulée pour la fabrication d'un grand bronze en plusieurs pièces, entre la fin du I<sup>er</sup> s. et le milieu du II<sup>e</sup> s. ap. J.-C. Les fragments de moules et de canaux en terre cuite récoltés attestent le recours à la technique de la fonte à la cire perdue. En l'absence de parallèles dans le monde gallo-romain, ce sont les témoignages hellénistiques qui servent de base à l'interprétation et à la restitution proposées.

Le contexte de cette découverte exceptionnelle, au sein d'une riche demeure, reflète en outre l'opulence du maître des lieux, sans doute un personnage de rang suffisamment élevé pour commanditer une statue de grande dimension auprès d'un artisan venu spécialement la réaliser sur place.

### Zusammenfassung

Bei den im Jahr 1986 in *insula* 12 durchgeführten Grabungen kam in einem halb unterirdischen Raum im Hof eines privaten Wohngebäudes ein ungewöhnlicher Befund zu Tage. Bisher hat man diese Strukturen ganz allgemein mit der Werkstätte einer Bronzgiesserei in Verbindung gebracht.

Eine genauere Untersuchung der Befunde und der Werkstattabfälle führte zu dem Ergebnis, dass man es hier mit einer Giessgrube zur Herstellung von Grossbronzen, die aus mehreren gegossenen Teilen zusammengesetzt wurden, aus der Zeit zwischen dem Ende des 1. und der Mitte des 2. Jhs. n. Chr. zu tun hat. Die gefundenen Fragmente von Modeln und Reste von tönernen Kanälen belegen, dass diese Bronzen nach dem Wachs ausschmelzverfahren hergestellt wurden. Da für das römerzeitliche Gallien bislang weitere Beispiele fehlen, wurden als Grundlage für die Rekonstruktion der Anlage Vergleiche der hellenistischen Zeit herangezogen.

Überdies zeugt der Fundkontext dieser ausserordentlichen archäologischen Reste innerhalb einer herrschaftlichen Residenz von der wohl hohen sozialen Stellung und vom Reichtum des Hausherrn, der vor Ort eine Statue durch einen Bronzesculpteur ausführen lassen konnte.

## Introduction

Les fouilles de sauvetage réalisées en été et automne 1986 dans la partie orientale de l'*insula* 12 ont mis en évidence les vestiges d'une installation à caractère métallurgique, aménagée dans une cour mitoyenne au sein des habitations du quartier (fig. 1). Les structures de ce dispositif pour le moins complexe ont été exhumées à l'intérieur d'un local semi-enterré venu s'adosser au pied du mur de façade de la demeure occidentale, entre la fin du I<sup>er</sup> et le milieu du II<sup>e</sup> s. ap. J.-C.<sup>1</sup> (fig. 2, A 2).

Au terme des investigations sur le terrain, ces vestiges furent hâtivement interprétés comme ceux de fours de bronziers, principalement en raison des nombreuses poussières de bronze et des quelques déchets scorifiques présents dans les niveaux de démolition et de comblement du local<sup>2</sup>.

Réalisé dans le cadre de l'établissement de la synthèse des résultats des fouilles à l'intérieur de ce quartier<sup>3</sup>, un examen

plus approfondi des structures et des déchets de production a notamment permis d'identifier plusieurs fragments de moule d'une statue de grande dimension<sup>4</sup>, ainsi que des éléments de canaux en terre cuite (fig. 11 à 13). Ces précieux indices nous amènent aujourd'hui à reconnaître dans cet ensemble, non plus une installation en relation avec le processus de fonte, mais une fosse de coulée pour la fabrication d'un grand bronze suivant la technique de la cire perdue. Les témoignages hellénistiques fournissent en outre de nombreux points de comparaison qui autorisent une proposition de restitution de la fosse de l'*insula* 12 (fig. 15).

Cette interprétation s'est vue confirmée par des chercheurs spécialisés dans différents domaines de la métallurgie lors d'une table ronde organisée en septembre 2001<sup>5</sup>. Devant l'intérêt porté à cette découverte d'importance pour l'artisanat antique, une étude exhaustive pluridisciplinaire, archéologique, technique et métallurgique, a été programmée pour 2003. En préambule à cette recherche, nous

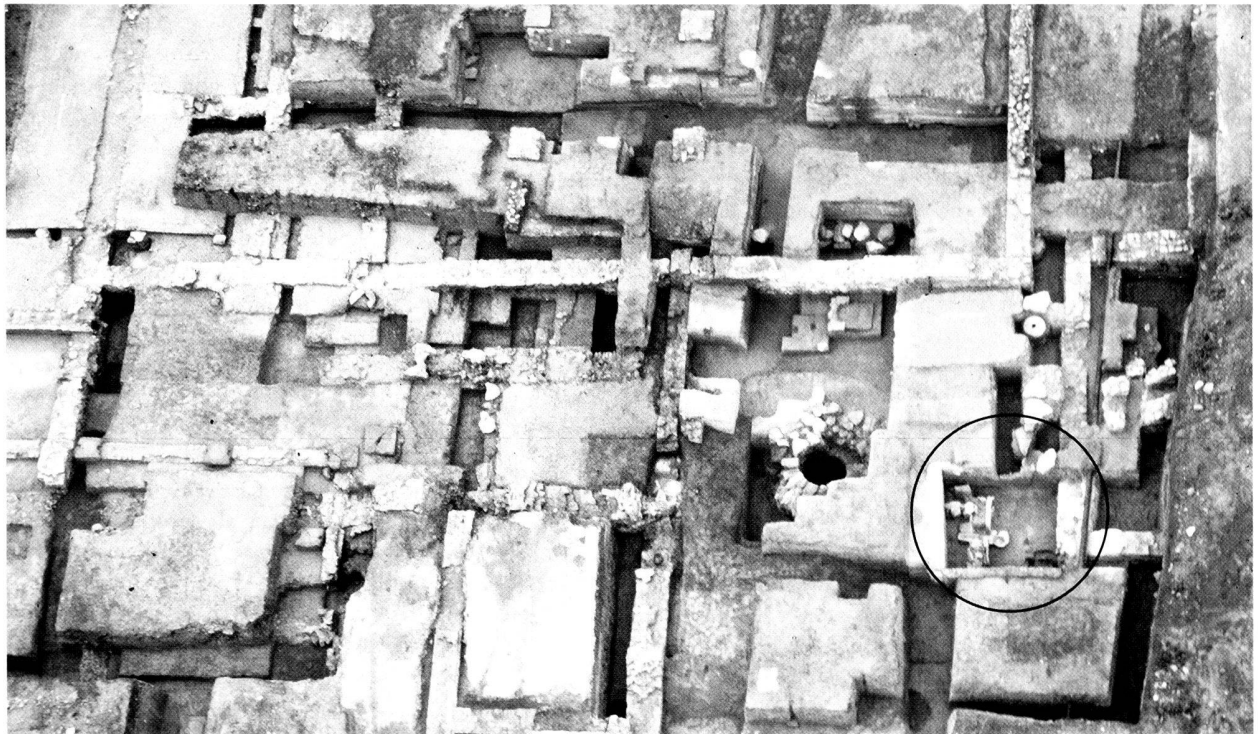


Fig. 1. Avenches/Aux Conches-Dessous. Insula 12. Vue aérienne depuis le nord des fouilles de la domus Est en été 1986. Cerclée, l'installation artisanale A 2.

<sup>1</sup> Pour les éléments de datation, cf. en annexe D. CASTELLA, Le mobilier céramique de la fosse de coulée A 2, p. 159.

<sup>2</sup> MOREL 1987, p. 187-188. Cf. également MEYLAN KRAUSE 2001, p. 56-58.

<sup>3</sup> Cf. *supra* J. MOREL, Approche architecturale et urbanistique de l'*insula* 12 et des quartiers adjacents, p. 9-66.

<sup>4</sup> Nous devons cette identification à M. Picon et A. Desbat, laquelle a motivé une expertise minutieuse de l'ensemble du mobilier provenant du local A 2 et des environs immédiats.

<sup>5</sup> Ont notamment pris part à cette table ronde organisée par A. Hochuli-Gysel, directrice du Site et du Musée romains d'Avenches, M. Pernot, directeur de recherche au CNRS, Bordeaux, V. Serneels, professeur à l'Institut de minéralogie de l'Université de Fribourg et P. Chardon-Picault, archéologue municipale, Autun. Ont également participé à cette discussion, A. Furger, directeur du Site et du musée romains d'August et J. Rychener, responsable des fouilles d'August, venus présenter une de leurs découvertes relative à la métallurgie du bronze. Nous remercions vivement l'ensemble de ces chercheurs qui nous ont fait partager leurs connaissances dans leurs domaines respectifs et prodigué de judicieux conseils.

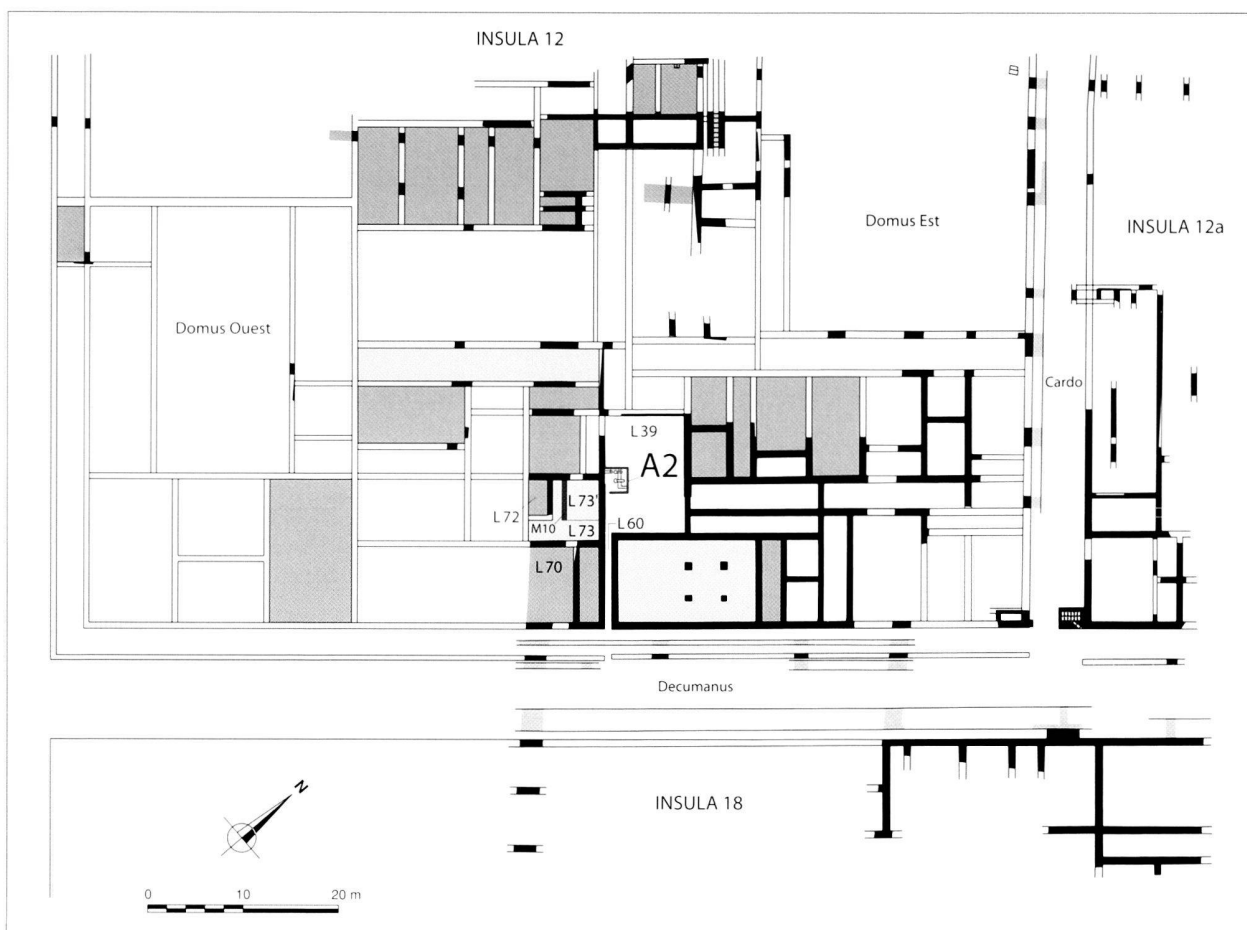


Fig. 2. Insula 12. Situation de la fosse de coulée A 2 sur le plan schématique et partiellement restitué des vestiges du quartier. Etats 3A-3B (70/85-150 ap. J.-C.).

nous proposons de dresser ici un inventaire des structures, assorti de quelques-unes des pièces les plus éloquentes qui étaient notre propos.

