



HAL
open science

Les techniques de construction du second forum de Bavay (Nord) : utilisation, origine et datation des matériaux en terre cuite

Xavier Deru, Christine Louvion, Geoff Dannell, Éric Goemaere, Philippe
Lanos

► To cite this version:

Xavier Deru, Christine Louvion, Geoff Dannell, Éric Goemaere, Philippe Lanos. Les techniques de construction du second forum de Bavay (Nord) : utilisation, origine et datation des matériaux en terre cuite. Gallia - Archéologie des Gaules, 2019, 76 (2), pp.45-81. 10.4000/gallia.4942 . hal-02485299

HAL Id: hal-02485299

<https://hal.science/hal-02485299>

Submitted on 27 Feb 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License

Les techniques de construction du second *forum* de Bavay (Nord)

Utilisation, origine et datation des matériaux en terre cuite

Xavier DERU¹ et Christine LOUVION²

avec la collaboration de Geoff DANNELL³, Éric GOEMAERE⁴ et Philippe LANOS⁵

Mots-clés. Forum, architecture, matériau en terre cuite, estampille, économie.

Résumé. Le forum de Bavay (Nord) a connu deux principales phases de construction qui se distinguent par leurs techniques ; la seconde phase introduit l'emploi d'arases de briques dans les murs en petit appareil. Ces constructions ne sont pas homogènes et il a été envisagé de caractériser les différentes techniques qui ont été employées dans chacun des secteurs concernés. Dès lors, des restitutions des élévations peuvent être envisagées à l'aide de modèles d'informations architecturales. Des volumes de maçonnerie et de terres cuites peuvent être estimés. La classification des matériaux peut également être établie : elle a d'ailleurs conduit à des datations archéomagnétiques de

ce même matériau. La démarche suivie a également amené à estimer le volume de briques employé pour la seconde phase de construction du forum. Il se situerait entre 2 000 et 2 750 m³ (3 600-4 950 t) ; celui des tuiles, à 246 m³ (440 t). Ces matériaux en terre cuite ont été produits dans plusieurs dizaines d'ateliers différents localisés dans la vallée de la Meuse, entre Hastière (province de Namur, Belgique) et Hermalle-sous-Huy (province de Liège, Belgique). Ces différents résultats ont permis de comprendre que les circuits d'approvisionnement ont privilégié les cours d'eau (Meuse et Sambre). Ils ont également permis de relativiser le poids économique de la reconstruction d'un des plus grands forums des Gaules entre les II^e et III^e s. dans l'économie plus générale de la cité.

The construction techniques of the second forum of Bavay (North)

Use, origin and dating of the fired earth materials

Keywords. Forum, architecture, fired earth material, stamp, economy.

Summary. The forum in Bavay (North) has been divided into two main phases, distinguished on the basis of their construction techniques. During the second phase, brick levelling in squared regular courses was introduced. These constructions are not homogeneous and, in this article, we try to characterize the different techniques used for each of the preserved sectors in order to undertake a restitution of the missing elevations in building information models. In this way, we can quantify the volumes of masonry in general and fired bricks, in particular. The ceramic building materials are characterized by their types,

stamps, and fabric. They were also dated by archaeomagnetic analysis. This approach enables us to estimate the volume of bricks used for the second phase of the forum between 2,000 and 2,750 m³ (3,600-4,950 t), and the volume of tiles at 246 m³ (440 t). These ceramic building materials were produced in the Meuse Valley, between Hastière and Hermalle-sous-Huy (Belgium), in several dozen different workshops. This study allows us to understand the supply circuits, and the preferential use of river transport (Meuse and Sambre rivers). It also puts into perspective the importance of the reconstruction of one of the largest Gallic fora between the second and third centuries in the economy of the city.

1. HALMA, UMR 8164. Université de Lille, BP 60149, F-59653 Villeneuve-d'Ascq Cedex. Courriel : xavier.deru@univ-lille.fr

2. Service archéologie et patrimoine du Département du Nord. 22 rue Saint Bernard, F-59000 Lille. Courriel : christine.louvion@lenord.fr

3. 28-30 Main Street, Woodnewton Peterborough PE8 5EB, UK. Courriel : geoffrey.brian.dannell@gmail.com

4. Service géologique de Belgique. 29 rue Vautier, B-1000 Bruxelles. Courriel : egoemaere@naturalsciences.be

5. Géosciences-Rennes – Université de Rennes. Campus scientifique de Beaulieu, CS 74205, F-35042 Rennes Cedex. Courriel : philippe.lanos@univ-rennes1.fr

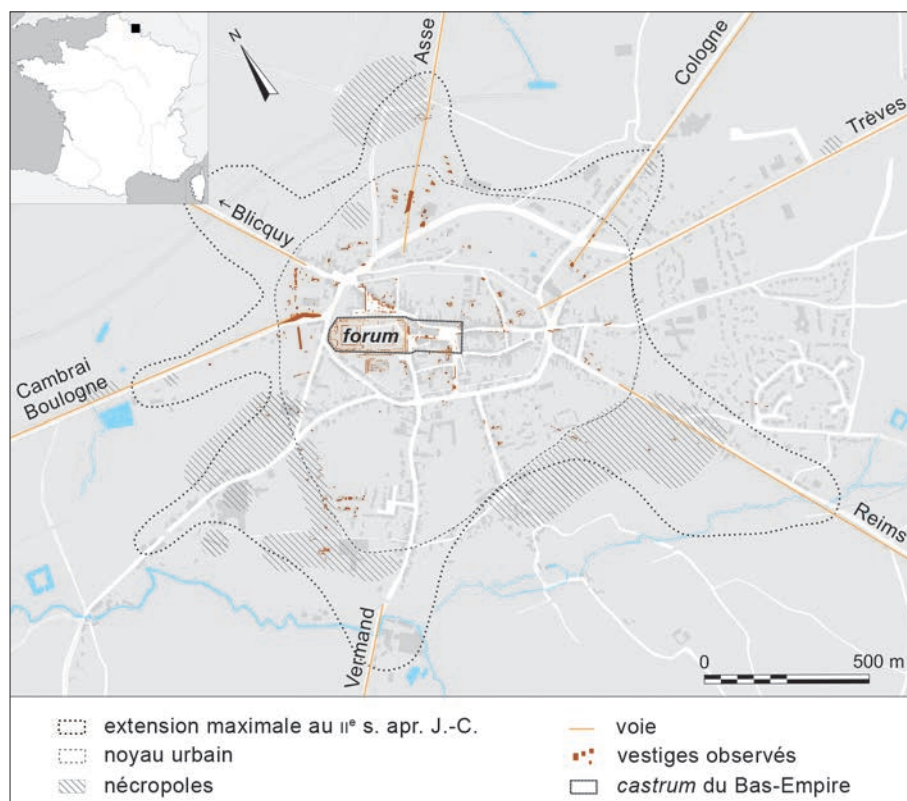


Fig. 1 – Localisation du forum au sein de la ville de Bavay (Nord) (DAO : C. Louvion, SAD59-Halma).

Cet article est né de la convergence de plusieurs projets, le premier portant sur les terres cuites architecturales du Nord de la Gaule, le deuxième sur des travaux de terrain au sein du *forum* de Bavay, le troisième sur la modélisation architecturale de celui-ci.

Un séminaire de master de l'université de Lille a été consacré pendant une semaine à l'inventaire des terres cuites architecturales du musée de Bavay en février 2014, en particulier à l'échantillonnage des pâtes et à un relevé systématique des estampilles¹. Il faisait suite au mémoire de Guillaume Lebrun (2012 ; 2014) portant sur les tuileries du groupe d'Orchies et la diffusion de leur production.

Le *forum* de Bavay compte parmi les plus grands *fora* des provinces de l'Empire. Il est également l'un des rares à être presque entièrement dégagé. Il présente la particularité d'avoir été ceinturé au Bas-Empire par une double enceinte, restée longtemps l'unique vestige visible, marquant la topographie du petit bourg (fig. 1). Le monument a suscité l'intérêt des antiquaires et, dès 1826, Antoine Niveleau a dressé le plan d'une partie de ses structures. L'exploration raisonnée n'a débuté cependant que dans les premières décennies du *xx*^e s. avec Maurice Hénault qui, grâce à quelques sondages, a reconnu, dès 1923, le *forum* de la capitale de la cité des Nerviens. À la suite des destructions de la Seconde Guerre mondiale, des dégagements de grande ampleur ont été entrepris par le chanoine Henri Biévelet ; ils ont été achevés par Frédéric Loridant en 1991. Parallèlement, dans le cadre de chantiers pédagogiques,

1. Au sein du Musée du forum antique de Bavay, nous tenons à remercier Véronique Beirnaert-Mary, Isabelle Bollard-Raineau et Laurent Bouthor, ainsi que nos collègues du Service archéologique départemental du Nord, tous les étudiants, et en particulier Pauline Gourdon et Michel Athanassiadis. Notre gratitude s'adresse aux relecteurs, en particulier à Roger Hanoune et à Benjamin Clément pour leur lecture critique et attentive.

Jean-Claude Carmelez, puis Roger Hanoune, Arthur Muller et Patrick Thollard ont poursuivi l'étude architecturale et affiné la chronologie du site (Delmaire *et al.* 2011). Très récemment, le suivi des travaux de restauration du monument, la fouille d'un reliquat de dégagements anciens et une fouille programmée ont complété la documentation disponible (Louvion 2019 ; Herbin, Meurisse à paraître). En 2004, une maquette numérique restituant le dernier état du *forum* a été conçue dans le cadre du projet « Cyberforum » pour servir de support à une présentation interactive du monument dans le Musée du Forum antique de Bavay. Le modèle créé a ensuite reçu des textures et une animation interactive par la société De Pinxi.

Les fouilles ont révélé un *forum* de 240 sur 110 m, partagé en trois parties : l'aire sacrée à l'ouest, une esplanade centrale et un espace basilical à l'est (fig. 2). Elles ont également distingué deux états principaux de construction, le premier dénommé conventionnellement « état jaune » et le second « état tricolore », en référence à la couleur des matériaux employés. Un état intermédiaire, « rose », a également été distingué au niveau de la basilique, assimilé ici au second état (Hanoune, Muller 1996). Le premier *forum* est en effet bâti à la fin du *i*^{er} s., le second à la fin du *ii*^e s. (voir *infra*, p. 66).

C'est à l'occasion de cette reconstruction que la brique a été intégrée aux maçonneries. Nous désirons tout d'abord caractériser cet emploi et en voir la diversité à partir des structures conservées ou observées en fouilles. Ensuite, nous allons discuter de la restitution des élévations ; cela permettra d'estimer les volumes de maçonneries et la proportion de briques investies. Ces terres cuites architecturales, tuiles et briques, seront alors caractérisées. Nous définirons le corpus épigraphique et les groupes de pâtes et ainsi sera déterminée l'origine des matériaux ; nous ajouterons également les données chrono-

logiques. Pour finir, nous traiterons de l'aspect économique touchant la construction du second *forum*, du volume des terres cuites, de leur production, de leur acheminement sur le chantier et de leur mise en œuvre.

LE FORUM

La description d'un monument aussi vaste en quelques pages est complexe, surtout si l'on souhaite développer principalement la problématique de l'emploi des terres cuites architecturales. Dès lors, seules de brèves références aux constructions de la première phase et à la parure en grand appareil seront faites. Pour faciliter la description, les faits architecturaux ont été numérotés et regroupent des ensembles de maçonneries ayant la même fonction et bâtis selon la même technique. Cette numérotation porte sur les constructions conservées et se poursuit sur les parties restituées (voir *infra*, p. 53 *svv*). Ces faits sont composés d'unités architecturales, correspondant aux éléments individuels ; ceux-ci sont gérés au sein d'un système d'information géographique propre au site ; ces numéros apparaîtront donc ponctuellement. La référence aux faits architecturaux est, quant à elle, permanente dans le texte, l'illustration et les tableaux, bien que leur description ou leur illustration vienne ensuite au fil du texte. Dès les premières illustrations, seront indiqués dans les légendes les appareils de ces faits architecturaux (techniques A à T), mais ceux-ci ne seront caractérisés que plus bas (voir *infra*, p. 55-58).