## La découverte

L'installation A 2 a été mise au jour lors des investigations engendrées par la construction d'un bâtiment industriel qui menaçait toute la partie sud-est de l'insula 12, l'un des quartiers limitrophes nord-est d'Aventicum. La structure conservée le plus haut, soit la gaine de terre cuite du local semi-enterré, est apparue environ 1 m sous le couvert végétal du champ<sup>6</sup>, après déblaiement des niveaux de démolition supérieurs fortement perturbés par des fouilles anciennes non répertoriées et par la pose de collecteurs modernes. Ces remaniements ont également détruit la majeure partie des niveaux de circulation environnants et très probablement occulté les aménagements et autres traces d'activités annexes à cette installation. Enfouies à une

plus grande profondeur sous les différents niveaux de remplissage du local, les vestiges de l'infrastructure de la fosse A 2 ont en revanche été épargnés (fig. 3 et 5). Ils ont ainsi pu être dégagés après une série de décapages successifs, sur une épaisseur totale de 1,10 m, au travers des poches de comblement supérieures et des couches de démolition inférieures (fig. 4).

## Le contexte archéologique

La fosse de coulée A 2 a été aménagée pour la réalisation d'une grande statue en bronze dans la partie occidentale d'une cour (fig. 2, L 39) séparant deux *domus* érigées aux environs de 80-85 ap. J.-C. (état 3A)<sup>7</sup>. Cette installation, très vraisemblablement temporaire, est survenue durant l'occupation des demeures (état 3B), avant qu'elles ne connaissent une série de transformations de leur agencement interne et de leur décor architectural à partir du milieu du II<sup>e</sup> s. ap. J.-C. (état 4).

<sup>6</sup> Cf. *supra* MOREL, fig. 60.

<sup>7</sup> Cf. *supra* MOREL, p. 34-38.





Fig. 3. Insula 12, 1986. Domus Est, cour L 39. Vue d'ensemble des vestiges de la fosse A 2 en cours de fouille. Etat 3B (fin du I<sup>er</sup> s. ap. J.-C. à 150 ap. J.-C.). Au premier plan, à droite, le puisard A 7 de la phase suivante (150-III<sup>e</sup> s. ap. J.-C.). Vue depuis l'ouest.



Fig. 4. Insula 12, 1986. Domus Est, cour L 39. Vue partielle de la fosse A 2 en cours de fouille. A l'arrière-plan, la coupe A-A' (fig. 6 et 17). En haut, à droite, apparition de la structure-canal St 8. Etat 3B (fin du I<sup>er</sup> s. ap. J.-C. à 150 ap. J.-C.). Vue depuis l'est.

### La cour mitoyenne

D'une emprise de 103 m<sup>2</sup>, la petite cour mitoyenne L 39 choisie pour accueillir cette installation était directement accessible depuis le *decumanus* sud par le biais d'un étroit *ambitus* (fig. 2, L 60). Accolée au mur de façade de la demeure occidentale (fig. 6, M 18), la fosse de coulée a

ainsi côtoyé plusieurs pièces d'habitat. Outre les nuisances qu'a pu engendrer une telle promiscuité, le déploiement des activités métallurgiques, même provisoire et probablement restreint, a eu des incidences sur l'environnement proche.

La recherche d'indices significatifs à l'intérieur de la cour s'est révélée vaine : le dégagement des lambeaux conservés de son sol de terre battue et de ses recharges n'a livré aucune trace susceptible d'être mise en relation avec l'installation A 2 ; de même les niveaux de démolition supérieurs remaniés sont apparemment exempts de vestiges liés à l'artisanat. Il convient cependant de mentionner ici la découverte, en 1840 et 1841, d'une trentaine d'objets divers en bronze dans les parages de la cour, mais sans localisation précise. Ces trouvailles, parmi lesquelles figurent notamment des fragments de statuettes, de mobilier, de parure et de cadres d'inscriptions portent des traces de l'action du feu<sup>8</sup>. Il est tentant de considérer ces objets comme un dépôt pour le recyclage. L'incertitude qui demeure sur le contexte et l'emplacement exacts de leur découverte empêche cependant d'établir un lien direct entre ces objets et notre fosse A 2. Par ailleurs, l'existence d'autres secteurs artisanaux dans ces quartiers périphériques n'est pas exclue.

<sup>8</sup> Cf. l'inventaire Troyon 522 à 532 ; 548 à 558 ; 588/630 ; 592 et 604 (archives MRA).





Fig. 5. Insula 12, 1986. Domus Est, cour L 39. Vue d'ensemble des vestiges de la fosse A 2 en fin de fouille. On distingue, à l'arrière-plan, les restes d'enduit argileux et le doublage en tegulae des parois de la fosse. Etat 3B (fin du I<sup>er</sup> s. ap. J.-C. à 150 ap. J.-C.). Vue depuis le sud-ouest.

### L'annexe artisanale présumée

Si les remaniements post-romains empêchent de préciser l'étendue des installations artisanales à l'intérieur de la cour, nous avons cependant pu constater que l'un des locaux de service de la *domus* Ouest avait été transformé pour la circonstance en annexe artisanale (fig. 2, L 73/73'). Ce local était accessible depuis l'ouest par un couloir ou passage (L 73) ménagé entre deux rangées de pièces d'habitat (L 70 et 72). Partiellement exploré<sup>9</sup>, nous ignorons s'il communiquait initialement avec la cour adjacente L 39. L'aspect rudimentaire de son sol en terre battue contraste avec ceux en terrazzo des pièces voisines et traduit vraisemblablement une destination utilitaire dès sa création. Les réfections apportées à ce local (état 3B) sont, semble-t-il, liées à l'installation de la fosse A 2. Celles-ci sont caractérisées par l'édification d'un mur de refend (M 10) qui vient délimiter une aire de travail (L 73') d'environ 9 m<sup>2</sup>, installée dans l'angle nord-est du local où elle jouxte la fosse de coulée. À l'intérieur de la nouvelle subdivision, le sol a subi plusieurs

recharges de mortier de chaux qui s'intercalent dans des couches d'épandage charbonneuses et cendreuses d'une épaisseur totale de 0,30 m. Concentrés à proximité de la fosse A 2, ces témoignages d'activité du feu sont vraisemblablement à mettre en relation avec l'utilisation de cette dernière, sans pouvoir préciser de quelle(s) opération(s) ils résultent, fusion des alliages, recuit, étamage ou émaillage<sup>10</sup>.

À la cessation des activités métallurgiques, les aménagements à l'intérieur du local de service L 73/73' ont été désaffectés pour laisser place au passage d'une canalisation (fig. 6, St 202). Desserte probable d'un secteur thermal occidental reconditionné à l'état 4, elle débouchait dans la cour L 39, à l'aplomb d'un puisard (A 7) aménagé à l'angle sud-ouest de la fosse A 2, sans doute après l'abandon de cette dernière. À cette même occasion, la cour s'est vue dotée d'une fermeture méridionale (M 12).

<sup>9</sup> Située hors emprise des travaux, une bande de terrain de 1,50 m de large n'a malheureusement pas été fouillée. Elle dissimule peut-être les vestiges de fours en relation avec la fosse A 2.

<sup>10</sup> Les ensembles rattachés à l'occupation des locaux L 73 et 73' sont toutefois exempts de déchets d'activités métallurgiques, à l'exception de quelques rares particules de bronze. Cf. ensembles 86/6016, 6053, 6068, 6080, 6082 à 6084, 6088, 6185, 6186 et 6193.

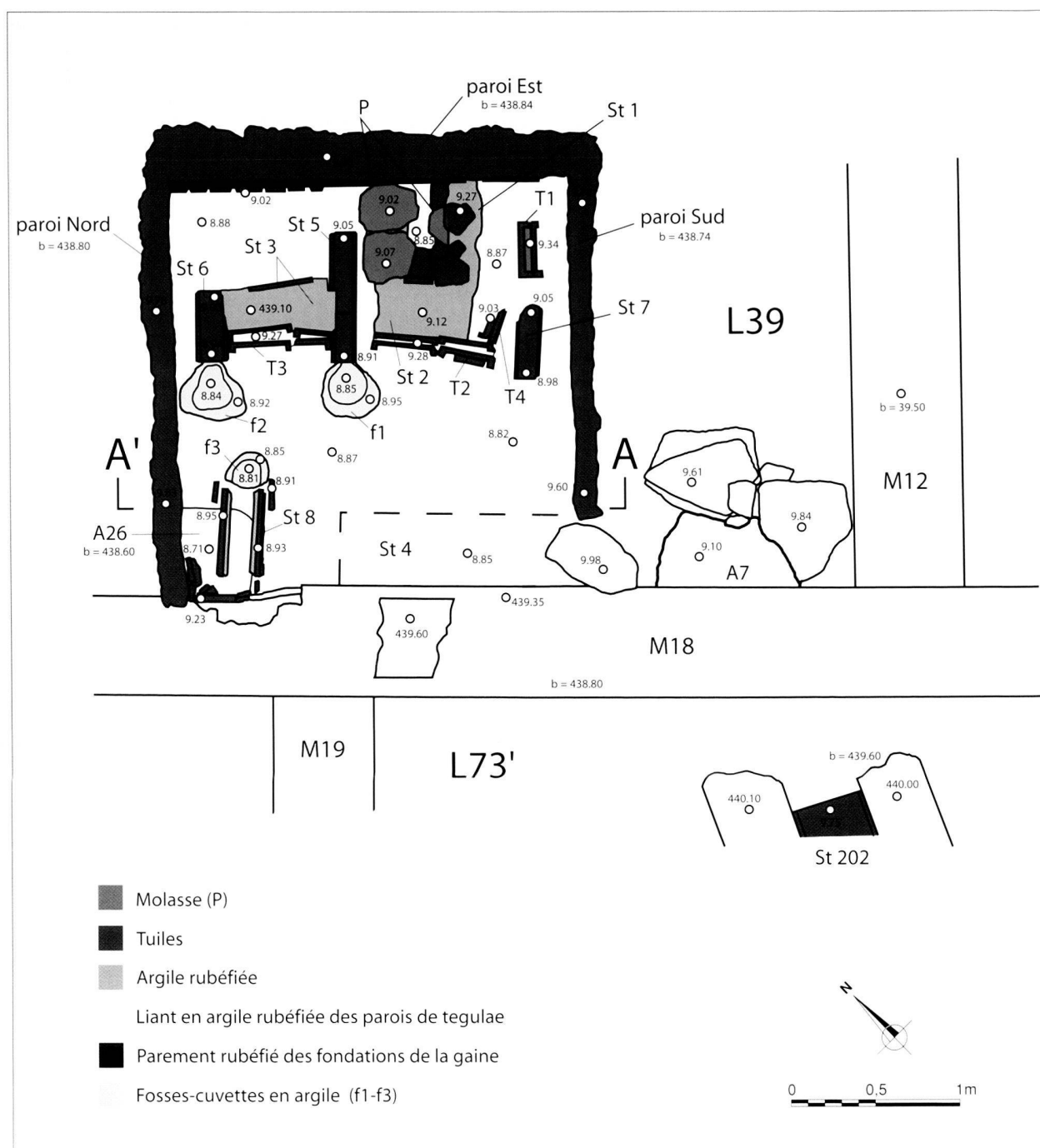


Fig. 6. Insula 12, 1986. Domus Est, cour L 39. Plan schématique des structures de la fosse A 2. A-A': coupe transversale du remplissage de la fosse (fig. 4 et 17). La nomenclature renvoie au texte.

## Agencement externe de la fosse A 2

### La gaine du local semi-enterré

Adossée aux fondations du mur de façade de la *domus* Ouest, la fosse A 2 est implantée dans les remblais d'égali-  
sation de la cour de l'état 3A, à une profondeur restituée  
d'environ 1,40 m par rapport au niveau de circulation de  
cette dernière. Ce local est délimité au nord, à l'est et au sud  
par une sorte de gaine de terre cuite s'adossant au terrain

encaissant (fig. 3 et 6). D'une largeur variant entre 0,20 et  
0,40 m, les parois sont composées de gros fragments de  
*tegulae* coupés à dessein et liés à l'argile (fig. 5). Le pare-  
ment oriental du soubassement du mur de façade, qui  
porte localement des traces de feu liées aux activités à l'in-  
térieur de la fosse, a servi de fermeture occidentale au local  
(fig. 6, M 18). L'ensemble définit une chambre carrée semi-  
enterrée de 2,35 m de côté (environ 5,5 m<sup>2</sup>).

Il est probable que la fosse de coulée était surmontée d'un  
couvert ou d'un appentis pour abriter les activités liées à la



fabrication de la statue qui comprenaient plusieurs étapes délicates nécessitant une protection, comme la phase de séchage du moule. Les traces d'un tel dispositif, sans doute de facture légère, font cependant défaut, mais il faut rappeler les nombreux remaniements du sous-sol archéologique qui ont pu faire disparaître de tels vestiges.

### L'accès à la fosse

Si la paroi Nord vient s'appuyer contre le parement du mur de façade, son homologue au sud s'interrompt une quarantaine de centimètres avant ce dernier, laissant de la sorte un espace non fermé à l'angle sud-ouest de la fosse (fig. 6). Cette ouverture est placée dans l'axe d'une banquette de terrain non excavé (1,40 x 0,40 m) occupant ce même angle (St 4). Ce décrochement intérieur pourrait signaler un dispositif d'accès à la fosse, peut-être sous la forme d'un simple escalier en bois appuyé contre le parement du mur M 18. L'exiguïté du passage entre ce dernier et la paroi Sud du local est toute relative si l'on considère que la gaine de la fosse n'a pas dû s'élever beaucoup plus haut que le niveau de circulation de la cour. On notera par ailleurs qu'il s'agit du seul secteur par lequel la fosse était accessible, les autres parties étant occupées par l'infrastructure des divers aménagements (fig. 6). Il est également possible d'envisager une ouverture ménagée dans le mur M 18 ayant permis une communication directe entre la fosse et son annexe potentielle L 73'.

### L'agencement interne

Les structures relevées à l'intérieur de la fosse en occupent toute la moitié orientale, ainsi que l'angle nord-ouest (fig. 5 et 6). Elles sont conservées sur une hauteur maximale de 0,45 m et se répartissent en plusieurs catégories :

- Murets de tuiles et d'argile rubéfiée (fig. 6, St 1 à St 3) dotés de parements constitués d'une double rangée de *tegulae* posées de chant (T 1 à T 4).
- Blocs de molasse et fragments de tuiles superposés (P) constituant une sorte de socle adossé à la paroi Est.
- Conduits ou canaux d'écoulement (St 5 à St 8).
- Fosses-cuvettes (f 1 à f 3) ménagées dans le sol au débouché de trois des canaux d'écoulement.

Ces vestiges portent tous des traces plus ou moins marquées de l'action du feu. Ils sont associés à des amas et à des horizons charbonneux à cendreaux épars, ainsi qu'à des zones plus fortement rubéfiées qui attestent l'installation de plusieurs foyers au voisinage immédiat des dispositifs en présence.

Par ailleurs, les données stratigraphiques indiquent que ces aménagements n'ont pas tous fonctionné simultanément. Ainsi, la structure St 8, placée à l'angle nord-ouest du local, est apparemment antérieure aux installations de la partie orientale de la fosse (fig. 6 et 17). Elle comporte cependant des traces de réfections qui pourraient suggérer qu'elle a continué d'être utilisée après l'implantation des structures orientales.

La complexité de ces vestiges s'estompe quelque peu au regard des témoignages hellénistiques et de la reconstitution expérimentale de l'une de ces fosses de coulée. Nous en présentons d'abord un descriptif avant d'en proposer une interprétation, à la lumière des exemples susmentionnés, au chapitre traitant de la restitution d'ensemble.

### Le fond de la fosse

L'ensemble des structures repose au sommet d'un sol de terre battue indurée avec inclusions de galets et de graviers d'une épaisseur de 2-3 cm. Après démontage et prélèvement des différents éléments constitutifs, des plaques argileuses rubéfiées et charbonneuses sont apparues à l'emplacement de ces derniers. Nous avons également constaté que les *tegulae* verticales (T 1 à 4) des murets internes étaient implantées de quelques centimètres à peine dans les limons du terrain naturel sous-jacent. Les fosses f 1 à f 3 ont elles aussi été creusées dans ce sol, lequel était localement jonché d'une couche charbonneuse résultant des activités du feu à l'intérieur de la fosse A 2 (fig. 17, Ho 2).

### Le revêtement interne de la gaine

Des plaques d'enduit d'argile rubéfiée ont été relevées sur les faces internes des parois Nord et Est de la gaine en *tegulae* de la fosse (fig. 5 et 6). D'une épaisseur variant entre 2 et 4 cm, ce revêtement est conservé sur une hauteur maximale de 0,90 m pour la paroi Nord (fig. 10), et de 0,60 m pour la paroi Est (fig. 5 et 7). Bien que partiellement détruite, la paroi Sud ne comporte aucune trace d'enduit. Ce revêtement semble donc avoir été appliqué uniquement à proximité des installations dont font partie les structures St 1 à 3 et l'assemblage de blocs P (fig. 6), et doit avoir servi d'enduit de protection et d'isolation thermique lors de leur utilisation. Ce revêtement a été de surcroît doublé par une série de fragments de *tegulae* que l'on retrouve plaqués en bas de la paroi Est (fig. 5), ainsi qu'à l'angle nord-ouest de la paroi Nord et contre le parement des fondations du mur M 18, à l'arrière de la structure St 8 (fig. 6 et 10).

Sont également à signaler plusieurs crampons de *tubuli*<sup>11</sup> fichés dans les parois Nord et Est, qui ont pu servir à l'accrochage de ce doublage en tuiles (fig. 8, B).

### Les éléments de parois internes St 1 à 3

Sont désignés sous cette appellation les sortes de murets ou massifs dont les parements sont constitués de *tegulae* entières ou fragmentées, disposées de chant (fig. 6, T 1 à 4). Elles retiennent un blocage renfermant pêle-mêle fragments de tuiles (*tegulae* et *imbrices*), masses argileuses rubéfiées et nodules de terre cuite. Elles comportent également, au niveau de leur arase, des parcelles de charbon, ainsi que plusieurs éléments de petits canaux en argile cuite<sup>12</sup>

<sup>11</sup> Ensemble 86/6290.

<sup>12</sup> Ensemble 86/6288.



Fig. 7. Insula 12, 1986. Domus Est, cour L 39. Les vestiges de l'angle sud-est de la fosse A 2. P: pilettes de blocs de molasse et de tegulae du piédestal présumé. A: tige en fer découverte in situ (86/6281-5). Etat 3B (fin du 1<sup>er</sup> s. ap. J.-C. à 150 ap. J.-C.). Vue depuis le nord-ouest.

(fig. 8, a). Dotés d'un orifice circulaire, ces canaux doivent provenir du système de tuyauterie qui faisait partie intégrante du moule lors de la mise en oeuvre de la technique de la cire perdue (canaux d'évacuation de la cire, de coulée et d'évents).

#### *Les parois St 2 et 3 (fig. 6)*

Larges d'une quarantaine de centimètres, ces murets sont disposés parallèlement à quelque 0,55 m de la paroi Est de la fosse. L'une de leurs caractéristiques majeures réside dans l'agencement de leur parement externe composé d'une double rangée de tegulae (T 2 et 3), entières (0,55-0,60 x 0,38 m) ou coupées à dessein aux trois-quarts (fig. 5, 7 et 8). Elles sont accolées en position verticale, dans le sens de la largeur, par un liant argileux rubéfié.

Le parement interne de ces massifs est plus sommaire, constitué uniquement d'une seule rangée de tegulae fragmentées, également disposées verticalement mais dans le sens de la longueur (fig. 8).

#### *La paroi St 1 (fig. 6)*

Refend méridional de la paroi St 2, cette structure est moins évidente à cerner: une masse argileuse, épaisse d'une dizaine de centimètres, très indurée et rubéfiée, est plaquée contre l'assemblage de blocs P (fig. 7). Le remplissage entre cette gangue argileuse et les deux tuiles posées de chant

dans l'angle sud-est du local (T 1) possède une matrice différente, sablo-argileuse et gravillonneuse, incluant des nodules d'argile rubéfiée ainsi qu'une plaque charbonneuse à cendreuse.

L'hypothèse d'une réfection de la paroi St 1 s'appuie sur la différence de texture observée entre ses parties nord et sud, ainsi que sur la position légèrement excentrée des doubles tegulae T 1, situées dans l'axe du canal St 7 (fig. 6). Dès lors, les deux fragments de tuiles verticales (T 4), qui forment un angle avec celles de la paroi St 2 (T 2), pourraient constituer l'amorce d'un nouveau muret venu se substituer à un premier dispositif sis plus au sud, dont la structure T 1 serait l'unique témoin.

#### *L'assemblage de blocs de molasse et de tegulae P*

Cette structure fait corps avec les parois argileuses St 1 et 2. Ayant probablement servi de support à un moule, elle se compose de quatre pilettes jointives deux à deux et se faisant face (fig. 6 et 7). Chacune des pilettes est constituée de deux blocs de molasse superposés, de 30 x 25 x 12 cm en moyenne, surmontés d'une ou deux assises de tegulae fragmentées. L'ensemble porte les traces de l'action du feu.

Conservées sur une hauteur maximale de 0,40 m et en partie appuyées contre la paroi Est de la fosse (fig. 7, P), ces pilettes délimitent une cavité très étroite et allongée

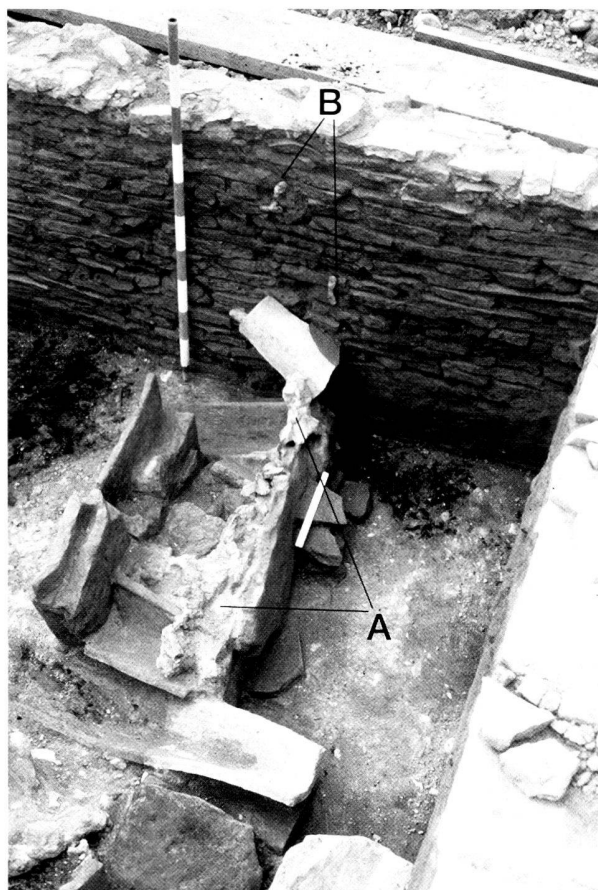


Fig. 8. Insula 12, 1986. Domus Est, cour I. 39. Les vestiges de l'angle nord-est de la fosse A 2. Le muret St 2 et ses parements de tegulae disposés de chant. A: fragments de canaux en terre cuite. B: crampons de tubuli fixés dans la paroi Nord de la fosse. Etat 3B (fin du I<sup>er</sup> s. ap. J.-C. à 150 ap. J.-C.). Vue depuis le sud-est.

(38 x 10 cm), remplie de dépôts charbonneux et de nodules d'argile rubéfiée. Cette cavité, qui s'évase légèrement à son extrémité ouest, semble correspondre à une zone de foyer placée directement sous le moule pour en assurer la cuisson.

#### Les canaux d'écoulement St 5 à 7

Les parois St 2 et 3 s'interrompent pour laisser un passage aux canaux St 5 et 6, aménagés parallèlement à une distance de 0,60 m (fig. 6). Ils sont constitués d'*imbrices* fortement inclinées (18%), reposant sur leur face convexe. Le canal St 5 comprend deux tuiles s'emboîtant pour former un conduit long de 0,76 m. Ils semblent tous deux avoir été placés de la sorte afin d'acheminer dans les fosses-cuvettes f 1 et 2 sises à leur extrémité, un liquide, très probablement de la cire<sup>13</sup>, lors du processus de cuisson et de décirage du



Fig. 9. Insula 12, 1986. Domus Est, cour I. 39. Détail du dispositif d'évacuation et de récolte de la cire (canal St 5 et fosse f 1). Etat 3B (fin du I<sup>er</sup> s. ap. J.-C. à 150 ap. J.-C.). Vue depuis l'est.

moule (fig. 9). Au moment de leur découverte, ces conduits étaient remplis d'un agglomérat de terre et d'argile, de nodules de terre cuite et de grosses parcelles de charbon<sup>14</sup>. L'absence de traces apparentes de cire, tant dans les canaux que dans les cuvettes, peut s'expliquer par le fait qu'on l'a récupéré pour une réutilisation probable. Pour ce faire, il a été nécessaire de refroidir le réceptacle pour récolter une masse durcie, ce qui a pu empêcher la cire de laisser des dépôts visibles en surface et de s'infiltrer à l'intérieur de la paroi des cuvettes et des *imbrices*<sup>15</sup>.