LE PLAN

Le *forum* est implanté sur un terrain de 2,70 ha présentant originellement de petits reliefs et une pente naturelle accusant un dénivelé de plus de 5,30 m du nord-ouest vers le sud-est. Le nivellement du terrain a nécessité des décaissements à l'ouest et l'aménagement d'une terrasse par un important apport de remblais à l'est. Le second *forum* est élevé en grande partie sur les fondations arasées du premier dont il conserve l'organisation en trois parties : l'aire sacrée à l'ouest, une esplanade centrale et un espace basilical à l'est. Ces trois parties se distinguent par leur fonction, leur altitude et leur aspect architectural.

L'aire sacrée comprend un vaste espace de 49 sur 59 m, précédé par un palier et encadré sur trois côtés de portiques, élevés sur des cryptoportiques. Ces derniers, bien conservés, sont similaires sur les côtés nord et sud ; tandis que sur le côté ouest, le cryptoportique s'ouvre vers une salle qui supportait « l'édifice occidental », vraisemblablement le temple principal du *forum*. Les trois branches sont partagées en deux nefs par une file de piliers cruciformes. Les branches symétriques se terminent par des absides. Les murs latéraux sont percés de soupiraux du côté intérieur du *forum* ; du côté extérieur, ils présentent quatre exèdres. La salle inférieure de l'édifice occidental (23,55 x 14,85 m) s'organise en trois nefs séparées par deux alignements de piliers ; dans l'axe de l'entrée, une exèdre ouvre le mur occidental. Les élévations des portiques supérieurs et de l'édifice occidental sont inconnues et leur restitution sera rediscutée plus loin. À l'extérieur des portiques nord et sud, seize petits espaces, communément appelés boutiques, s'ouvrent sur des trottoirs couverts qui bordent les rues.

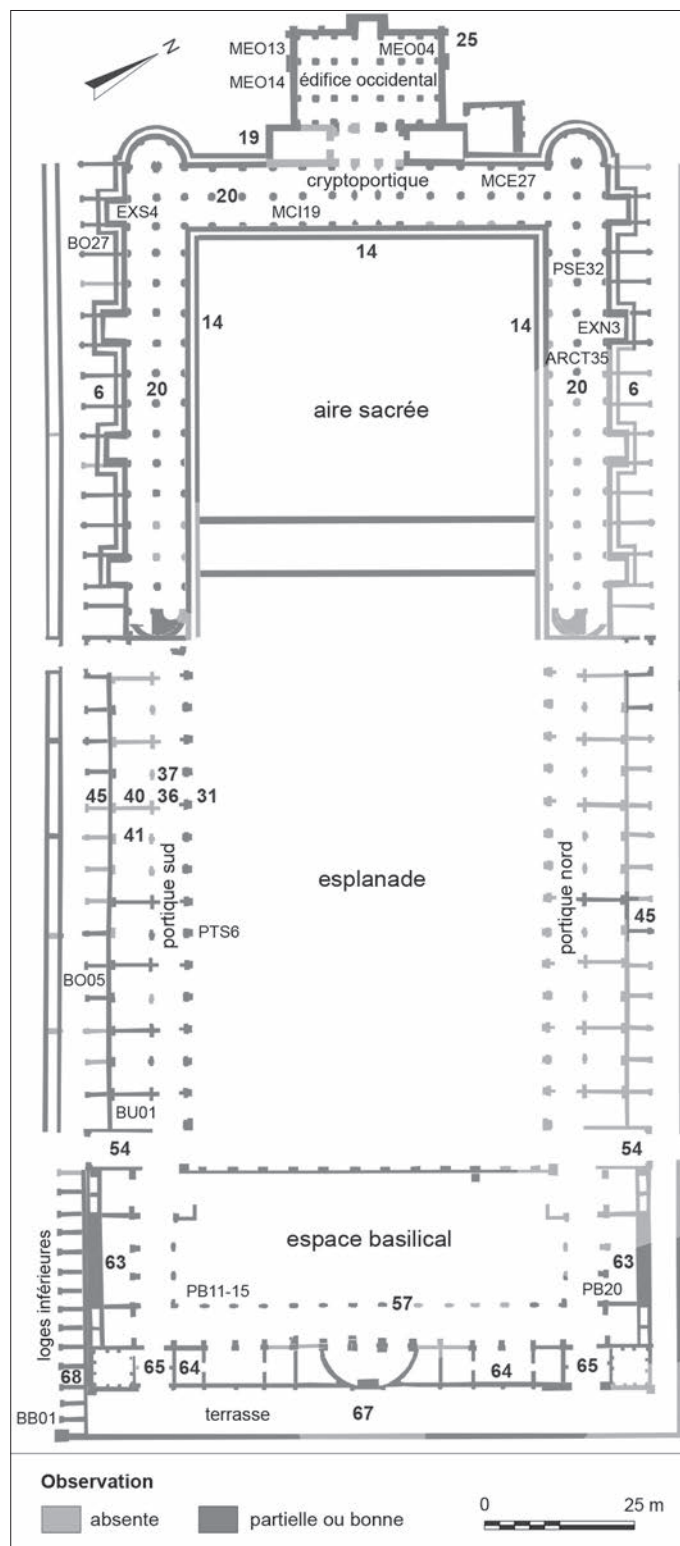


Fig. 2 – Bavay, le forum. Numéros des faits architecturaux en caractères gras ; numéros des unités architecturales en caractères maigres (DAO : C. Louvion).

La place publique forme un rectangle de 99,50 sur 58,45 m (142,70 à 142,35 m NGF-Lallemand²) ; elle est limitée au nord et au sud par deux ailes considérées comme symétriques

2. Par souci de cohérence avec les données de fouille publiées, l'ensemble des cotes qui figurent dans cet article conservent l'ancienne référence de nivellement Lallemand employée par tous les fouilleurs jusqu'à présent. Elle est de 0,58 m inférieure à la valeur du NGF 1969 en usage actuellement.



Fig. 3 – Le mur RB27 (fait architectural 6 ; technique H), de la boutique extérieure à l'aire sacrée B027 (cliché : C. Louvion).



Fig. 4 – Le mur externe ouest MCE27, partie inférieure conservée du premier forum, partie supérieure du second (fait architectural 19 ; technique D) et les demi-piliers PSE27 et PSE28 (fait architectural 20 ; technique A) de la branche occidentale du cryptoportique (cliché : C. Louvion).



Fig. 5 – Le mur de fond conservé du premier forum et les murs latéraux EXN3-O/E (fait architectural 17 ; technique A) de l'exèdre EXN3 de la branche septentrionale du cryptoportique (cliché : C. Louvion).

(L. : 76,40 m). L'aile sud, totalement dégagée, est précédée du côté intérieur du forum par un portique, à l'arrière duquel se succèdent six vastes salles (profondeur 6,35 m) ; cinq comprennent, bien que sensiblement différentes, deux modules



Fig. 6 – Le mur de fond et le mur de latéral EXS4-S/O (fait architectural 16 ; technique C) et le demi-pilier PSE14 (fait architectural 20 ; technique A) de l'exèdre EXN3 de la branche septentrionale du cryptoportique (cliché : C. Louvion).

(l. : 9,96-10,35 m), et l'une trois (l. : 15,10 m). Les sols de ces salles (142,70 m NGF) sont couverts d'un *opus sectile* (Bollard-Raineau, Louvion 2012). À l'extérieur du forum, contre ces ailes, s'appuient quatorze boutiques sur un trottoir couvert, dans l'alignement de celles situées à l'ouest. Quatre portes disposées aux angles de l'esplanade donnent accès au forum.

L'espace de la basilique, surélevé (143,70 m NGF), correspond à une troisième esplanade, 64,85 sur 21,80 m, fermée par trois portiques. À l'arrière du long portique oriental se développent différents locaux de part et d'autre d'une large abside axiale. Entre ceux-ci s'ouvrent deux portes et, aux extrémités, deux pièces aux contreforts internes devaient se dégager de l'ensemble. Sur les petits côtés, à l'arrière du portique, une grande salle peu profonde est accostée de deux locaux plus étroits. Dans l'épaisseur du mur du fond de ces salles, il semble que des cages d'escalier prenaient place.

En contrebas de ce secteur, la hauteur du trottoir formant une terrasse a permis l'aménagement d'une série de quatorze petites loges.

Si le plan des premier et second fora présente un cadre commun, il convient de souligner quelques différences majeures. Fondamentalement, les élévations ont totalement été reconstruites. Dans l'aire sacrée, le temple qui occupait le centre de la place a été démantelé au profit de l'édifice occidental ; à l'arrière des portiques de l'esplanade, les locaux ont été remodelés et élargis ; dans l'espace oriental, la basilique canonique a fait place à une *porticus triplex*.

LES APPAREILS DES CONSTRUCTIONS CONSERVÉES

Après cet aperçu planimétrique, les constructions telles qu'elles sont conservées ou telles qu'elles ont été observées au cours des fouilles vont être décrites.

Comme indiqué précédemment, les murs du premier forum étaient élevés sur des fondations en grès, dans un appareil de petits moellons de calcaire bleu, liés par un mortier composé de chaux et de sable de couleur jaune ; ils ne comportaient pas d'arases de briques. Les murs qui ont été conservés et observés

à maintes reprises ont souvent servi de fondation ou de soubassement aux murs du second *forum*. Les murs de celui-ci sont bâtis en moellons de calcaire bleu, mais également de calcaire blanc et de grès rose, liés au mortier de tuileau de couleur rose à orangé ; des parements de petits moellons enserrent un blocage de pierraille ; des arases de briques scandent les parements, contrairement aux murs antérieurs.

Si plusieurs types de briques coexistent dans la construction, leur disposition et leur volume varient dans les différents secteurs du complexe.

L'AIRE SACRÉE

Dans la partie occidentale du *forum* se développe l'aire sacrée sur 7 200 m², le dallage est 2,30 m plus haut que celui de l'esplanade centrale ; les portiques qui l'encadrent et le monument rejeté à l'ouest reposent sur un cryptoportique, partie la mieux conservée du *forum*.

Dans la partie supérieure, il ne subsiste rien de l'édifice occidental (5), ni des murs ou des piliers des portiques (n^{os} 2-5) (voir *infra*, p. 53-55). À l'extérieur des ailes nord et sud, cependant, des portions de murs des boutiques extérieures sont encore visibles (fig. 2 et 6). Elles comportent des triples rangs de briques qui semblent barrer le mur au moins toutes les dix assises de moellons (fig. 3). Les extrémités des boutiques (n^o 7), observées en négatif dans l'enceinte tardive, montrent une succession de trois briques, quatre moellons, deux briques, quatre moellons et trois briques. En revanche, la muraille du Bas-Empire qui s'est appuyée contre la façade des boutiques a complètement détruit les piliers et les arcs du portique extérieur (n^{os} 8-13) sur lequel elles ouvraient.

Dans le cryptoportique, les murs reprennent ceux de la première phase, à l'exception des murs ouest, de certaines exèdres et des soupiraux qui ouvrent sur les anciens murs. Des demi-piliers sont plaqués contre ces murs anciens et de nouveaux piliers sont alignés au centre des branches.

Au contraire des murs du cryptoportique, les murs ouest (n^o 19) du périmètre extérieur, uniquement conservés au nord, sont rebâties à partir de niveaux différents, entre 2,70 à 4,40 m selon les secteurs ; il semble qu'entre neuf assises de calcaire bleu se trouve une double arase de grandes briques (RECT1) (fig. 4).