Ces canaux devaient être en connexion avec le – ou les – moule(s) prenant place à l'intérieur de l'espace délimité par les parois St 2 et 3 et la paroi Est de la fosse (environ 1 m<sup>2</sup>).

Le canal St 7 se compose d'une *imbrex* apparue à l'extrémité sud du local (fig. 6). Bien qu'isolée et dépourvue de fosse à son extrémité, elle se trouve néanmoins alignée sur

<sup>13</sup> Les *imbrices* constituant ces canaux sont exemptes de toute trace qu'aurait en principe dû laisser un métal en fusion s'écoulant à l'intérieur de ces conduits.

<sup>14</sup> Ensemble 86/10139.

<sup>15</sup> Indications fournies par M. Pernot. En outre, si la cire avait été brûlée sur place, cela aurait laissé des traces manifestes, ce qui n'est pas le cas ici.



Fig. 10. Insula 12, 1986. Domus Est, cour L 39. Les vestiges de l'angle nord-ouest de la fosse A 2. La structure-canal St 8 accolée aux fondations du mur de façade M 18. Au premier plan, la fosse f 3. A l'arrière-plan, le doublage sommaire de l'angle nord-ouest de la fosse au moyen de fragments de tegulae. Etat 3B (fin du I<sup>er</sup> s. ap. J.-C. à 150 ap. J.-C.). Vue depuis le sud-est.

les canaux St 5 et 6. Elle a également pu faire partie d'un dispositif d'évacuation de la cire lors d'une phase de réfection de l'installation sud-est signalée par les tegulae T 1.

### La structure-canal St 8

Cette structure diffère des précédentes de par sa situation et son agencement (fig. 6 et 10). En outre, son insertion stratigraphique à l'intérieur des niveaux de démolition et de remblai de la fosse A 2 la place antérieurement aux autres installations : elle est en effet partiellement scellée par la couche d'épandage liée aux ultimes utilisations des structures de la partie orientale (fig. 17, c 5a). Les réfections qui lui ont été apportées n'excluent cependant pas qu'elle ait pu continuer de fonctionner parallèlement aux installations vis-à-vis. Toujours est-il qu'elle est associée à un horizon charbonneux et gravillonneux (Ho 2) qui se densifie à sa périphérie. Enfin, elle chevauche une fosse-dépotoir de l'état 1 (A 26), laquelle est également recoupée par la paroi Nord de la fosse et les fondations du mur M 18.

Les vestiges de l'installation St 8 se présentent sous la forme d'une sorte de canal longeant la paroi Nord à une vingtaine de centimètres de distance (fig. 10). Long de 0,60 m, ce canal vient s'adosser au pied des boulets de fondations du mur M 18, qui ont souffert de l'action du feu. A cet emplacement, ainsi que dans l'encoignure nord-ouest de la fosse, la paroi Nord et le parement oriental du mur ont été sommairement tapissés de fragments de tuiles, sans doute pour constituer une isolation thermique, à moins qu'il ne s'agisse d'un agencement spécifique en étroite relation avec la fonction de la structure St 8.

Le conduit de ce canal, large de 20 cm et sans véritable fond aménagé, est délimité par deux parois formées de tegulae fragmentées et disposées verticalement suivant le sens de la longueur. A l'intérieur, la face interne des tuiles a été recouverte d'un mince enduit d'argile surcuit, tandis qu'un étroit fossé à remplissage argileux, charbonneux et cendreux en occupe la partie centrale. Des poches sous-jacentes remplies de cendres, de fragments de tegulae et de nodules de terre cuite, indiquent une réfection du canal.

A l'instar des canaux St 5 et 6, son extrémité possède une fosse-cuvette (f 3), en partie bordée par deux fragments de tegulae verticaux qui viennent en quelque sorte dédoubler les parois du canal (fig. 6 et 10).

En ce qui concerne son interprétation, les avis sont partagés entre une structure de combustion, éventuellement un four de fusion, et une installation en relation avec la fabrication de pièces de plus petites dimensions.

### Les fosses-cuvettes f 1 à f 3

Trois gangues argileuses, de 4 à 10 cm d'épaisseur, durcies par la chaleur, épousent les contours des fosses (f 1 à f 3) ménagées au fond de la chambre, au débouché des canaux St 5, 6 et 8 (fig. 5, 6, 9 et 10). Leur situation, ainsi que la forme en creux qu'elles dessinent supposent qu'elles recevaient la cire s'écoulant des canaux. En plan, elles présentent plusieurs variantes, sub-circulaire pour f 1, piri-forme pour f 2 ou encore en demi-lune pour f 3.

Les fosses f 1 et f 2 ont un diamètre de 22-24 cm, s'évasant à partir du canal d'écoulement. En coupe, elles ont une forme de cuvette, de 8-10 cm de profondeur.

La fosse f 3 desservant la structure St 8 diffère en revanche par ses dimensions plus petites, avec un diamètre de 16 cm pour une profondeur de 4 cm. De plus, elle n'est pas fermée du côté du canal.

Leur remplissage est analogue, constitué d'un agglomérat d'argile rubéfiée, de nodules de terre cuite, de parcelles de charbon, de sable et gravier. En surface, plusieurs particules de bronze (sel de cuivre) ont été détectées.

### Déchets de fabrication et outillage

Hormis un mobilier céramique peu abondant et quelques outils, la fouille exhaustive des différentes couches de démolition et de remblai à l'intérieur de la fosse a livré un grand nombre d'éléments de terre cuite (plus de 110 fragments pour un poids total de 10,6 kg), essentiellement



des fragments de moule et de canaux de petites et moyennes dimensions. Ceux-ci résultent de la cassure du moule (décochage) pour extraire de sa gangue de terre la pièce brute de fonte. A cela, il faut ajouter encore des déchets métallurgiques en très faible quantité.

Ces résidus de fabrication n'ayant pas encore fait l'objet d'une étude détaillée, nous nous contenterons de les présenter de manière succincte et de les illustrer par un échantillonnage des éléments les plus significatifs (fig. 12 et 13).

### Les fragments de moule

Les premiers travaux de restauration ont permis d'identifier une quarantaine de fragments de moule provenant pour la plupart de la couche de démolition correspondant au démantèlement des installations de la fosse de coulée<sup>16</sup> (fig. 17, c 5). Quelques fragments ont en outre été prélevés au sommet de l'arase des parois internes St 2 et 3<sup>17</sup>. D'un poids total de 8,1 kg, ils ont tous le même aspect, avec une paroi interne grisâtre et violacée en surface, alors que l'argile de la paroi externe est d'une teinte rouge orangée. Leur épaisseur varie entre 3 et 5 cm.

Plusieurs de ces fragments de moule comportent l'empreinte de canaux d'évent, tandis que l'un d'eux est percé d'une broche en fer qui dépasse de 2 cm la face interne du moule<sup>18</sup>. Il pourrait s'agir de l'une des tiges (distanciateurs) utilisées pour assurer le maintien du moule pendant le processus de fabrication et qui, pour ce faire, perforaient le noyau et l'enveloppe externe du moule<sup>19</sup>.

#### *Le témoignage de la fabrication d'une statue drapée*

Le plus grand élément conservé et le plus évocateur est sans conteste celui découvert dans la couche de démolition c 5, à proximité du parement de *tegulae* T 2, au-dessus du canal St 5 (fig. 11, a). Après restauration et collage de ses fragments, cet élément de moule<sup>20</sup> mesure 34 x 20 cm pour un poids de 2,163 kg. La série de plis sinueux qu'il comporte autorise à l'interpréter comme le moule du vêtement d'une statue de grandeur nature, voire de plus grande dimension (fig. 12). Il présente également, à l'une de ses extrémités conservées, une empreinte rectangulaire qui pourrait peut-être correspondre au négatif d'un tenon utilisé pour l'assemblage, après la fonte, des différentes pièces de la statue. Trois autres fragments de moules comportant le même genre de plis sont actuellement recensés<sup>21</sup>.

### Les brisures de canaux

Plus d'une trentaine de fragments de petits canaux en argile cuite ayant servi à la coulée du métal en fusion, à



Fig. 11. Insula 12, 1986. Domus Est, cour L 39. Découverte de fragments de moule (a) dans la couche de démolition c 5 de la fosse A 2. Etat 3B (fin du I<sup>er</sup> s. ap. J.-C. à 150 ap. J.-C.).

l'échappement des gaz ou encore à l'évacuation de la cire ont également été mis au jour dans la couche de démolition c 5, ainsi qu'au sommet conservé des parois internes St 2 et 3<sup>22</sup> (fig. 8, A). Faisant partie intégrante du moule, nous en trouvons également les empreintes sur les fragments de ces derniers. Ils possèdent tous un orifice circulaire dont le diamètre varie entre 1,5 et 1,75 cm (fig. 13, A). La masse totale de ces éléments de tuyauterie atteint presque 2 kg. Plusieurs fragments témoignent d'orifices communicants.

L'un de ces spécimens possède une ouverture plus évasée, de 4 cm de diamètre (fig. 13, B), qui se trouve en connexion avec un canal plus étroit (fig. 13, C). Cet élément pourrait appartenir à l'embouchure d'un canal de coulée ou plus vraisemblablement à l'extrémité de l'un des canaux d'évacuation de la cire, en raison des traces de « bouchon » en argile décelées à l'intérieur de la grande ouverture. Ce serait ici le témoignage de l'obstruction des canaux d'évacuation de la cire intervenant juste avant que ne débute le processus de coulée de la pièce<sup>23</sup>.

### Les nodules de terre cuite

Est également à signaler la récolte, toujours dans la même couche de démolition c 5 et dans le blocage des parois St 2 et 3, d'une vingtaine de nodules de terre cuite de forme irrégulière, façonnés à la main. Ces pièces ont pu être utilisées pour le colmatage ou le calage du moule qui nécessitait une stabilisation parfaite durant les phases de pré-cuisson, de cuisson et de coulée.

<sup>16</sup> Ensemble 86/6281.

<sup>17</sup> Ensembles 86/6288 et 10141.

<sup>18</sup> Inv. 86/6281-10.

<sup>19</sup> WILLER 1999, p. 230-231.

<sup>20</sup> Inv. 86/6281-6.

<sup>21</sup> Inv. 86/6281-10, 11 et 20.

<sup>22</sup> Ensembles 86/6281 et 6288.

<sup>23</sup> Observation et remarques de M. Pernot.

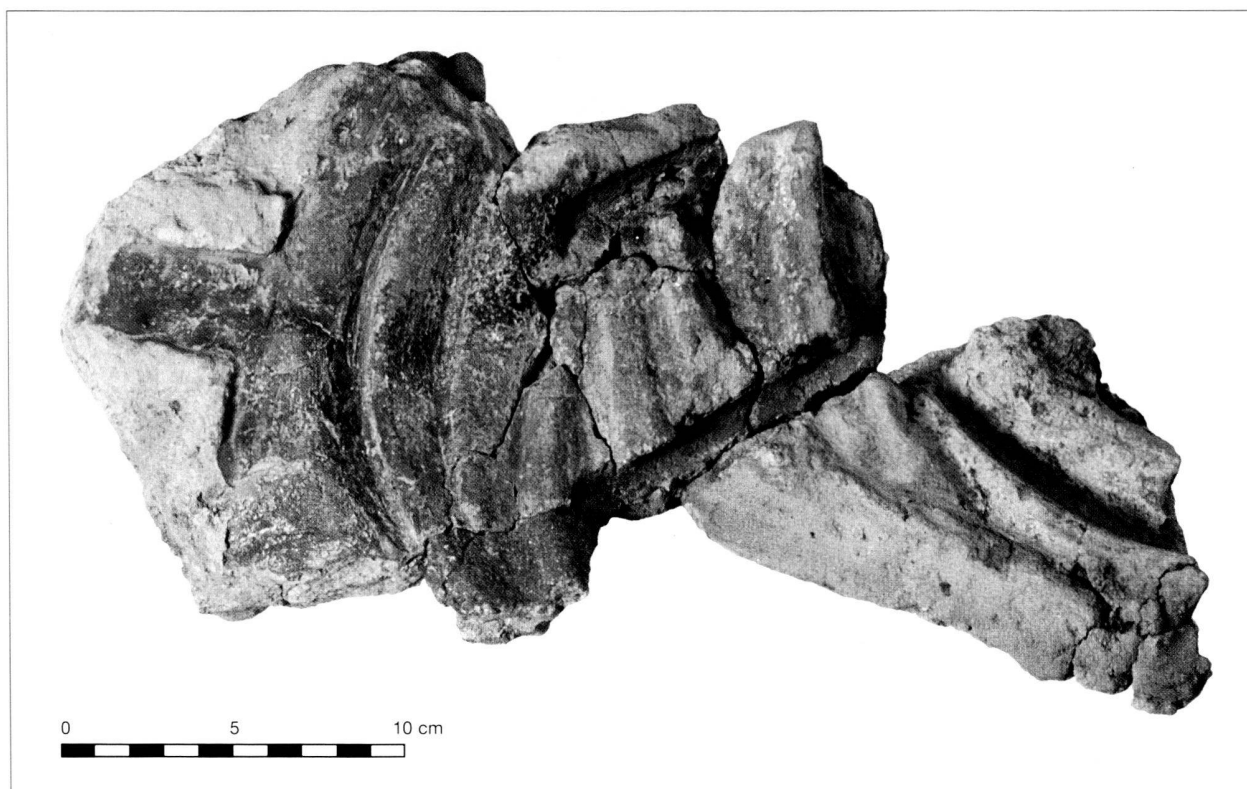


Fig. 12. Insula 12, 1986. Domus Est, cour L 39, fosse A 2. Fragment de moule en terre cuite du vêtement d'une grande statue (Inv. 86/6281-6). Etat 3B (fin du I<sup>er</sup> s. ap. J.-C. à 150 ap. J.-C.).

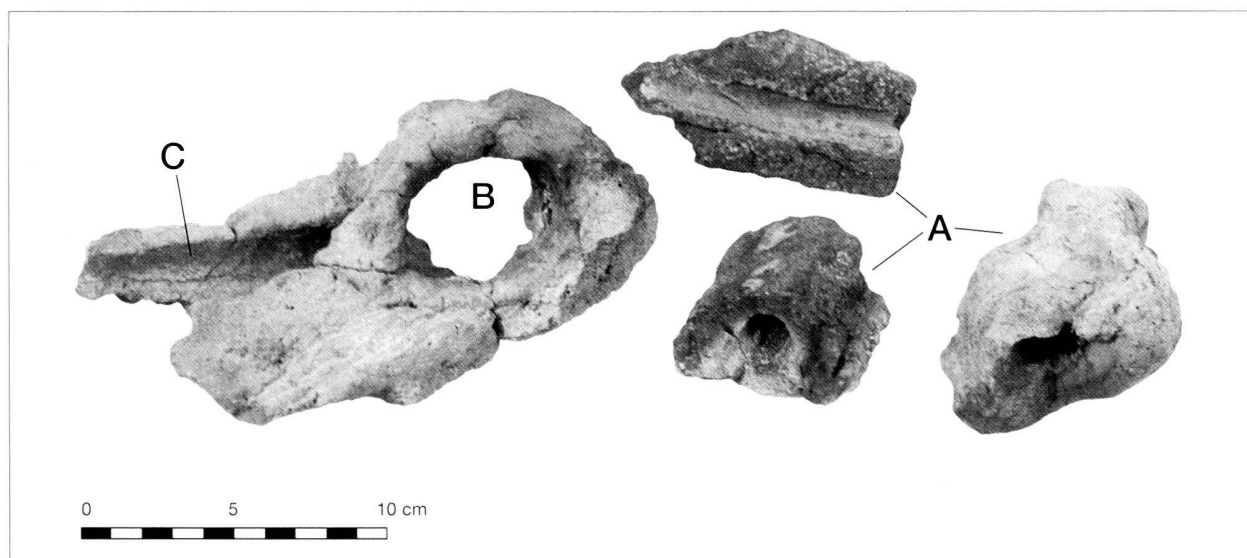


Fig. 13. Insula 12, 1986. Domus Est, cour L 39, fosse A 2. A: fragments de canaux de coulée et d'évent en terre cuite. B: embouchure d'un canal d'évacuation de la cire portant les traces d'un « bouchon », C: canal de coulée en connexion avec l'orifice B (Inv. 86/6288-1). Etat 3B (fin du I<sup>er</sup> s. ap. J.-C. à 150 ap. J.-C.).

### Déchets métallurgiques

Outre les poussières de bronze (particules de sel de cuivre) disséminées dans les différents niveaux de démolition et de remblai de la fosse A 2, les témoignages de l'activité métallurgique sont rares. Ils se résument à quelques éléments scorifiques vitreux, sept au total, tous issus de la couche de démolition c 5<sup>24</sup>. L'analyse de ces scories permettra d'en déterminer la composition<sup>25</sup>. La rareté des

déchets métallurgiques n'a rien de surprenant étant donné le fait que nous sommes en présence d'une fosse de coulée et non de fours de fusion<sup>26</sup>.

<sup>24</sup> Inv. 86/6281-89 à 95.

<sup>25</sup> Selon M. Pernot, la présence de zinc à l'intérieur de ces scories serait caractéristique de la grande statuaire.

<sup>26</sup> Opinion partagée par M. Pernot et V. Serneels.

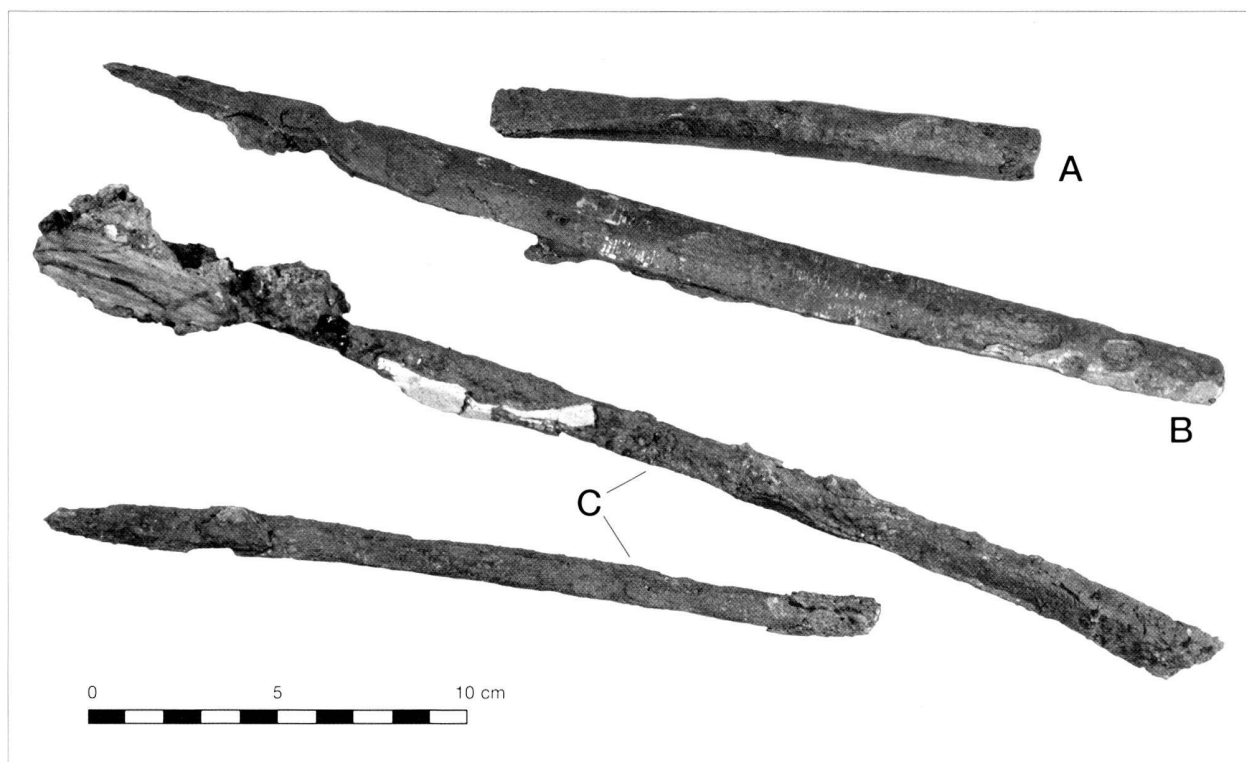


Fig. 14. Insula 12, 1986. Domus Est, cour L 39, fosse A 2. Outils en fer mis au jour dans la couche de démolition c 5. A: ciseau (Inv. 86/6281-3). B: lime (Inv. 86/6281-4). C: tige de soutien du moule présumée (fig. 7, A et fig. 15, o) portant des traces de bois et de coulures de bronze (Inv. 86/6281-5). Etat 3B (fin du I<sup>er</sup> s. ap. J.-C. à 150 ap. J.-C.).

Fait notoire, un fragment de scorie de fer en forme de calotte<sup>27</sup> a été prélevé dans le comblement de la fosse f 1 (fig. 6). Sa cassure suppose qu'elle n'est pas ici en place et que son dépôt est probablement accidentel<sup>28</sup>. En outre, il est possible que l'artisanat du fer ait été aussi présent dans un tel contexte, notamment pour la fabrication ou la réparation d'outils. Cette scorie de forge ne peut par conséquent à elle seule remettre en question l'interprétation de la fosse de coulée pour la fabrication d'un grand bronze.

### Outils et objets métalliques

Au moins deux outils en fer sont clairement identifiables au sein du mobilier récolté dans la couche de démolition c 5: il s'agit d'un ciseau<sup>29</sup>, de 16 cm de longueur (fig. 14, A), et d'une lime<sup>30</sup>, longue de 26 cm (fig. 14, B). Ces deux outils, de bonne facture, ont pu servir pour les travaux post-fonderie, tels l'élimination de la tuyauterie et l'ébarbage des pièces.

Un troisième objet mérite une attention particulière: il s'agit de la tige en fer<sup>31</sup> qui, au moment de sa découverte,

était appuyée contre la paroi Est de la fosse (fig. 7, A). Longue de 0,55 m et de section carrée (1,2 cm), elle porte des traces de bois ainsi que des dépôts de bronze (fig. 14, C). L'une de ses extrémités semble en outre avoir été soumise à une température plus élevée. Ce sont autant d'indices qui parlent en faveur d'une pièce appartenant au dispositif de soutien du moule, que ce soit comme armature de ce dernier ou comme tige servant à stabiliser le moule pendant sa cuisson (fig. 15, o), puis en tant qu'étais du coffrage de planches lors du remplissage de la fosse au moyen de sable avant le processus de coulée. L'hypothèse du manche d'un outil, bien que peu probable, ne peut être entièrement écartée.

Signalons enfin la récolte, dans la couche de démolition c 5 et l'horizon charbonneux Ho 1 qui la coiffe, de plusieurs clous à tête ronde et de crampons de *tubuli*<sup>32</sup>, identiques à ceux encore en place dans les parois de la fosse, ainsi que d'un crochet en fer.

### Interprétations et restitution

Face aux nombreux problèmes d'interprétation rencontrés au cours de l'élaboration de ces données, une recherche bibliographique a été engagée. Nous avons rapidement dû nous rendre à l'évidence que les agencements particuliers de

<sup>27</sup> Ensemble 86/6289.

<sup>28</sup> Selon l'avis de V. Serneels qui a examiné cette pièce.

<sup>29</sup> Inv. 86/6281-3.

<sup>30</sup> Inv. 86/6281-4.

<sup>31</sup> Inv. 86/6281-5.

<sup>32</sup> Ensembles 86/6281 et 6282.