Les exèdres qui animent le périmètre extérieur sont complexes à décrire. Au nord (n^o 17), deux d'entre elles ne sont pas dégagées, mais les deux autres connaissent une reconstruction complète ; leurs murs sont élevés avec une alternance de trois assises de moellons et une double arase de briques (fig. 5). Au sud (n^o 16), les quatre exèdres sont visibles ; elles présentent des structures différentes, soit les murs du premier *forum* sont conservés, soit ces derniers sont rhabillés par de nouveaux parements, soit ils sont entièrement reconstruits. Dans ce dernier cas de figure, l'appareil n'est pas strictement identique d'un mur à l'autre, mais les murs montrent globalement des bandes de six à huit assises de moellons séparées par des doubles arases de briques (fig. 6). Ces exèdres étaient couvertes de voûtes en berceau (n^o 24).

Si les parties inférieures des murs du périmètre intérieur conservent les maçonneries du premier *forum*, les parties supérieures et les ébrasements des soupiraux sont transformés en

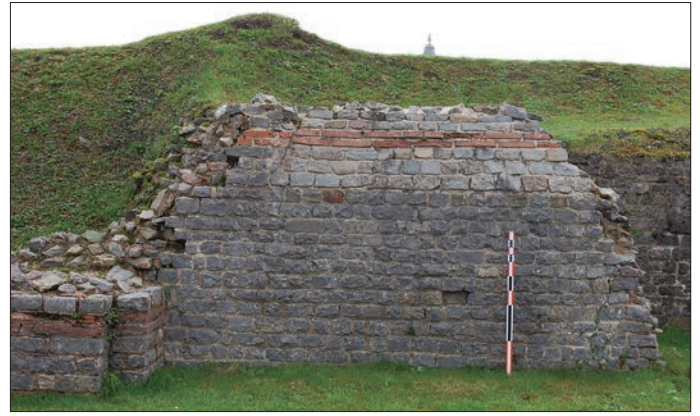


Fig. 7 – Le mur externe MCI19, partie inférieure conservée du premier forum et partie supérieure et soupirail du second (fait architectural 14 ; techniques A-J) dans la branche occidentale du cryptoportique, côté est (cliché : C. Louvion).

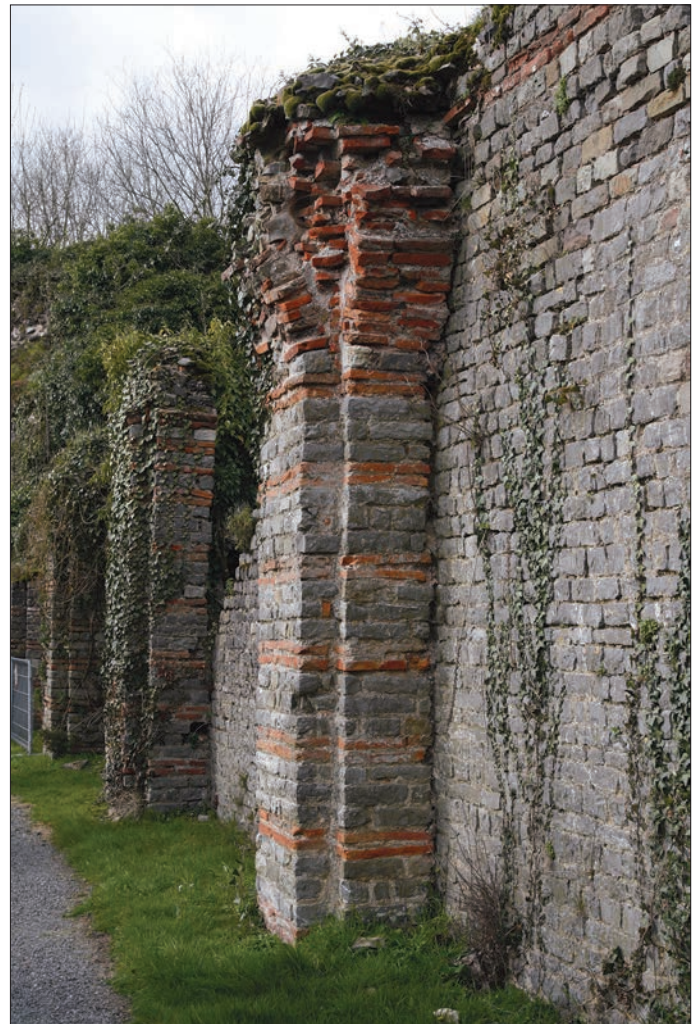


Fig. 8 – Le mur externe MCE32 conservé du premier forum, les demi-piliers PSE31-32 (fait architectural 20 ; technique A) surmontés de leur tas de charge (fait architectural 23 ; technique T) dans la branche septentrionale du cryptoportique (cliché : C. Louvion).

fonction du nouveau rythme des supports. Certains nouveaux soupiraux sont percés dans les murs de la première phase, d'autres sont seulement modifiés et les soupiraux perçant les murs du second *forum* présentent la même maçonnerie que ces



Fig. 9 – Arc effondré ARCT35 (fait architectural 21 ; technique AA) reliant les piliers dans la branche septentrionale du cryptoportique (cliché : C. Louvion).

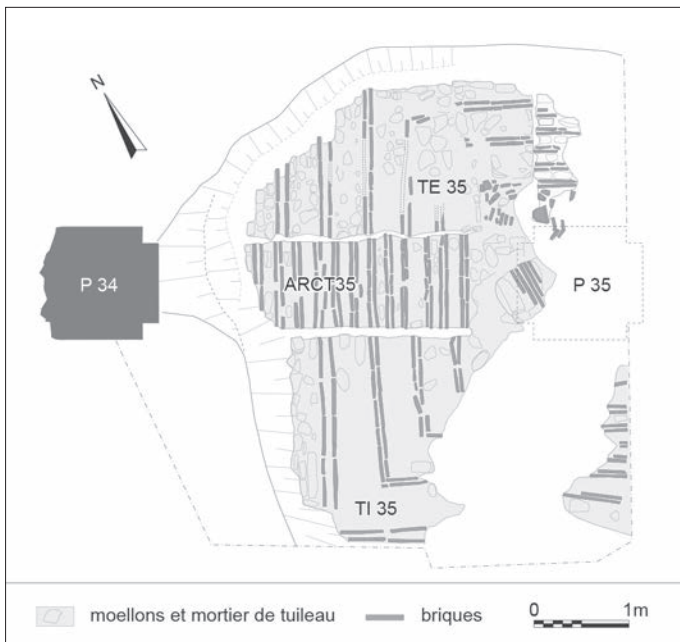


Fig. 10 – Voûtes d'arêtes effondrées TE35 et TI35 (fait architectural 22 ; technique VA) et arc ARCT35 dans la branche septentrionale du cryptoportique (relevé et DAO : C. Louvion).



Fig. 11 – Le mur sud MEO14 (fait architectural 25 ; technique I) et les piliers P48-49 et PS07-08 (fait architectural 26 ; technique B) sous l'édifice occidental (cliché : C. Louvion).



Fig. 12 – Le mur sud MEO04 (fait architectural 25 ; technique I), les demi-piliers PS15-16 (fait architectural 26 ; technique B) et l'arc F01 (fait architectural 27 ; technique AA) sous l'édifice occidental (cliché : C. Louvion).

derniers ; en revanche, ceux perçant les murs du premier *forum*, dans les branches ou les absides du cryptoportique, entraînent une certaine approximation, car ils sont d'une construction hétérogène. Toutefois, la majorité d'entre eux étaient très probablement reconstruits à partir de la naissance de l'ébrasement (n° 14) (fig. 7).

Les piliers cruciformes et les demi-piliers (n° 20) sont bâtis en alternant trois assises de moellons et deux arases de briques, sauf à leur sommet où les arases de briques comprennent trois ou quatre assises (fig. 8). Des arcs en plein cintre (n° 21) relient les supports, formant des travées presque carrées. Ces arcs sont constitués d'une succession d'un long moellon et de deux rangs de briques (fig. 9). Sur les supports et entre ces arcs se développent les voûtes d'arêtes (n° 22). Elles reposent aux angles sur des tas de charge (n° 23) faisant la liaison entre les supports et la voûte proprement dite. Les tas de charge sont uniquement composés d'assises de briques, placées en faible encorbellement (fig. 8). Le reste de la voûte est formé en quadrants constitués par des doubles rangs de briques disposés en équerre et séparés par un à trois rangs de moellons (fig. 10). L'extrados est ensuite enrobé de mortier lissé et surmonté par une chape de blocage de pierrailles et de quelques fragments de briques noyés dans



Fig. 13 – Arc de décharge (technique AB) à l'extérieur de l'édifice occidental (MEO13).
 Cet arc est l'unique spécimen connu sur le site dont l'extrados soit souligné par une arase de briques (cliché : C. Louvion).

un sable terreux ; le mortier de tuileau du sol du portique supérieur est coulé par-dessus en trois couches.

Sous l'édifice occidental s'étend une vaste salle de 14,70 sur 23,60 m, composée de trois nefs et d'une exèdre. Son vestibule est flanqué de deux locaux annexes appartenant à la première phase du *forum*. Les murs de la salle (n° 25) montrent des parements constitués dans la partie inférieure d'au moins neuf assises de moellons, ensuite de trois assises de briques ; dans la partie supérieure, de douze assises de moellons et d'à nouveau trois assises de briques et puis encore des moellons jusqu'à la limite conservée (fig. 11). Comme dans le cryptoportique, des demi-piliers s'appuient sur ces murs et présentent la même technique que les piliers (n° 26) séparant les nefs. Pour ceux-ci, le parement montre une alternance de calcaire blanc et de calcaire bleu sur cinq assises et deux assises de briques.

Entre ces supports sont élevés des arcs en plein cintre (n° 27) où sont juxtaposés de larges moellons et des doubles rangs de briques (fig. 12). Les naissances des voûtes et d'arcs observées au-dessus des arcades indiquent que la nef transversale est-ouest (n° 29) était couverte de voûtes d'arêtes et les nefs longitudinales par des berceaux (n° 30), interrompus par des arcs.

Dans les parties hautes des murs s'ouvrent des soupiraux, dont l'un conserve un arc de décharge à l'extérieur (fig. 13) ;

cet arc appartient cependant à un renforcement postérieur. Comme ceux du cryptoportique, celui-ci montre une alternance de deux briques et d'un large moellon, mais à la différence des précédents, son extrados est surligné d'une brique.

LES PORTIQUES DE L'ESPLANADE ET LES BOUTIQUES

De part et d'autre de l'esplanade, des portiques courent sur 76,50 m de longueur ; bien que seul le portique sud ait été entièrement dégagé, des sondages ont confirmé la symétrie de l'ensemble. Ces galeries à arcades desservent, de chaque côté, sept salles de dimensions variables. À l'extérieur, comme au niveau de l'aire sacrée, y sont adossées quatorze boutiques.

Le portique méridional est très arasé. Les supports du portique sont au mieux conservés sur 0,70 m. Le mur de refend entre les boutiques extérieures BO4 et BO5 est, quant à lui, conservé sur 1,25 m de haut, de même qu'une partie du mur qui sépare ces boutiques et les salles intérieures BU3 et BU4.

Les piliers des portiques (n° 31) sont de deux types. Bien que cruciformes tous les deux, ceux en vis-à-vis des murs de refends des salles sont plus saillants. Ils semblent présenter la même élévation que sous l'édifice occidental : une alternance d'assises

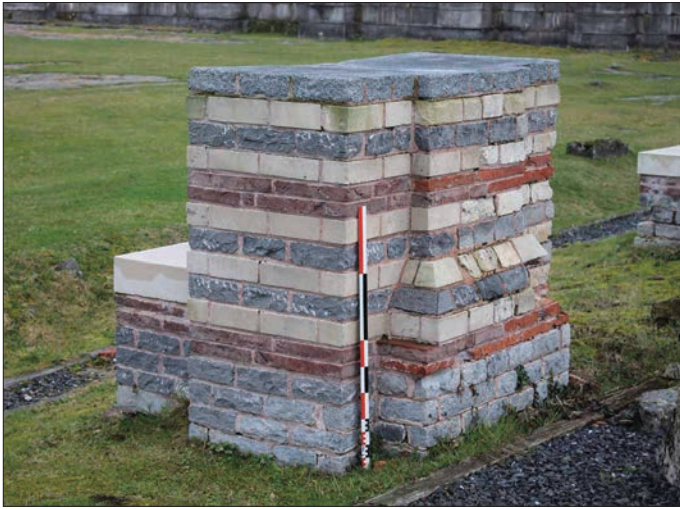


Fig. 14 – Face interne du pilier PTS06 reconstruit à l'identique (fait architectural 31 ; technique B) dans le portique sud de l'esplanade (cliché : C. Louvion).



Fig. 15 – Mur de refend RB4 (fait architectural 45 ; technique H), son extrémité (fait architectural 46 ; technique J) et le mur de fond MPT05 (fait architectural 41 ; technique H) dans la boutique extérieure BO05 de l'esplanade (cliché : C. Louvion).



Fig. 16 – Piliers PB11-15 (fait architectural 57 ; technique B) du portique est de l'espace basilical (cliché : C. Louvion).

de calcaire blanc et bleu scandées tous les cinq rangs d'une double arase de briques (fig. 14). Une colonne engagée en grand appareil de calcaire blanc, reposant sur une tablette, ornait la face externe.

Les murs des salles (n^{os} 40, 41, 44) et des boutiques (n^o 45) sont chaînés et donc plus complexes à décrire (fig. 15). Les murs sont élevés avec une majorité de moellons de grès rose ; ils en présentent dix assises séparées par trois assises de briques. Il convient de signaler que les trois assises en sortie de fondation sont constituées de briques épaisses (RECT2A), tandis que celles de l'élévation sont plus fines (RECT2B). Dans les salles, au droit de chaque mur de refend des boutiques, le mur est épaissi de 0,70 m sur une longueur de 1,70 m (n^o 42). L'élévation de ces épaississements conserve les triples arases de briques des murs adjacents, mais une double arase vient également s'intercaler au centre, soit entre deux fois quatre assises de moellons ; elle se poursuit sur 0,40 m dans les murs.

Les têtes des murs de refend des salles (n^o 36 ; 1,65 sur 0,90 m) et les piliers intermédiaires (n^o 37) sont traités en supports cruciformes, mais ne sont pas conservés au-dessus de leur fondation ; ils pouvaient soit répondre à ceux du portique, soit aux pilastres intérieurs (n^o 42). Les têtes des murs (n^o 46) des boutiques extérieures sont, dans deux cas sur trois, traitées en piliers cruciformes. Les autres sont simplement épaissies et forment la barre d'un T. À l'exemple des pilastres, elles présentent des triples arases de briques qui s'insèrent au centre des assises de moellons et d'une double arase de briques.

Devant les boutiques externes, au sud, les supports du portique (n^o 51) ne sont pas conservés. Toutefois, une fouille ancienne réalisée dans le portique externe nord tend à montrer qu'il s'agit de piliers cruciformes maçonnés (env. 1,20 x 0,75 m).

Tous les supports libres ou adossés pourraient avoir été surmontés d'arcs (n^o 52) et de maçonneries (n^o 53) (voir *infra*, p. 54).

LE SECTEUR DE LA BASILIQUE

Lors de la construction du second *forum*, à la basilique qui couvrait 3 500 m², succède un triple portique orienté vers l'esplanade³. La fouille de cet espace dégagé à 85 % se poursuit actuellement en vue de sa mise au jour complète. Son état de conservation est assez satisfaisant, jusqu'à 2,30 m d'élévation pour les murs gouttereaux et jusqu'à 1,50 m pour les piliers.

À l'arrière du portique s'ouvrent des salles rectangulaires de différentes tailles. Aux deux angles des portiques s'élèvent des salles carrées renforcées par des contreforts internes. À côté de celles-ci, le portique oriental est ouvert par deux portes dont la façade semble bâtie en grand appareil ; en son centre, il abrite une large abside.

Les piliers cruciformes (n^o 57 ; env. 1,55 x 0,80 m) qui supportent les arcades des portiques sont construits dans un appareil identique à celui des piliers qui bordent l'esplanade et des supports du cryptoportique de l'édifice occidental (fig. 16) : ils se composent d'une alternance de moellons de calcaire blanc et bleu avec une double arase de briques.

3. Il est probable que la construction d'une basilique complète ait été projetée dans un premier temps (Hanoune, Muller 1996, p. 108).

Les murs (n° 64) sont bâtis selon plusieurs techniques. Globalement, ils sont élevés en petits moellons. Pour assurer une liaison avec la fondation, une simple arase de briques a été établie ; ensuite, après les huit premières assises de pierres, une triple arase de briques a été disposée et la triple arase suivante a été maçonnée après six assises de pierres. La partie inférieure du mur périmétral oriental se distingue par la présence d'arcs de décharge formés de grands claveaux de calcaire blanc (fig. 17). Sur la face externe de ce mur, comme sur celles des murs latéraux nord et sud, des contreforts en blocs de grand appareil à demi-engagés ont été placés au droit des murs de refend internes. Le grand appareil a également été employé pour élever certaines cloisons et surtout les têtes des murs de refend et les piliers des pièces donnant sur le portique. En témoigne le pilier PB20, suffisamment bien conservé pour fournir un indice, certes ténu, pour envisager la restitution de l'élévation (fig. 18). Sur sa face nord se trouve le départ d'un pilastre (l. : 0,78 m) et sur la face opposée, une tablette (l. : 0,88 ; prof. : 0,83 m) sur laquelle pouvait s'élever une demi-colonne (voir *infra*, p. 54).

À leurs extrémités, les épais murs de fond des portiques nord et sud (l. : 2,60 m) sont creusés de cages d'escalier. Entre celles-ci, à partir de 1,65 m au-dessus du sol, l'épaisseur des murs se réduit, laissant supposer la présence de grandes niches.

LES TROTTOIRS COUVERTS EXTÉRIEURS

Le *forum* étant construit sur une pente descendant du nord-ouest vers le sud-est, les portiques périphériques sont bâtis, dans les zones les plus basses, sur des murs de soutènement et le côté sud de la basilique, sur une série de loges voûtées. Ces portiques sont formés par des piliers maçonnés mal conservés uniquement observés au nord de la basilique.

À hauteur de l'esplanade et sur le côté est de la basilique, les murs (n° 67) montrent une alternance de cinq assises de moellons et une triple arase de briques.

Les loges de soubassement (n° 68), servant peut-être de boutiques basses, sont formées de murs de refend liés à un mur doublant la fondation du mur sud de la basilique. Une double arase de briques est posée à la sortie de fondation ; on compte ensuite des bandes de six assises de moellons et des triples arases de briques, alternance observée à trois reprises sur environ 3 m de hauteur (fig. 19).

LA RESTITUTION

C'est dans le cadre du projet « Cyberforum » en 2004, que l'on a proposé une restitution architecturale du *forum* de Bavay.

À la différence de nombreux modèles 3D, celui du *forum* de Bavay n'a pas été conçu comme une simple représentation numérique des surfaces. Il est en effet constitué d'un assemblage des unités construites en volume, des murs, des supports (colonnes, piliers, etc.), des arcs, des voûtes et des toitures, à l'exception des charpentes, à la façon d'un modèle d'information architecturale. Ce projet combine l'existant et la restitution, ce que l'on va discuter ici.

La restitution du plan du *forum* ne semble pas difficile en soi ; la hiérarchie et la fonction des espaces non plus. Les inconnues



Fig. 17 – Mur MBG11-12 (fait architectural 64 ; technique C) de l'espace basilical ; les arcs de décharge sont en calcaire blanc (cliché : C. Louvion).



Fig. 18 – Base de pilier PB20 dans l'espace basilical ; témoignage du grand appareil pour les supports de la façade interne du portique (cliché : C. Louvion).



Fig. 19 – Mur de refend BB01 (fait architectural 68 ; technique F) des loges inférieures soutenant la terrasse de l'espace basilical (cliché : C. Louvion).



Fig. 20 – Les demi-chapiteaux. A, chapiteau à buste, partie supérieure (n° inv. D.A. 724c) ; B, chapiteau (n° inv. D.A. 727) (cliché : C. Louvion).

portent principalement sur la hauteur des élévations et sur les couronnements. Le critère-clé qui régit la restitution repose sur la collection de demi-chapiteaux. Une douzaine de fragments sont conservés au musée et sont en cours d'étude ; ils proviennent tous des soubassements de l'enceinte tardive et leur homogénéité permet de les attribuer au monument. Deux chapiteaux à buste ont été découverts, mais l'un d'entre eux a été détruit lors du bombardement du musée de Douai en 1944. Le chapiteau conservé présente sa partie supérieure : l'abaque, les volutes et le buste (fig. 20a ; n° inv. D.A.724c). Sa hauteur et le diamètre supérieur de la colonne sont estimés respectivement à 1,12 m et 1,09 m (Von Mercklin 1962, p. 107). Pour ce qui concerne les autres chapiteaux à feuillage, un exemplaire est resté entier et présente un diamètre sous l'astragale de 0,69 m et une hauteur de 0,74 m (fig. 20b ; n° inv. D.A.727). Huit autres ne présentent que la partie inférieure ; le diamètre sous l'astragale atteint alors environ 0,70 m. Si le diamètre inférieur de la colonne équivaut à la hauteur du chapiteau, et si la hauteur de la colonne vaut dix fois cette mesure (Gros 2001, p. 497), on peut proposer qu'elle ait été de 11,10 m pour les colonnes du *pronaos* et de 7,40 m pour les portiques, tant pour ceux de l'aire sacrée et de l'esplanade que pour ceux de la basilique. Il convient de rappeler deux éléments pouvant appuyer cette hypothèse, bien qu'ils ne soient pas décisifs. Premièrement, les piliers maçonnés de l'esplanade présentent des tablettes devant supporter les bases des demi-colonnes ; ces tablettes mesuraient 0,55 m de profondeur et 1,20 m de large ; ces piliers montrent aussi, du côté intérieur du portique, des pilastres internes qui mesurent 0,74 m de large. Deuxièmement, la base en grand appareil observée dans la basilique (voir *supra*, fig. 18) montre une tablette de plus de 0,80 m de côté.

L'édifice occidental abrite le temple de l'aire sacrée (fig. 21) ; son *pronaos*, auquel on attribue les demi-chapiteaux à buste, pouvait s'élever à 12,50 m jusqu'au sommet de l'entablement. Le volume de la *cella* devait se détacher du *pronaos* et a été surélevé par rapport à celui-ci ; ces murs (n° 1) ont été restitués à 15 m, ce qui correspond à sa largeur.

Ses soubassements (n° 25) conservent encore leurs murs sur une belle hauteur, mais doivent être restitués par rapport à l'amplitude des voûtes et à l'épaisseur des sols supérieurs : ils pouvaient atteindre 6,80 m. Les formes et les volumes des arcs (n° 27) et des voûtes (nos 29-30) sont dessinés par rapport aux structures d'appui conservées ; malheureusement, des fragments épars ont été dégagés sans observation précise.