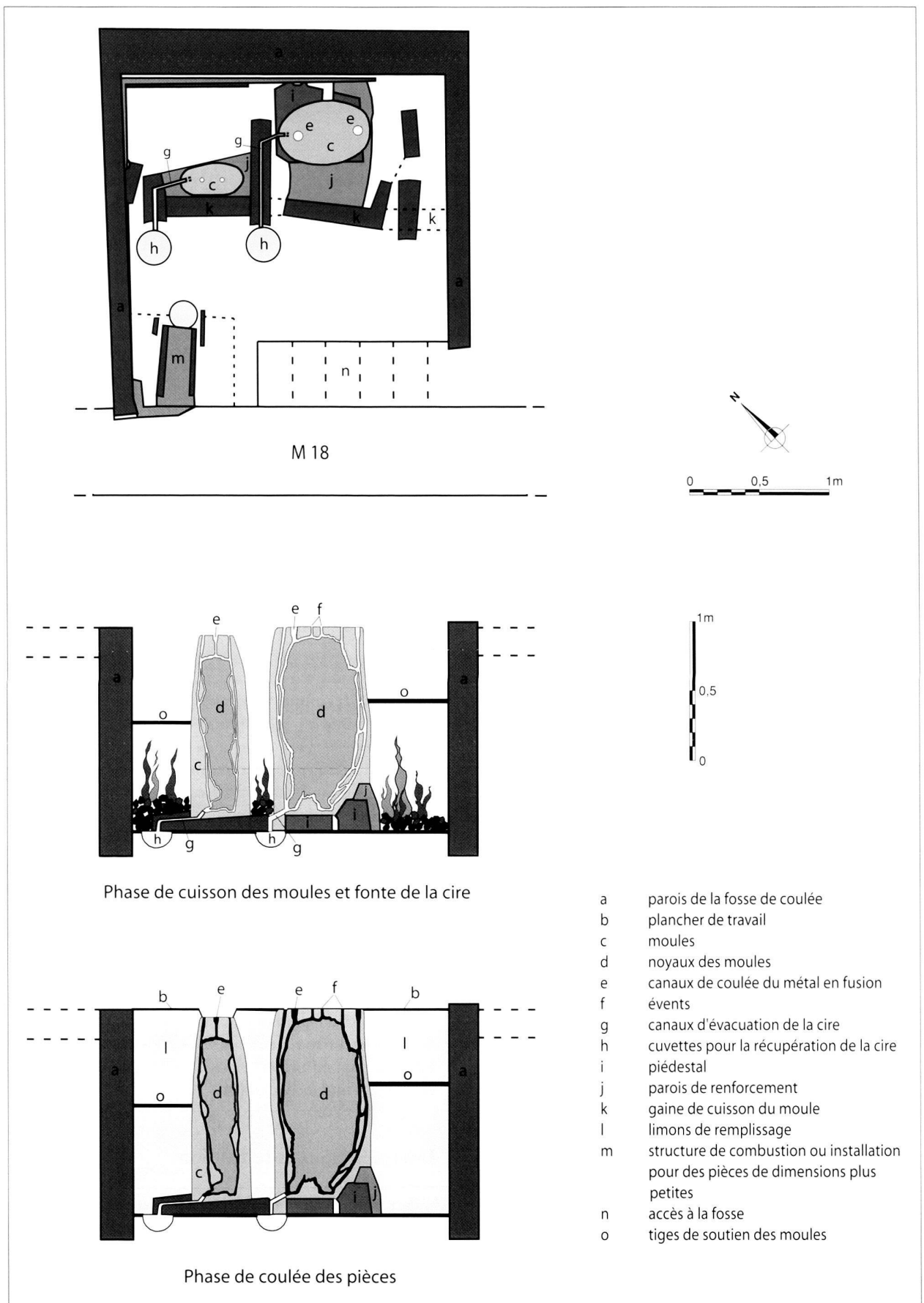


Fig. 15. Insula 12, 1986. Domus Est, cour L 39. Proposition de restitution schématique en plan et en coupe des installations de la fosse A 2 durant le processus de cuisson et de décirage du moule, puis de la coulée des pièces.

la fosse A 2 ne trouvent aucun parallèle convaincant parmi les installations de bronziers du monde gallo-romain, lesquelles sont essentiellement liées à la fabrication de petits objets. Seuls deux exemples, l'un régional, l'autre local, peuvent être rapprochés de notre installation.

#### L'exemple d'Augst

La structure récemment mise au jour à Augst<sup>33</sup>, à l'intérieur d'un complexe artisanal du I<sup>er</sup> siècle de notre ère situé non loin du *forum*, présente certaines analogies avec notre structure-canal St 8. Il s'agit d'une aire semi-enterrée de 0,50 m de côté, remplie d'argile rubéfiée et bordée de fragments de tuiles posés de chant. Des particules de bronze ont été observées à l'intérieur du remplissage de la structure et sur le sol avoisinant. Devancée par une petite fosse, analogue à celles mises au jour dans la fosse A 2, cette installation a été interprétée comme un four de fusion pour la fabrication de grandes pièces de bronze à partir de matériaux recyclés<sup>34</sup>. En l'absence de témoignage concret d'une telle fonction, tant à Augst que dans l'insula 12, l'interprétation de la structure avenchoise St 8 reste sujette à caution.

#### La fosse d'Avenches/En Selley

En 1997, l'ouverture d'une tranchée exploratoire au voisinage du théâtre romain d'Avenches<sup>35</sup> a mis en évidence un grand local semi-enterré, de 1,50 m de profondeur et de 3,75 m de large ; accolé au pied d'un mur de façade, il est délimité à l'opposé par un muret non maçonné, essentiellement composé de *tegulae* et de moellons calcaires en remploi. La fouille du remplissage limoneux du local a livré, outre un gros bloc de grès rubéfié en surface<sup>36</sup>, piédestal potentiel pour le moule d'une grande pièce, de précieux témoignages de la métallurgie du bronze : éléments de construction d'un fourneau, fragments de creusets, nombreuses scories, ainsi que plusieurs morceaux de moule destinés à la fabrication de pièces de moyennes et de grandes dimensions<sup>37</sup>.

En dépit d'une vision partielle, l'aspect de cette fosse et une partie du mobilier qu'elle renferme l'apparentent à l'installation A 2. Elle contient de surcroît des vestiges qui témoignent d'activités de fonderie supposant l'existence d'un véritable atelier de bronzier adjacent au local semi-enterré, lequel a pu servir en annexe de fosse de coulée. Contrairement à l'installation temporaire de l'insula 12, il s'agit probablement ici d'un atelier permanent se situant aux environs des II<sup>e</sup>-III<sup>e</sup> s. ap. J.-C. Des investigations plus étendues permettraient certainement d'affiner ces comparaisons et de vérifier ces hypothèses.

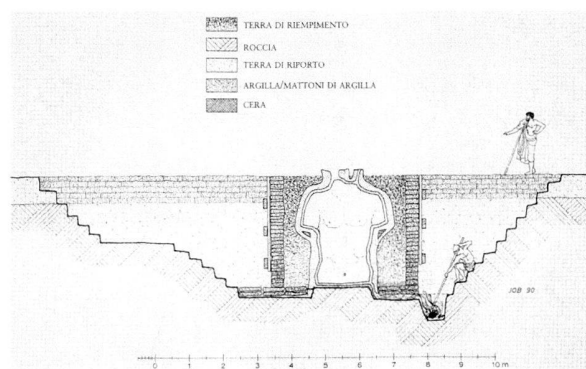


Fig. 16. Rhodes. Reconstitution en coupe de la fosse de coulée de la propriété Mylonas. III<sup>e</sup> s. av. J.-C.

#### Les témoignages hellénistiques

L'identification de fragments de moule de grande statue a réorienté notre recherche vers les travaux concernant la fabrication des grands bronzes antiques et les expérimentations faites à partir des vestiges d'ateliers de productions gréco-romaines<sup>38</sup>. Ces témoignages hellénistiques présentent, toute proportion gardée, plusieurs analogies avec les structures de la fosse A 2, notamment ceux des officines rhodiennes<sup>39</sup>, et du versant sud-est de l'acropole d'Athènes<sup>40</sup>. Ces installations, qui ont servi à fabriquer de très grandes statues en bronze, peuvent se résumer de la façon suivante (fig. 16) :

- Elles se composent d'une grande chambre ou fosse semi-enterrée accessible par un escalier, parfois deux. Les parois de la fosse sont revêtues de briques d'argile, tandis qu'une toiture légère peut compléter le dispositif.
- Au milieu de la fosse se trouve un socle ou piédestal, souvent construit en argile et servant de support au moule. Ce dernier prend place au centre d'une gaine érigée en briques étayées par des planches. L'intérieur est ensuite rempli de sable ou de terre pour améliorer la stabilité du moule pendant la phase de coulée.
- Au fond de la chambre sont aménagés des canaux en relation avec de petites fosses destinées à recueillir la cire du modèle lors de la cuisson du moule. La cire pouvait être récupérée pour une éventuelle réutilisation, ou brûlée sur place.

<sup>33</sup> SÜTTERLIN 1999, p. 66-67.

<sup>34</sup> SÜTTERLIN 1999, p. 67 et RYCHENER 2000, p. 228.

<sup>35</sup> BLANC 1999, p. 10-11 et BLANC et al. 1999, p. 29, fig. 3.

<sup>36</sup> BLANC 1999, p. 10, fig. 3.

<sup>37</sup> SERNEELS/WOLF 1999, p. 115-122.

<sup>38</sup> FORMIGLI 1999. Les schémas explicatifs que contient cet ouvrage ont en outre servi de base à notre proposition de restitution, notamment le dessin de restitution d'une fosse de coulée en Tunisie, cf. WILLER 1999, p. 229-238 et fig. 12.

<sup>39</sup> FORMIGLI/HACKLÄNDER 1999, p. 299-316. Il s'agit du compte rendu de la reconstitution expérimentale d'une fosse de coulée hellénistique, calquée sur l'un des exemples de Rhodes (III<sup>e</sup> s. av. J.-C.), pour la fabrication d'un modèle en bronze. Ces travaux apportent de précieuses indications sur l'agencement et le déroulement des opérations à l'intérieur de ce type d'installation.

<sup>40</sup> ZIMMER 1999, p. 49-65.



## Processus de fabrication d'un grand bronze

En préambule à la proposition de restitution des aménagements de la fosse A 2, il convient de rappeler les principales étapes liées à la fabrication d'un grand bronze, qui peut prendre plusieurs semaines, voire plusieurs mois.

### Réalisation du modèle en cire :

- La fonte à la cire perdue consiste premièrement à réaliser un modèle en cire, en plusieurs pièces lorsqu'il s'agit d'un grand format.
- Parallèlement est créée et aménagée la fosse de coulée.

### Fabrication du moule :

- Mise en place et assemblage à la cire à chaud des différentes pièces du modèle sur le piédestal.
- Installation de barres d'armature verticales, de broches transversales de maintien (éléments distanciateurs) et de tiges de soutien extérieures prenant appui contre les parois de la fosse; remplissage progressif du noyau du moule avec de l'argile.
- Ajout sur le modèle des différents canaux d'évent (échappement des gaz), d'évacuation par le bas (fonte de la cire) et de coulée (bronze en fusion), tous façonnés à la cire.
- Réalisation de l'enveloppe externe du moule avec application des premières couches au pinceau sur le modèle en cire, puis façonnage en plusieurs couches successives.

### Séchage du moule :

- La dessiccation complète du moule doit être lente, sans chauffage et se faire sous couvert, à l'abri des intempéries.
- Durant ce laps de temps (plusieurs jours), les travaux préparatoires de fonderie peuvent commencer.

### Cuisson du moule et fonte de la cire (décirage) :

- Cloisonnement de la fosse autour du moule.
- Installation et mise à feu de foyers tout autour du moule pour une cuisson homogène.
- Cuisson du moule et fonte de la cire; la température est progressivement élevée jusqu'à 400-600°. Cette opération peut prendre plusieurs jours.
- Récolte de la cire dans les fosses-cuvettes. La quantité de cire écoulee permet d'estimer celle du métal à couler (1 litre de cire équivaut à environ 9 kg de bronze<sup>41</sup>).
- Obturation des canaux d'évacuation de la cire et enchaînement direct avec l'étape suivante.

### Phase de coulée du bronze :

- Remplissage de la fosse coffrée à l'aide de sables et de limons pour une meilleure consolidation du moule pendant la coulée; les tiges de soutien utilisées pour la cuisson du moule demeurent.
- Installation d'un plancher au sommet de la fosse comblée pour surveiller et s'activer autour des orifices de coulée.
- Coulée du métal au moyen de creusets ou par le biais de canaux qui, partant du four de fusion situé dans un rayon

restreint, devaient acheminer le métal liquide jusqu'aux orifices de coulée<sup>42</sup>; le bronze en fusion (environ 1'000 à 1'100°) va ensuite se répandre dans tous les espaces occupés auparavant par la cire, y compris les canaux.

### Phase de décochage ou brisure du moule :

- Une fois la pièce coulée et refroidie, le moule est cassé et l'on procède à l'élimination des canaux et du noyau.
- Peuvent alors commencer les travaux post-fonderie que sont l'ébarbage, les réparations à l'emplacement des broches, des tiges et des canaux, le ponçage, le polissage et l'assemblage des différentes pièces par rivetage ou par coulée (pièces avec tenons).