Aux portiques qui enserrant l'aire sacrée ont été attribués les demi-chapiteaux les mieux représentés dans les collections ; ceux-ci peuvent témoigner d'un diamètre de fût de 0,74 m et de demi-colonnes d'environ 7,40 m, ce qui laisse envisager une restitution des élévations sous toiture à 10 m (fig. 22). Des arcs et leur maçonnerie supérieure (nos 4 et 5) devaient certainement relier les piliers cruciformes (n° 3) sur lesquels s'adossaient les demi-colonnes. En dessous, les cryptoportiques (nos 20-24) que l'on a décrits précédemment sont restitués avec fiabilité à partir des constructions en place et des fouilles.

Les piliers cruciformes (n° 31) des portiques bordant l'esplanade entraînent la restitution d'arcades (nos 32-33 ; fig. 23). Les demi-colonnes qui s'appuyaient sur ces piliers pourraient être semblables à celles de l'aire sacrée, c'est-à-dire de 7,40 m de hauteur. Par la hauteur du piédestal, de la colonne et de son entablement, la hauteur sous toiture peut être estimée à 10 m. Il convient d'ajouter qu'à l'intérieur du portique, les piliers cruciformes (n° 36) présentant une branche plus saillante témoignent vraisemblablement du soutien d'un arc transversal (nos 34-35). En conséquence, les murs des salles à l'arrière (nos 40, 41-44) pouvaient atteindre 10 m. En revanche, les boutiques et les portiques extérieurs (nos 45-53) devaient présenter des proportions moindres et ont été restitués à 6,10 m. Des arcs (nos 47-50) devaient également reposer sur les piliers.

Donnant accès au *forum*, au nord et au sud, des portes s'ouvraient entre ces portiques et l'aire sacrée à l'ouest et la basilique, à l'est. Leur élévation interne (n° 54) ne se distingue pas des bâtiments qui les accostent, si ce n'est peut-être par une ornementation plus recherchée de leurs façades. Des pilastres pourraient suggérer la présence d'arcs (n° 55) et de voûtes (n° 56).

Dans le secteur de la basilique (fig. 24), les piliers des portiques (n° 57) sont de même gabarit que ceux de l'esplanade, mais aucune colonne ne s'y adosse. *A contrario*, à l'arrière du portique, la façade des salles en comporte, comme en témoigne la base PB20 (voir *supra*, p. 53). Dès lors, ces façades ont été restituées à 10 m sous la toiture avec leurs arcs et leur maçonnerie (nos 60-61). À cause de l'agencement des toitures, le portique surmonté d'arcs (nos 57-59) ne devait s'élever qu'à 8,80 m. Les deux salles carrées situées aux extrémités du portique pourraient toutefois se détacher du reste de l'édifice, mais sur une hauteur difficile à déterminer ; sa hauteur minimale supposée est de 12,50 m. Pour les côtés nord et sud, entre les creusements

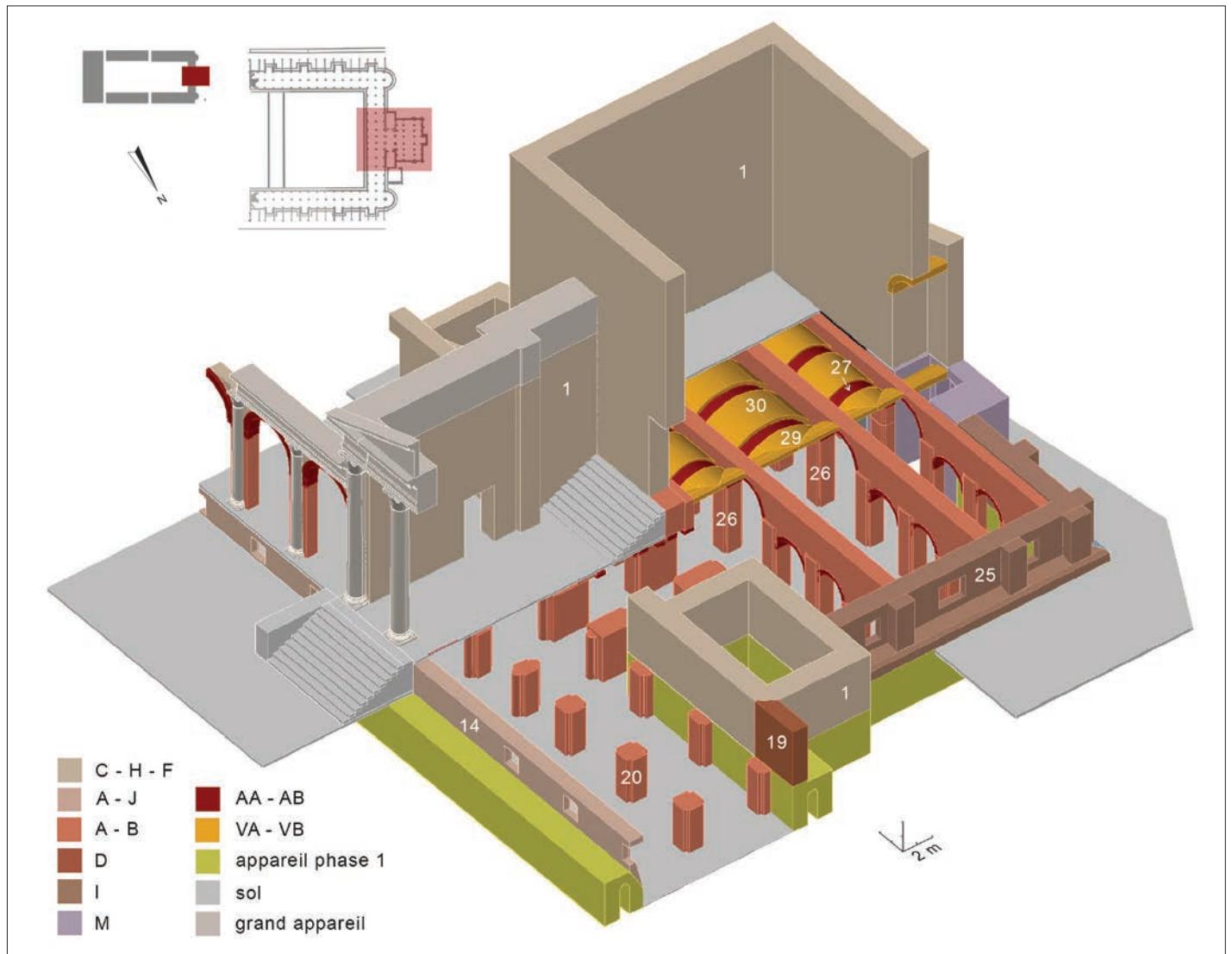


Fig. 21 – L'édifice occidental et la branche occidentale du cryptoportique (modèle numérique et DAO : C. Louvion).

des cages d'escalier, la réduction des murs a sans doute pu être traitée de la même manière que dans les salles de l'esplanade (nos 62-63). Les entrées qui les accostent sont limitées par les murs des pièces adjacentes, mais la présence de pilastres pourrait suggérer, comme pour les autres entrées du forum, que des arcs et des voûtes s'y trouvaient aussi (nos 65-66). Les loges inférieures, quant à elle, étaient certainement surmontées d'arcs (n° 69) et de voûtes (n° 70).

Sur la totalité de l'édifice, des fenêtres devaient percer les murs dans leur partie supérieure. L'amplitude et le nombre de ces ouvertures sont incertains et les comparaisons disponibles pour leur restitution sont principalement fournies par des édifices thermaux. Les percements n'ont donc pas été modélisés et il a été postulé que les espaces vides qui auraient été laissés par ces ouvertures pouvaient correspondre à un volume qui n'excède pas les limites de la marge d'erreur fixée pour le calcul des volumes globaux de maçonneries (voir *infra*, p. 71).

Les toitures sont généralement en double pente, fermées par des frontons aux extrémités. Les pentes ont été restituées d'après les élévations des supports et des murs ; en conséquence, elles varient peu d'un secteur à l'autre et présentent une inclinaison de 20 à 24°.

CARACTÉRISATION DES APPAREILS DES MURS

Les constructions du second forum se caractérisent par une alternance d'assises de moellons (M) et de briques (Br), un *opus mixtum* à bandes ; l'ensemble est lié au mortier de tuileau. Pour chaque appareil que l'on a identifié, il faut indiquer que le blocage est constitué de mortier et de blocaille de pierres, mais qu'au niveau des arases de briques, ce sont des fragments de terre cuite qui le composent.

Les différents appareils de murs et de supports sont classés par le nombre d'arases de briques, deux ou trois (2-3Br), et par le nombre d'assises de moellons, de trois à dix (3-10M). Au total, dix types d'appareil ont été définis (tabl. I ; fig. 25) : 2Br/3/5/7/8M (techniques A-D) et 3B/6/6-8/10/12M (techniques E-J) et une mixte 3Br/4M/2B/4M (technique J). La localisation des types d'appareil montre que le maître d'œuvre multiplie les assises de briques là où la structure supporte une charge plus importante, comme les arcs et les voûtes. De manière décroissante, les tas de charge sont uniquement constitués de briques (technique T), les piliers et demi-piliers sont bâtis selon les techniques A ou B, les têtes de murs en technique I et les murs en techniques B, C, D, H, I, M et exceptionnellement A.

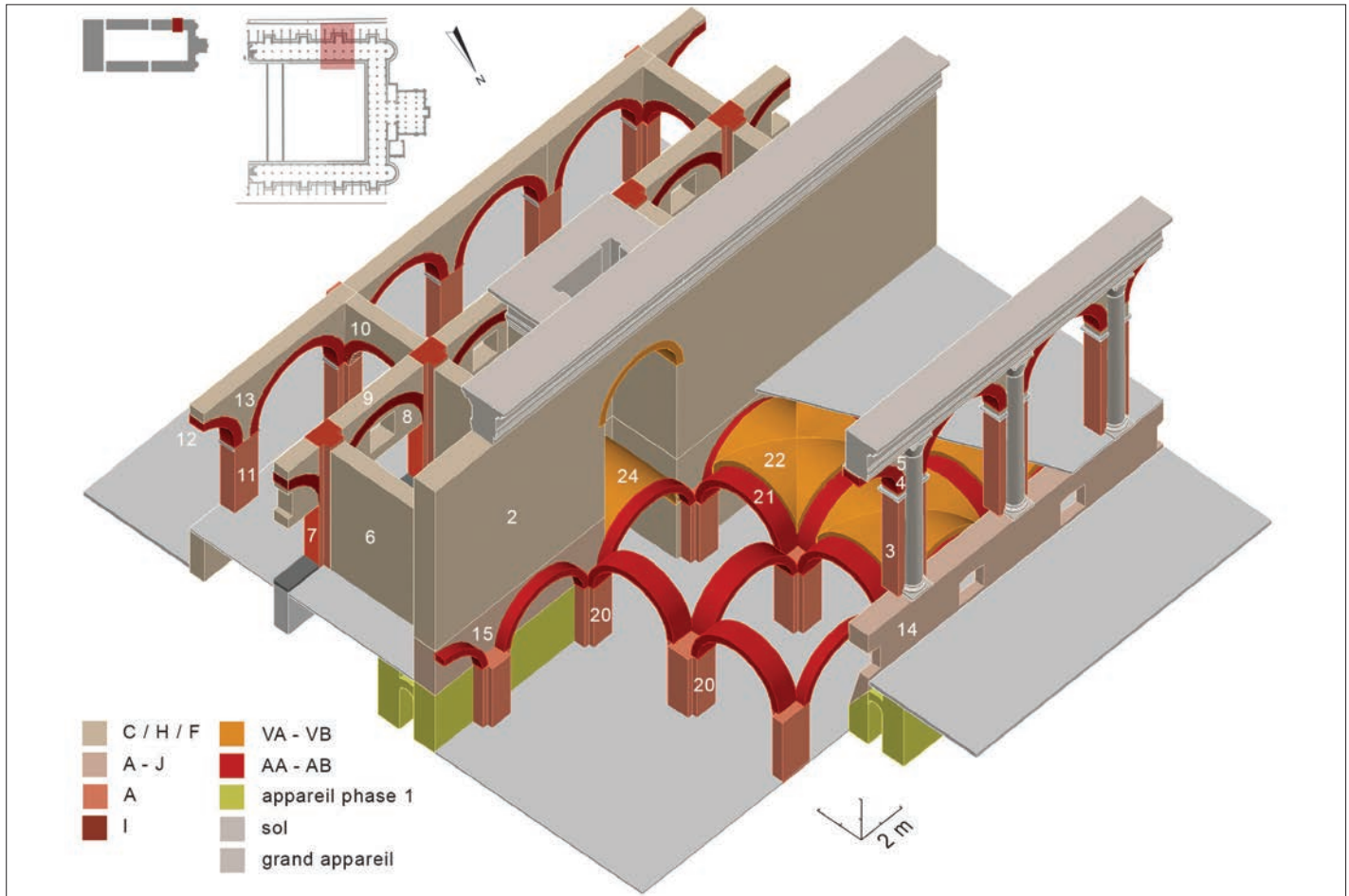


Fig. 22 – L'aire sacrée et les portiques, vues intérieure et extérieure (modèle numérique et DAO : C. Louvion).