## Proposition de restitution

A la lumière des témoignages hellénistiques et expérimentaux, les vestiges avenchois prennent toute leur signification, nous autorisant à les considérer comme les éléments constitutifs d'une fosse de coulée. Ceux-ci peuvent être interprétés et restitués de la manière suivante (fig. 15) :

- La gaine en terre cuite du local semi-enterré correspond effectivement aux parois de la fosse de coulée (fig. 15, a); celle-ci devait être en tout temps accessible par une rampe ou un escalier sommaire (n) pour y installer le – ou les moules – et leurs supports, confectionner et coffrer la gaine de cuisson, préchauffer et chauffer le moule, alimenter les foyers, récolter la cire et en obturer les canaux d'évacuation, s'assurer du maintien du moule et enfin extraire les pièces coulées de leur gangue d'argile.
- Adossé à la paroi Est de la fosse, l'assemblage de blocs et de tuiles P a dû constituer le piédestal (i) du moule d'une grande pièce (c-d). Les murets internes St 1 et 2 auraient, quant à eux, fait office de parois de renforcement de l'infrastructure (j). L'agencement de *tegulae* placées verticalement (T 1 à 4) serait venu doubler l'ensemble pour former la gaine de la fosse de cuisson des moules (k). Le dispositif de soutènement du moule aurait été complété par la mise en place de tiges externes (o), telle celle mise au jour.
- Les canaux d'*imbrices* St 5, 6, et peut-être 7, auraient servi à l'évacuation de la cire fondue (g) dans les fosses-cuvettes f 1 et f 2 (h). La disposition en batterie de ces canaux d'évacuation permet d'envisager la fabrication simultanée d'au moins deux pièces, le second moule ayant pu prendre assise sur le massif d'argile et de tuiles légèrement trapézoïdal St 3 (fig. 8 et 15, j).
- Après la cuisson des moules et le décirage, la gaine de *tegulae* (k) a pu, moyennant un étayage supplémentaire, contenir le remplissage sablo-limoneux (l) destiné à consolider le maintien des moules durant la phase de coulée. Le comblement supérieur de la fosse, à composante essentiellement sableuse, pourrait avoir été effectué

<sup>41</sup> Information fournie par M. Pernot.

<sup>42</sup> Hypothèse avancée par M. Pernot pour la fosse A 2. En outre, la fouille de cette dernière n'a livré aucun témoignage concret de l'utilisation de creusets.

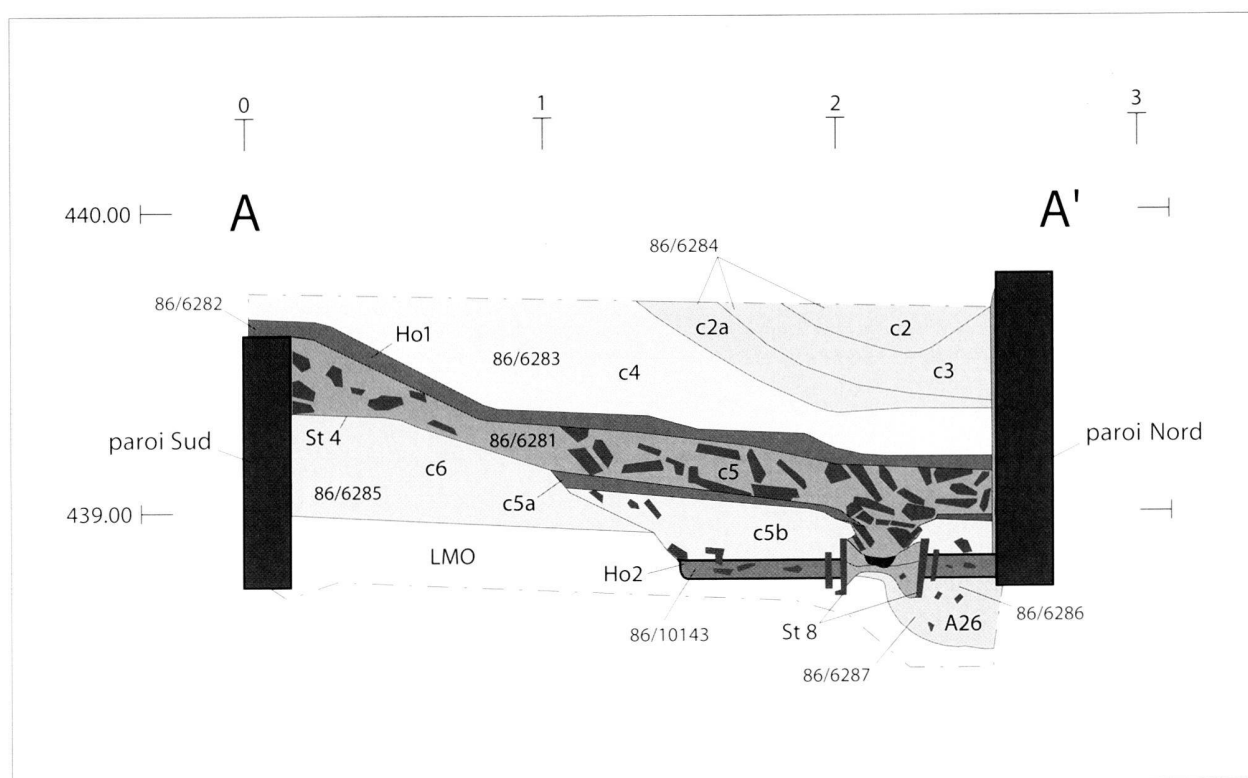


Fig. 17. Insula 12, 1986. Domus Est, cour L. 39. Coupe transversale à l'intérieur de la fosse A 2: c 2-2a et 3: poches de comblement supérieures sablo-gravillonneuses compactées, charbons épars, nodules de terre cuite, particules de bronze, céramique; c 4: remblai sablo-gravillonneux, nodules de terre cuite et d'argile rubéfiée, rares déchets métallurgiques, céramique; Ho 1: horizon charbonneux à cendreuse, homogène, traces d'oxydation de métal, argile rubéfiée, rares déchets métallurgiques, céramique; c 5: couche de démolition des installations, matrice sablo-argileuse et charbonneuse, nombreux fragments de tuiles, de moule, de canaux en terre cuite, particules de bronze, clous, outils en fer, céramique; c 5a: base de c 5, plus charbonneuse, nodules de terre cuite, épandage des couches des dernières activités; c 5b: remblai sablo-limoneux induré scellant partiellement la structure-canal St 8; Ho 2: niveau de circulation charbonneux et gravillonneux, incluant des particules de bronze; c 6: remblai antérieur lié à l'aménagement de la cour (état 3A), matrice limoneuse avec inclusions charbonneuses, céramique; A 26: fosse antérieure (état 1), matrice limoneuse et charbonneuse, fragments de terre cuite, céramique; LMO: limons morainiques oxydés (sommet du terrain naturel).

peu de temps après l'abandon de la structure, à l'aide de ces matériaux de consolidation.

- L'opération de coulage du bronze s'effectuait au sommet de la fosse comblée par les limons (l), probablement recouverte par un plancher de travail (b) permettant aux artisans de s'activer à proximité des orifices de coulée (e) et d'évent (f). Omniprésent sur la totalité de la surface de la fosse, l'horizon charbonneux à cendreuse Ho 1 pourrait constituer le vestige calciné de ce plancher présumé, à moins qu'il ne s'agisse du démantèlement par incendie du couvert de la fosse (fig. 17, Ho 1).
- Le métal remplissait progressivement à la fois l'ensemble de la tuyauterie et l'empreinte du modèle en cire, entre l'enveloppe externe et le noyau (d) du moule. Les nombreux fragments de canaux récoltés proviendraient du bris du moule (décochage), lors de la récupération de la pièce brute de fonte, et de leur élimination à l'aide de ciseaux, tel celui prélevé dans la démolition de l'installation.
- La structure-canal St 8 (m), pour laquelle il n'est pas encore possible de proposer une restitution, est une ins-

tallation légèrement antérieure, plus modeste, qui a pu servir pour la fabrication de petites pièces, par exemple des éléments d'ornementation pour la statuaire. L'hypothèse d'un premier four de fusion n'ayant pas forcément de lien direct avec la fabrication des grandes pièces dans la partie orientale de la fosse n'est cependant pas entièrement exclue.

Notre proposition de restitution ne prend pas en compte le four de fusion dont l'absence fait cruellement défaut. Celui-ci devait en effet obligatoirement faire partie du processus de fabrication et se situer à proximité immédiate de la fosse, dans la cour L. 39 ou la partie non explorée de l'annexe L. 73'. Il est évident que l'installation présentée ici est incomplète et devait, outre l'aire de fusion du métal, comporter d'autres secteurs annexes où ont notamment dû être réalisées les pièces du modèle et les différents canaux. Le morceau de calotte de fer exhumé pourrait témoigner de la présence voisine d'une forge pour la fabrication des outils et des tiges de soutien. Enfin, nous ignorons pour l'heure si cette installation a servi à la fabrication d'une seule ou de plusieurs statues.



## La stratigraphie

L'établissement de coupes intermédiaires lors de la fouille de l'installation A 2 a mis en évidence une succession de couches liées aux ultimes activités à l'intérieur de la fosse<sup>43</sup> (fig. 17, c 5a-b et Ho 2), au démantèlement des structures (c 5), à la destruction par incendie d'un plancher ou couvert (Ho 1), ainsi qu'au comblement supérieur de la fosse avec des poches de remplissage concentriques de matériaux sablo-gravillonneux compactés, destinés à assainir le secteur (c 2 à c 4).

La partie non excavée à l'angle sud-ouest, réservée à une rampe d'accès ou à un escalier, révèle, au sommet du terrain naturel, une couche limoneuse incluant des déchets organiques (c 6). À l'angle nord-ouest, c'est une fosse à remplissage limoneux-charbonneux qui a été mise en évidence (A 26), implantée dans les limons morainiques stériles (LMO). Antérieure à l'installation artisanale, cette fosse est rattachée à la première occupation du quartier (état 1).

## Conclusions

Cette étape initiale de la recherche, dont le but premier est de fournir les bases nécessaires aux études à venir, permet d'ores et déjà de réévaluer l'importance de cette découverte exceptionnelle. Elle constitue en effet un document

extrêmement précieux pour l'artisanat métallurgique gallo-romain en général et pour la fabrication de la grande statuaire en particulier, quand bien même plusieurs questions demeurent en suspens.

Au-delà de son intérêt purement technique et métallurgique, cette installation revêt plusieurs particularités remarquables, tels son caractère temporaire et surtout son insertion dans un contexte urbain, de surcroît résidentiel et privé. Un tel constat devrait attirer l'attention sur le fait que les traces d'activités artisanales dans une région urbanisée ne doivent pas être considérées systématiquement comme la preuve d'une profonde mutation du quartier concerné.

Enfin, cette installation livre un témoignage indirect sur le standing du commanditaire, très probablement le propriétaire de la résidence Ouest de l'*insula* 12 (fig. 2); il s'agit selon toute vraisemblance d'un personnage de rang suffisamment élevé pour pouvoir se payer le luxe de faire venir sur place un artisan et ses ouvriers afin de fabriquer une ou plusieurs grandes statues.

Les diverses études et analyses programmées pour 2003 devraient élargir considérablement nos connaissances sur cette forme d'artisanat si particulière et complexe qu'est la fabrication de grands bronzes. Il serait également souhaitable qu'à court ou moyen terme ait lieu une reprise des recherches sur le site de l'atelier d'*En Selley*, afin de mieux mesurer l'importance de la production de la grande statuaire au sein des activités artisanales aventiciennes.

<sup>43</sup> Cf. *infra* Annexe, p. 159-161.

## Annexe : Le mobilier céramique de la fosse de coulée A 2

DANIEL CASTELLA

Précédant l'aménagement de la fosse de coulée, la mise en place de l'état 3 est datée par l'abondant mobilier récolté dans ses niveaux de remblai et de construction<sup>44</sup>. La présence de fragments de bols de TSO Drag. 37 de Gaule méridionale et de céramiques à revêtement argileux mat livre un *terminus post quem* du début de l'époque flavienne ; ce *terminus* est même fixé de manière plus précise (81 ap. J.-C.) par une monnaie de Domitien<sup>45</sup>.

A l'intérieur même de la fosse de coulée, quelques éléments de mobilier sont rattachés à la séquence illustrée par la stratigraphie (fig. 17).

L'ensemble le plus ancien (86/6286-6287) correspond à une fosse antérieure à l'implantation de l'installation de bronziers (A 26). Le rare mobilier récolté semble autoriser une attribution à l'état 1 de l'insula 12 (horizon 1 ; env. 1/10-40/50 ap. J.-C.).

Egalement antérieur à la mise en place de l'installation artisanale, le remblai c 6 correspond stratigraphiquement aux niveaux de construction de l'état 3 susmentionnés. Le mobilier associé (cat. n<sup>os</sup> 1-2) est caractéristique du milieu et du troisième quart du I<sup>er</sup> siècle.

Aucun mobilier céramique n'est hélas rattaché au premier niveau d'utilisation de la fosse (Ho 2), au remblai c 5b qui le coiffe, ni au fin niveau d'utilisation c 5a.

Dans le niveau de démolition (c 5), on relève la présence d'un gros fragment de fond d'amphore vinaire sud-gauloise, qui pourrait avoir eu une fonction dans le cadre de l'activité des bronziers (réserve d'eau?). On peut noter en outre la présence de quelques tessons datables entre la fin du I<sup>er</sup> et les premières décennies du II<sup>e</sup> siècle (dont cat. n<sup>o</sup> 3), ainsi que celle d'un petit fragment de gobelet à revêtement argileux brillant. La présence de ce tesson, s'il n'est pas intrusif, indique que le comblement de la fosse de coulée n'est pas antérieur au milieu du II<sup>e</sup> siècle. Relevons qu'il s'agit là du fragment le plus tardif récolté dans cette séquence.

La céramique associée au niveau charbonneux Ho 1 (dont cat. n<sup>o</sup> 4) est très proche de l'ensemble précédent (Flaviens - début du II<sup>e</sup> siècle), avec lequel plusieurs recollages sont d'ailleurs signalés.

Assez abondante, la céramique récoltée dans les niveaux de comblement supérieurs de la chambre (c 4 : cat. n<sup>os</sup> 5-6 ; c 2a, c 3 et c 2 : cat. n<sup>os</sup> 7-9) est toujours datable de la fin du I<sup>er</sup> et du début du siècle suivant.

En résumé, l'installation des bronziers peut être située chronologiquement entre la dernière décennie du I<sup>er</sup> et le milieu du siècle suivant. Le comblement de la chambre semble avoir suivi de peu son abandon.

<sup>44</sup> Cf. *supra* MOREL/CASTELLA, p. 38 et 68-70, en particulier les ensembles 86/6086, 6169, 6176, 6182, 6196, 6199 et 6218 ; cf. pl. 8-13 : cat. n<sup>os</sup> 129, 136, 143, 147, 150, 152, 154, 163, 175, 178, 180, 190, 196, 200, 204, 208 et 212.

<sup>45</sup> Cf. *supra* FREY-KUPPER, p. 125-126, cat. n<sup>o</sup> 6.

## Catalogue (fig. 18)

Abréviations utilisées :

|         |   |
|---------|---|
| AV      | référence à la typologie de la céramique d'Avenches <sup>46</sup> |
| CRU     | cruche  |
| PCL     | céramique commune à pâte claire                                   |
| PGR     | céramique commune à pâte grise                                    |
| RAR mat | céramique à revêtement argileux mat                               |
| TSI     | imitation locale ou régionale de terre sigillée                   |
| TSL     | terre sigillée lisse (importée)                                   |
| TSO     | terre sigillée ornée (importée)                                   |

Pour les autres abréviations typologiques, cf. p. 83 et bibliographie p. 122.

### Fosse A 26 (ensembles 86/6286-6287)

TSI Drag. 15/17; TSI Drack 21 précoces; céramique commune grise de tradition laténienne.

### Couche c 6 (ensemble 86/6285)

TSO Drag. 29; TSL Drag. 22/23; TSI Drack 4/AV 259.

1. TSI. Bol à collerette Hof. 12 (Drack 19; AV 213). Technique « grise ». Inv. 86/6285-2.
2. PGR. Pot ovoïde AV 63. Pâte friable, très grossière; surfaces rugueuses. Inv. 86/6285-1.

### Couche c 5 (ensemble 86/6281)

RAR mat AV 78; PGR AV 74 (*terra nigra*).

3. PCL. Bol à collerette AV 216 (Curle 11). Inv. 86/6281-7.

### Ho 1 (ensemble 86/6282)

TSL Drag. 25 GM; TSI Drack 21; RAR mat AV 78; PGR AV 74 (*terra nigra*).

4. Petite lampe ouverte AV 407. Pâte beige, assez fine. Inv. 86/6282-3.

### Couche c 4 (ensemble 86/6283)

5. CRU, PGR. Cruche à deux anses. AV 333 ou AV 335. Pâte grise. Inv. 86/6283-2.

6. PGR. Pot ou tonnelet AV 12. Pâte à inclusions sableuses, surfaces lisses. Inv. 86/6283-3.

### Couche c 2-3 (ensemble 86/6284)

TSO Drag. 29; TSL service A ou D; TSL Hof. 12; RAR mat AV 78; PGR AV 74 (*terra nigra*).

7. TSI. Assiette Drag. 36 (Drack 14; AV 261). Inv. 86/6284-2.
8. TSI. Bol Drack 21 (AV 128). Lèvre légèrement déversée, concave, détachée de la paroi. Inv. 86/6284-3.
9. PCL. Bol à marli AV 207/209. Pâte assez fine, contenant d'abondantes paillettes de mica. Inv. 86/6284-4.

## Crédit des illustrations :

Fig. 1, 3 à 5, 7 à 14 : photos MRA.

Fig. 2 et 6 : J.-P. Dal Bianco, FPA.

Fig. 15 et 17 : C. Chevalley, FPA.

Fig. 16 : Illustration tirée de G. ZIMMER, La tecnica di fusione dei grandi bronzi ellenistici e le fonderie del bronzo a Rodi, in E. FORMIGLI (éd.), *I grandi bronzi antichi. Le fonderie e le tecniche di lavorazione dall'età arcaica al Rinascimento. Atti dei seminari di studi ed esperimenti*. Murlo 24-30 luglio 1993 e 1-7 luglio 1995, Siena, 1999, p. 212, fig. 5.

Fig. 18 : E. Gutscher, Avec Le Temps Sàrl, Blonay.

<sup>46</sup> D. CASTELLA/M.-F. MEYLAN KRAUSE, La céramique gallo-romaine d'Avenches et de sa région. Esquisse d'une typologie, *BPA* 36, 1994, p. 5-126

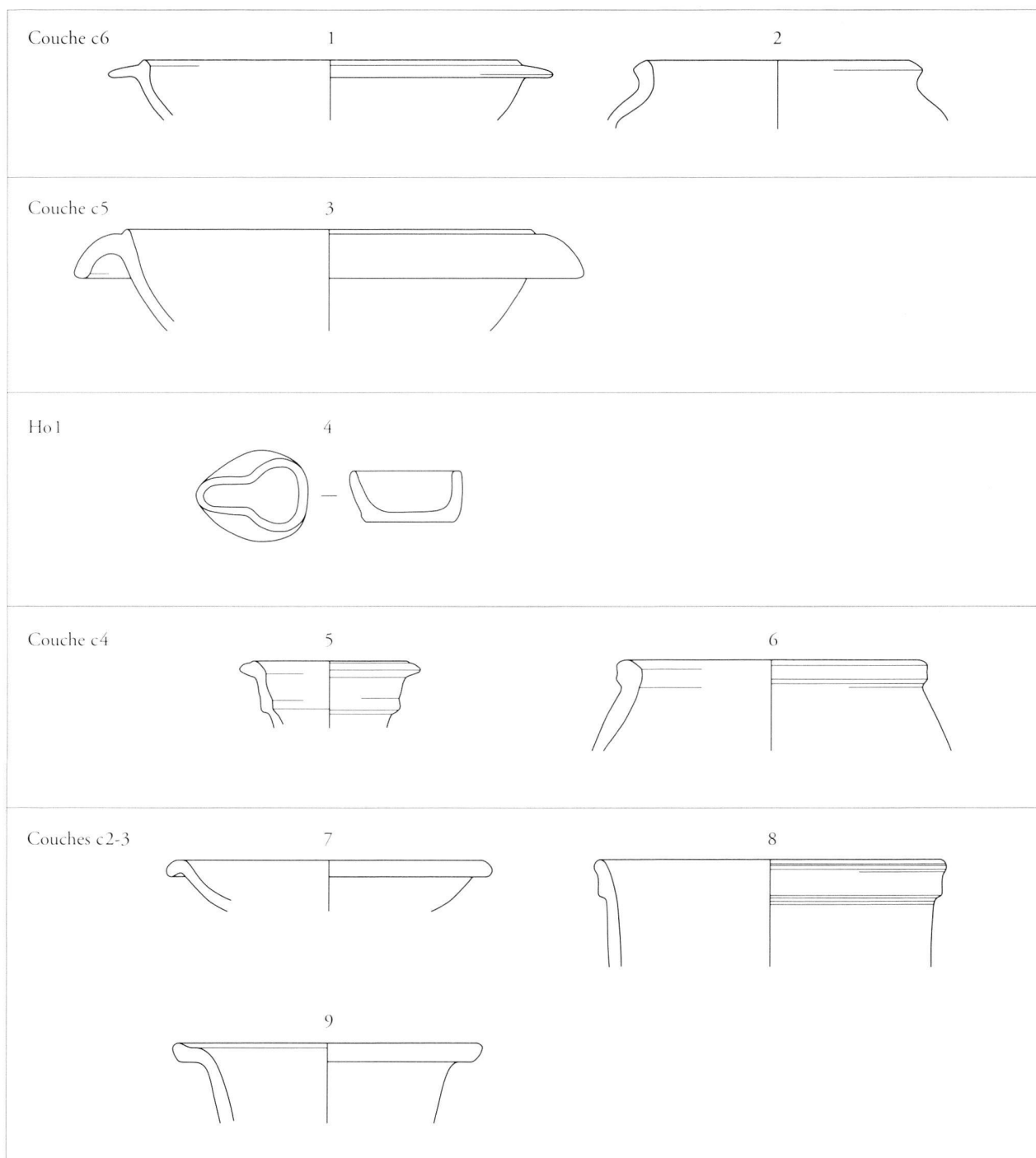


Fig. 18. Insula 12. Fosse de coulée de bronziers. Le mobilier céramique. Echelle 1:3.

## Bibliographie

(abréviations cf. p. 6)

- BLANC 1999 P. BLANC, Avenches/*En Selley*, rapport sur les investigations réalisées en 1997-1998, *BPA* 41, 1999, p. 7-23.
- BLANC *et al.* 1999 P. BLANC *et al.*, Avenches/*En Selley*, investigations 1997 : quelques repères sur l'occupation tardive d'un quartier périphérique d'*Aventicum* (insula 56). Structures et mobilier des III<sup>e</sup> et IV<sup>e</sup> s. ap. J.-C., *BPA* 41, 1999, p. 25-70.
- FORMIGLI 1999 E. FORMIGLI (éd.), *I grandi bronzi antichi. Le fonderie e le tecniche di lavorazione dall'età arcaica al Rinascimento. Atti dei seminari di studi ed esperimenti. Murlo 24-30 luglio 1993 e 1-7 luglio 1995*, Siena, 1999.
- FORMIGLI/HACKLÄNDER 1999 E. FORMIGLI/N. HACKLÄNDER, Resoconto della ricostruzione sperimentale di una fossa di fusione ellenistica e della cottura di un modello dell'*Adorante* di Berlino, in: FORMIGLI 1999, p. 297-316.
- MEYLAN KRAUSE 2000 M.-F. MEYLAN KRAUSE, Les artisans dans la ville, *AS* 24, 2001-2, p. 56-57.
- MOREL 1987 J. MOREL, Avenches, *Aux Conches-Dessous*. Investigations en 1985-1986, *ASSPA* 70, 1987, p. 185-188.
- RYCHENER 2000 J. RYCHENER, Augst BL, E. Frey AG (Grabung 1999.60), *ASSPA* 83, 2000, p. 226-228.
- SERNEELS/WOLF 1999 V. SERNEELS/S. WOLF, Les témoignages du travail du fer et du bronze provenant des fouilles *En Selley* à Avenches en 1997, *BPA* 41, 1999, p. 111-123.
- SÜTTERLIN 1999 H. SÜTTERLIN, Ausgrabungen im Areal der E. Frey AG (Grabung 1999.60), *Jber. AK* 20, 1999, p. 57-70.
- WILLER 1999 F. WILLER, La tecnica di costruzione dell'erma di Mahdia, in: FORMIGLI 1999, p. 229-238.
- ZIMMER 1999 G. ZIMMER, Tecnologia delle fonderie del bronzo nel V secolo a.C., in: FORMIGLI 1999, p. 49-65.