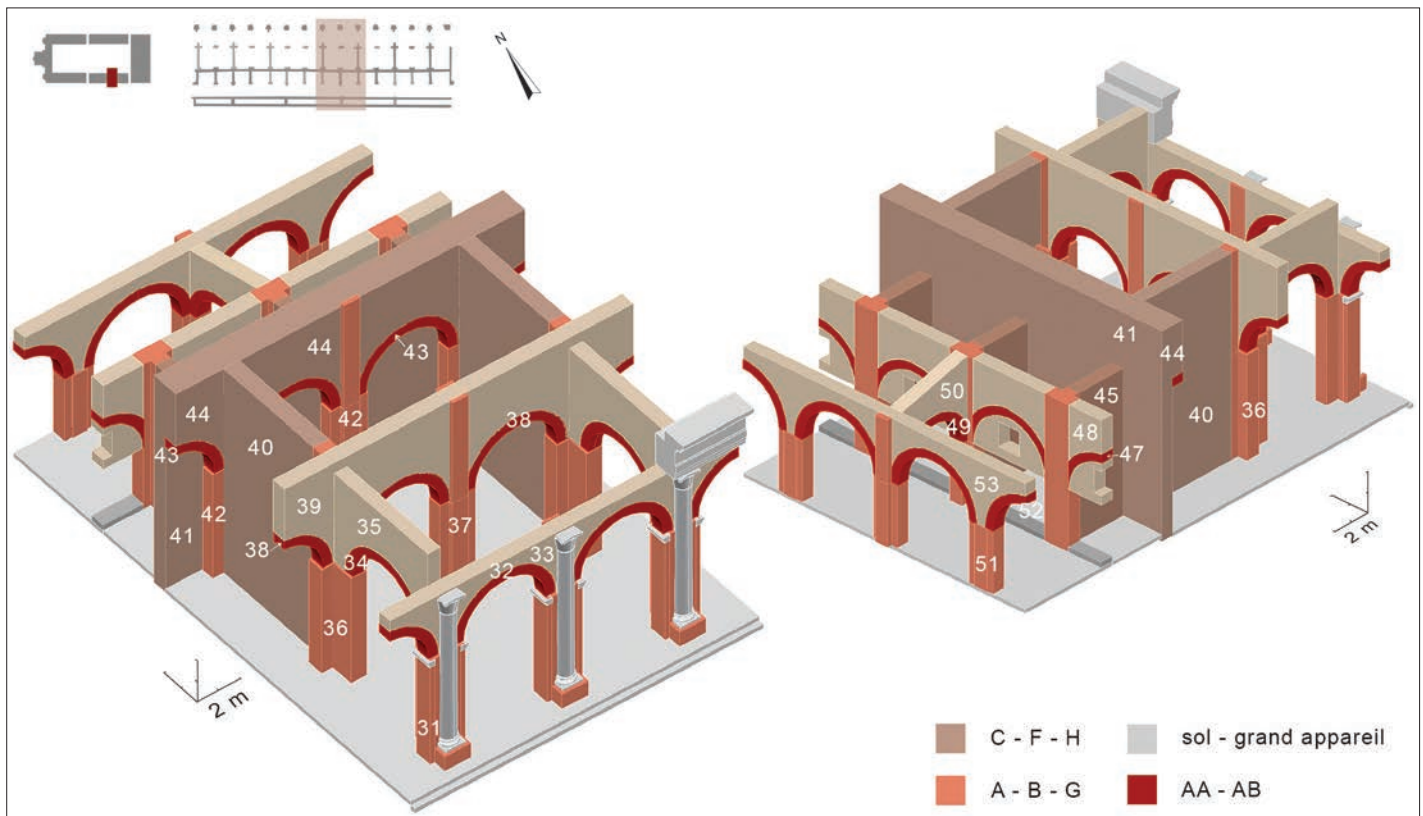


Fig. 23 – L'esplanade, les salles et les boutiques, vues intérieure et extérieure (modèle numérique et DAO : C. Louvion).

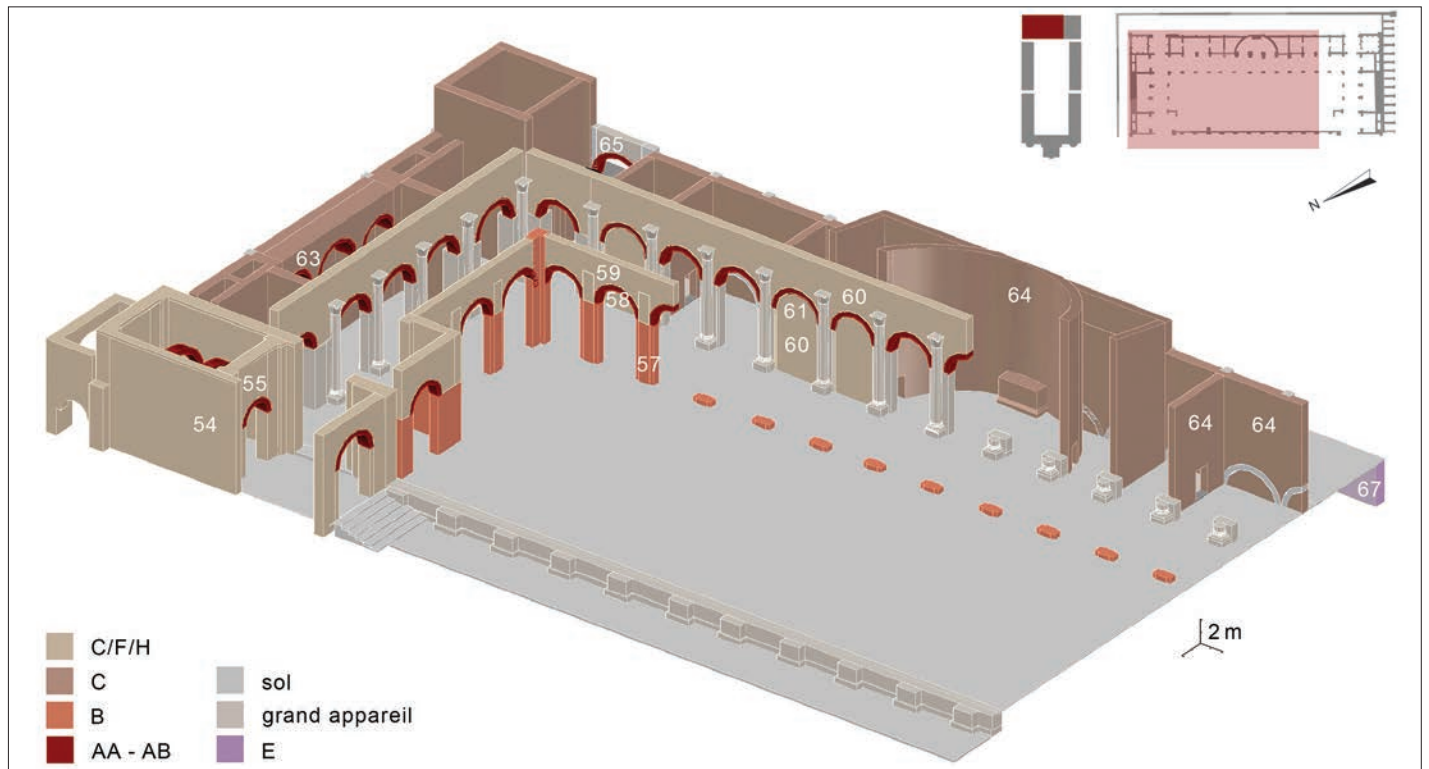


Fig. 24 – L’espace basilical, partie nord-est (modèle numérique et DAO : C. Louvion).

Tabl. I – Caractérisation des appareils et proportion des matériaux par segment de maçonnerie. N, nombre d’assises ; H, hauteur ; B, briques ; M, moellons ; J, joints ; BI, blocage.

Technique	N B	H B	N M	H M	N J	H J	TOTAL H	TOTAL H B	BI B -10 %	% B
A	2	0,05	3	0,10	5	0,025	0,525	0,10	0,01	17,10
B	2	0,05	5	0,10	7	0,025	0,775	0,10	0,01	11,60
C	2	0,05	7	0,10	9	0,025	1,025	0,10	0,01	8,80
D	2	0,07	8	0,10	10	0,025	1,19	0,14	0,014	10,60
E	3	0,05	5	0,10	8	0,025	0,85	0,15	0,015	15,90
F	3	0,05	6	0,10	9	0,025	0,975	0,15	0,015	13,80
G	3	0,05	7	0,10	10	0,025	1,10	0,15	0,015	12,30
H	3	0,05	10	0,10	13	0,025	1,475	0,15	0,015	9,20
I	3	0,05	12	0,10	15	0,025	1,725	0,15	0,015	7,80
J	5	0,05	8	0,10	13	0,025	1,375	0,25	0,025	16,40
AA	2	0,03	1	0,10	3	0,025	0,235	0,06	0	25,50
AB	3	0,03	1	0,10	4	0,025	0,29	0,09	0	31
VA	2	0,03	2	0,10	4	0,025	0,36	0,06	0,012	13,30
VB	2	0,03	2	0,10	4	0,025	0,36	0,06	0,012	13,30
T	1	0,03	0	0	1	0,025	0,055	0,03	0,003	49,10

Concernant les arcs, deux techniques de construction ont été relevées. Les deux présentent une alternance de claveaux composés d’une association de deux briques et d’un large moellon, la courbure étant créée par une charge de mortier asymétrique. La première technique forme donc le rythme 2B-1M (tabl. I ; technique AA), tandis que la seconde montre en plus un extradoss composé d’un lit de briques (2Br-1M+1Br ; technique AB). Cette seconde technique, courante dans l’archi-

ture de la Gaule romaine, n’a été observée sur le site que pour un arc de décharge d’un soupirail de l’édifice occidental.

Pour les voûtes également, deux techniques sont avérées. La première correspond aux voûtes d’arêtes (tabl. I, technique VA), la seconde à des voûtes en berceau (technique VB). Dans chacune d’entre elles, on retrouve une alternance de doubles rangs de briques et d’un rang de moellons : pour la première, disposée en équerre, et pour la seconde, en lits parallèles.

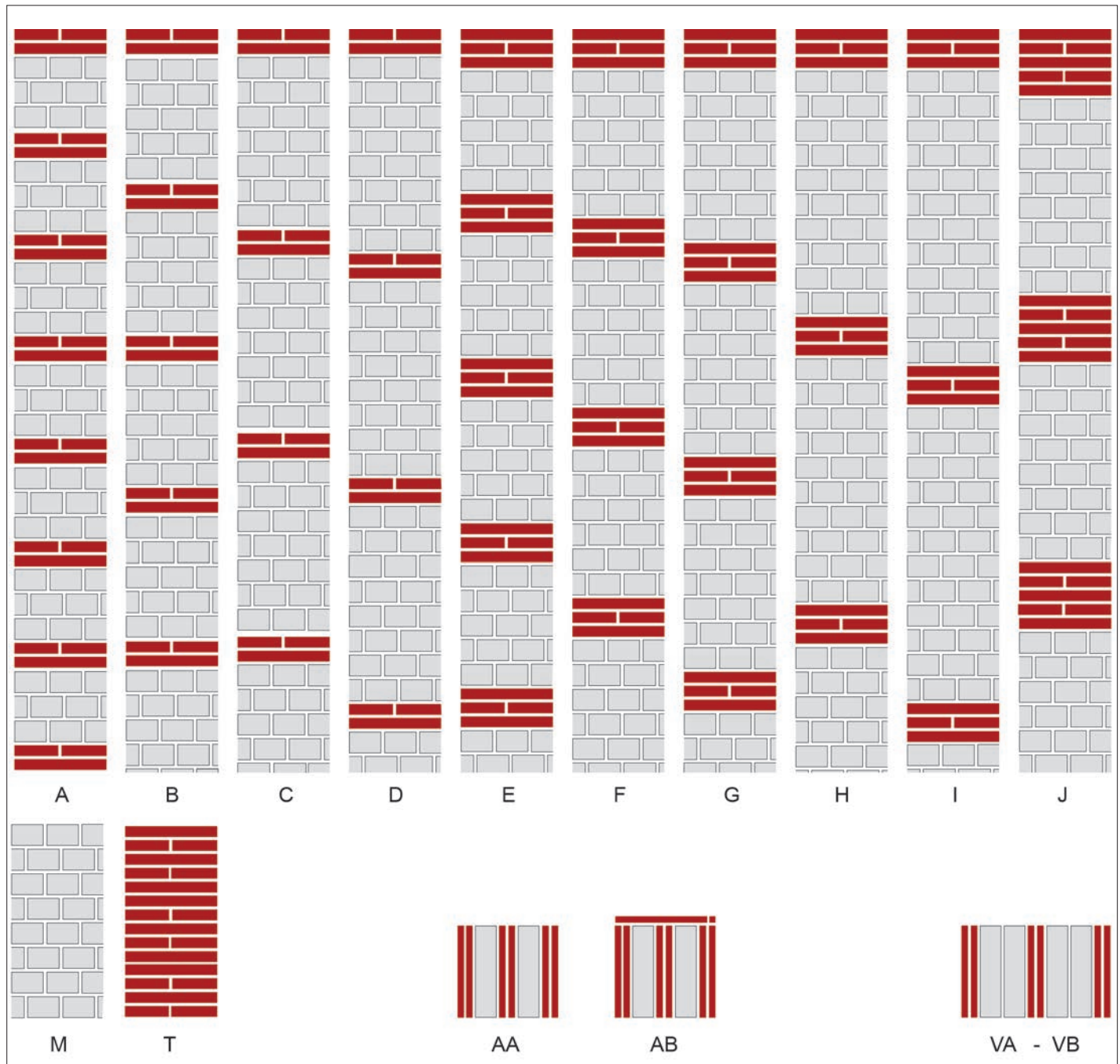


Fig. 25 – Les appareils modélisés des murs, des piliers, des arcs et des voûtes (modèle numérique et DAO : C. Louvion).

Les arcs des voûtes reposent sur des tas de charge composés d'une maçonnerie de briques (technique T).

Pour ces différentes techniques, il est maintenant nécessaire d'estimer le volume de terre cuite ou plutôt la proportion de terre cuite que contient chacune d'entre elles. Pour cela, aux données métriques des assises peuvent être substituées des proportions valides pour des volumes de maçonnerie.

Pour les murs, les arases de briques (RECT2B, voir *infra*, p. 59) mesurent à peu près 5 cm d'épaisseur, mais comptent sur cette épaisseur, d'après l'observation du blocage, environ 10 % de mortier (fig. 26). Les assises de moellons varient entre 8 et 12 cm, ce qui peut être réduit à 10 cm. La variation d'épaisseur des matériaux est compensée par celle des joints qui font en général entre 2 et 3 cm.

Les arcs et les voûtes sont construits à l'aide des briques plus fines RECT2C, d'environ 3 cm d'épaisseur, et de larges moellons de 8 à 10 cm, le tout chargé de mortier.

CARACTÉRISATION DES MATÉRIAUX EN TERRE CUITE

LES TYPES ET LA MÉTROLOGIE

Les matériaux en terre cuite mis en œuvre sur le *forum* peuvent être classés en deux familles, tout d'abord les tuiles de couverture et ensuite les briques des murs, des arcs et des voûtes.

LES TUILES

Les tuiles comprennent les *tegulae* et les *imbrices* : toutes les tuiles retrouvées sur le *forum* ne proviennent pas des toitures de celui-ci, mais souvent de constructions plus tardives. Par chance, la fouille en cours de la rue de la Réunion permet d'examiner les matériaux de la couche de destruction du portique oriental et de l'abside de la basilique, dont la fonction de couverture est assurée. À partir d'une similarité technique et épigraphique, il est possible d'ajouter à ce lot des pièces conservées dans les collections du musée.

Ces matériaux issus de couches de destruction ne présentent pas un seul côté complet. En revanche, le type d'encoches aval et la longueur et le décrochement de celles-ci sont connus (fig. 27). Les deux premiers types sont bien représentés, tandis que le troisième est plus rare. Le profil des types 1 et 2 est brisé dans la partie supérieure ; pour le premier, l'angle est net, pour le deuxième, la découpe est plus proche du bord et moins soignée. La longueur de ces encoches mesure entre 48 et 58 mm et le décrochement 10-14 mm. Le type 3 présente un profil d'encoche droit et oblique ; les mesures ne sont pas représentatives.

Les encoches 1 et 2 correspondent en majorité au type 5 du groupe C de Peter Warry (2006, p. 38-57) et au type E ou F de Benjamin Clément (2013, p. 85-91) ; le type 3 au groupe G de B. Clément ou au type 1, groupe D, de P. Warry.

À ces types d'encoches correspondent une période, ainsi qu'une métrologie : il est en effet clair que la taille des tuiles se réduit avec le temps (Warry 2006, p. 51-55 ; Clément 2013, p. 58-63 ; Nauleau 2013). Selon les auteurs, dans leurs régions respectives, les types 1 et 2 se rapprochent des productions du II^e s., tandis que le type 3 apparaît dans la première moitié du III^e s. Dans ces régions pourtant distantes, le sud et l'ouest de la Lyonnaise et celle de Bretagne, les tuiles de cette période s'étendant sur les II^e et III^e s., mesuraient environ 41-43 cm de long et 31-32 cm de large sur le bord aval (Warry 2006, p. 51-56 ; Clément 2013, p. 59-63) ; leur volume s'élèverait à 3 070 cm³ et leur poids à environ 5 kg.

Les *imbrices*, d'une conservation moindre que les *tegulae*, font rarement l'objet d'analyses métrologiques. Dans les Pays de la Loire, elles mesurent entre 29,50 et 44 cm et pèsent entre 1,40 et 3,30 kg (Nauleau 2013), alors qu'à Châteaubateau (Bontrond 2013), où les *tegulae* sont de petit module, la masse oscille entre 1 et 2 kg, ce qui fait opter à Bavay pour le poids supérieur, 2 kg.

À Angers, une toiture du III^e s., associant *tegulae* et *imbrices*, pèse 71 kg/m² (Nauleau 2013, § 19).

LES BRIQUES

Contrairement aux tuiles, de nombreuses briques sont estampillées et ont dès lors été stockées dans les collections du musée ; de plus, les élévations conservées permettent de les observer *in situ*. Cependant, il convient d'être vigilant quant à l'authenticité de l'objet mesuré : bien des maçonneries ont été restaurées à plusieurs reprises depuis le milieu du XX^e s. et des briques provenant d'autres parties du monument ont parfois été réemployées lors des restaurations. Par ailleurs, bien des matériaux sont retaillés lors de leur mise en œuvre et ne présentent plus qu'une ou deux des trois dimensions. Au total,



Fig. 26 – Assise de briques au sein de la tête du mur RPT07 de la boutique BU01 (cliché : C. Louvion).

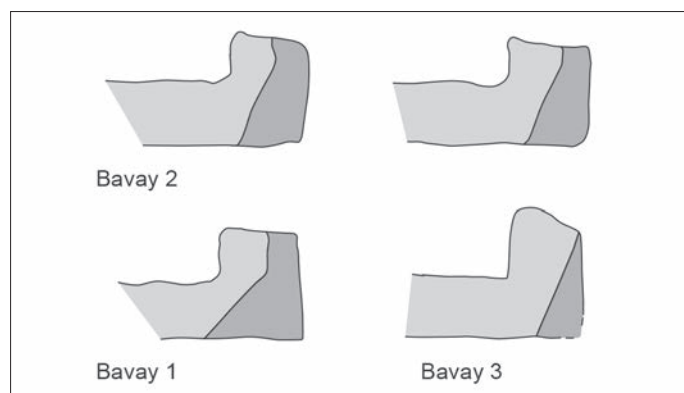


Fig. 27 – Les *tegulae* et les encoches. En gris clair, tranche de la *tegula* ; en gris foncé, le fond de l'encoche (DAO : X. Deru, université de Lille-Halma).

84 briques ont été mesurées au musée et 585 sur le site, où des structures de référence, murs et piliers, ont été sélectionnées. Les épaisseurs ont été mesurées sur tous les individus, alors que 20 seulement offraient à la fois la largeur et la longueur à l'observation ; pour le reste des individus, un seul des deux côtés était donc disponible : 337 largeurs et 274 longueurs ont été retenues. À ce corpus, il faut ajouter les briques de la voûte, dont seuls quelques éléments ont été conservés avant l'analyse archéomagnétique.

Les épaisseurs, à la différence des sites italiens (Bukowiecki 2010), montrent une variabilité importante et c'est leur corrélation qui permet d'établir des modules.

Les briques les plus épaisses (9 ex., RECT1) mesurent entre 69 et 75 mm (médiane : 71), pour une longueur allant de 680 à 600 mm et une largeur de 320-330 mm. Cela pourrait correspondre à deux pieds *drusiani* sur un, unité métrologique propre aux Tongres (Bedon 1997). Leur masse dépasserait les 15,50 kg. Ces briques sont minoritaires et n'ont en fait été repérées que dans une partie du mur occidental du cryptoportique (MCE26-28) ; elles pourraient témoigner d'une phase intermédiaire du chantier ou d'un approvisionnement ponctuel (Coutelas 2012).

Les trois épaisseurs suivantes appartiennent à un même type, la brique lydienne d'environ un pied *monetalis* sur un pied et demi. Dans la dispersion hétérogène des mesures, les classes inférieure et supérieure ont été distinguées, car localisées à des endroits particuliers. Les plus épaisses (RECT2A),



Fig. 28 – Brique munie de protubérances (cliché : C. Louvion).

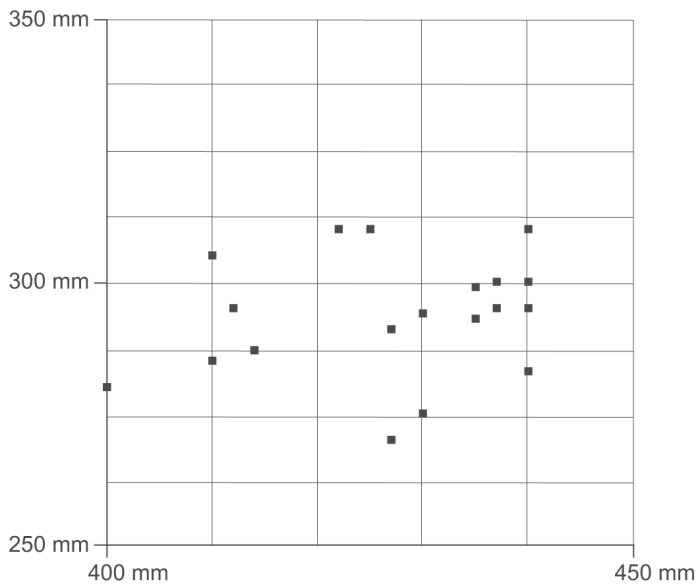


Fig. 29 – Les briques lydiennes (RECT2B), distribution des longueurs et des largeurs des vingt individus complets (graphique : X. Deru).

de 61 à 68 mm, proviennent uniquement de la base des murs d'une boutique mieux conservée du portique de l'esplanade (Boutique 4 BO4). Les quatorze côtés observés présentent des largeurs situées entre 275 et 305 mm ; un exemplaire du musée, épais de 62 mm, mesure 440 mm de longueur.

La classe inférieure correspond à des briques (RECT2C), épaisses de 25 à 35 (médiane 30), dont la longueur se situe à 410-420 mm et la largeur à 272 mm. Ces briques fines et homogènes constituent la totalité de la voûte TE35/TI35 et des arcs ; cinq exemplaires sur les 585 appartenaient à des murs. Les briques des couvertures présentent systématiquement deux protubérances disposées sur l'axe central d'une face (fig. 28)⁴.

4. L'appellation *tegula mammata* est définitivement abandonnée pour ce type ; la fonction proposée par Tim Clerbaut (2016) serait d'écarter les briques les unes des autres lors de la production, du séchage ou de la cuisson. Alain Bouet propose, quant à lui, que les protubérances aient servi à homogénéiser l'épaisseur des joints (Bouet 2003).

La classe médiane (RECT2B) est la mieux représentée et doit être quelque peu discutée. Son épaisseur varie de 35 à 60 mm (médiane 48) ; cet écart peut être marqué sur les individus même, où l'épaisseur peut varier de 10 mm, voire plus. Cette amplitude s'observe également sur les longueurs et les largeurs, bien que vingt exemplaires seulement conservent leurs deux côtés. Sur ces derniers, la largeur se situe entre 270 et 310 mm et la longueur entre 400 et 440 mm (fig. 29). Si l'on prend en compte tous les exemplaires, la largeur fluctue entre 265 et 325 mm pour une longueur de 385 à 465 mm (fig. 30).

Si l'on prend quelques structures-clés (fig. 30), réparties dans le monument, la variabilité se lit au sein des maçonneries et ne peut donc témoigner d'étapes dans le chantier ou d'équipes différentes, mais seulement de la tolérance accordée aux fournisseurs et au grand nombre de ceux-ci, ce dont témoignent aussi les estampilles.

LES ESTAMPILLES

L'estampillage des matériaux en terre cuite en Gaule reste une pratique exceptionnelle (Ferdrière, Charlier 2012, p. 75), à la différence de l'Italie, ou dans notre cas, de la Germanie inférieure, où ateliers civils et militaires estampillent régulièrement leurs productions. Comme cela a été indiqué plus haut, Bavay rassemble en Gaule, en dehors de la zone rhénane, la plus grande collection d'estampilles sur matériaux en terre cuite ; on ne compte pas moins de 437 individus et 35 types ; chaque campagne de fouilles en met de nouvelles au jour. L'ouvrage d'Alexandra De Poorter et Pierre-J. Claeys en avait déjà répertorié un grand nombre (1989), bien au-delà des premiers inventaires du chanoine Biévelet (1952) ou de Jean-Claude Carmelez (1979). Depuis la visite de ces auteurs, la mise en ordre des réserves du musée a permis d'en retrouver deux cents supplémentaires, dont plusieurs inédites. Pour le reste du territoire, l'ouvrage d'A. De Poorter et P.-J. Claeys ne demande que peu de mises à jour, si ce n'est celles signalées par Laurent Luppens et Pierre Cattelain dans un article paru récemment (2014). L'étude onomastique des estampilles n'a été menée que ponctuellement et ne sera pas entamée ici. Dans le cadre de la présente réflexion, ces sigles sont perçus comme de simples marques d'atelier.

Parmi les estampilles reconnues à Bavay, certaines sont bien mieux représentées (tabl. II ; fig. 31). ATAB (deux types) compte 35 individus, ATIL (deux types) 25, CVS (trois types) 16, FAL (un type) 84, HAMSIT (un type) 76, QVA (un type) 32 et TRPS (cinq types, auxquels il faudrait sans doute associer TPR, TRPOIS et TTPS) 69. La majorité des estampilles présentent des lettres creuses. Il convient d'ailleurs de noter que les sigles d'ATAB et de LCS sont inscrits dans une *tabula ansata*. À l'exception d'IVF, les marques inédites sont peu nombreuses à Bavay et inconnues en dehors de la ville : AEFEF, ANEC, BAN[, JANI, IVF et SEN.

Le caractère fragmentaire de leur support ainsi que leur épaisseur ne permettent pas de distinguer les briques des éléments de pillettes ou des tuiles avec certitude. Toutefois, à Bavay, seules les briques portent des estampilles, alors qu'ailleurs ces sigles se retrouvent surtout sur des *tegulae*.

À Bavay, bien des marques ont été retrouvées anciennement et leur contexte de découverte n'a pas toujours été consigné.

Toutefois, la rédaction de la *Carte archéologique de la Gaule* portant sur Bavay (Delmaire *et al.* 2011) a conduit à une révision des livres d'inventaires et à une localisation de découvertes anciennes. Dans cet ouvrage, les six cartes de répartition des sigles sur la ville font apparaître leur très forte densité sur le *forum* (fig. 32). Lors des fouilles récentes dont il a fait l'objet, des sigles ont été relevés sur des briques prises dans ses maçonneries, ce qui atteste de l'approvisionnement en briques estampillées spécialement dédiées à la construction du second *forum*. Les lieux où ont été découvertes de grandes quantités de sigles à l'extérieur du complexe monumental n'ont cependant pas fait l'objet d'observations en bonne et due forme ; il s'agit sans doute d'habitats. On peut supposer soit que les briques ont été détournées dès l'Antiquité du chantier, soit qu'elles ont été récupérées dans les ruines du *forum* aux périodes médiévale et moderne.

LES GROUPES DE PÂTES

La totalité des terres cuites architecturales estampillées du musée de Bavay ont été échantillonnées en vue d'une observation à la loupe binoculaire. L'analyse pétrographique porte sur un lot de vingt échantillons, dont dix-huit de Bavay, un d'Amay et un du Châtelet-sur-Sormonne. Douze échantillons ont été préparés à l'université de Liège et huit à l'université de Reims. Les échantillons bruts ont été observés à l'œil nu et sous la loupe binoculaire, tandis que les lames minces ont été étudiées sous le microscope optique polarisant.

Le groupe présente une pâte homogène (fig. 33-34). Les échantillons sont constitués d'une argile finement silteuse, dans laquelle se rencontrent quelques inclusions de grains de quartz roulés (gamme des sables fins : 63-125 µm) et d'abondantes inclusions inframillimétriques à plurimillimétriques (< 4 mm), majoritairement plus sombres que la pâte, de forme arrondie à sub-arrondie. Ces inclusions peuvent être plastiques, semi-plastiques (argilo-sablo-ferrique) ou indurées (ferriques) en fonction de leur teneur en fer (et en manganèse ?). Les inclusions les plus riches en fer sont de teinte rouge foncé à presque noire et montrent parfois une structure zonale ou un aspect concrétionné. Elles représentent 5 à 15 % en surface. Au vu de leur morphologie, ces inclusions n'indiquent pas d'orientation particulière.

Les inclusions montrent une gamme granulométrique continue, des silts aux sables ; elles se répartissent de manière homogène et sont en proportions variables d'une terre cuite à l'autre. Les grains de quartz dominant largement. Ils sont majoritairement monocristallins, souvent à extinction ondulante, parfois riches en inclusions fluides ou minérales (chlorite) ; ils sont généralement sub-arrondis et presque équidimensionnels. Le plus grand diamètre des grains de quartz monocristallin n'excède pas 800 µm et est généralement inférieur à 400 µm. Les feldspaths sont rares – quelques grains par lame mince – sous forme de feldspaths potassiques, reconnaissables lorsqu'ils sont légèrement altérés, des feldspaths microclines, ainsi que des albites maclées et des plagioclases. Les paillettes de mica muscovite sont présentes dans des états de fraîcheur variable ; elles sont minces et courtes, n'excèdent que rarement 120 µm pour 10 à 15 µm d'épaisseur. Les microphyllites sont aussi présentes soit sous forme de granules de roches argileuses, plus trapues et d'aspect gonflé, soit encore composant la matrice

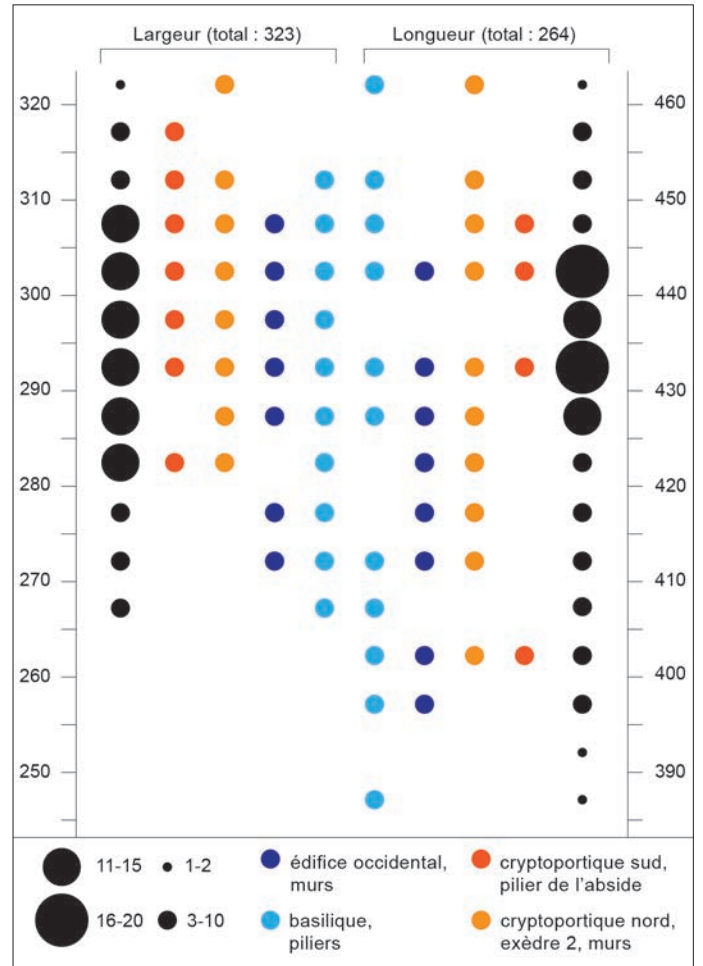


Fig. 30 – Les briques lydiennes (RECT2B), distribution des longueurs et des largeurs en mm. Distribution totale et pour quatre constructions (graphique : X. Deru).

(de nature illitique probable). Des grains opaques et de forme sub-arrondie sont dispersés dans la masse et attribués à des oxydes de fer (et en manganèse ?). Les couleurs sont variables et majoritairement plus sombres (rouge foncé). L'intensité de la couleur est liée à la teneur en fer. Certaines sont des concrétions très riches en fer (et en manganèse ?) et d'autres ne sont que pigmentées. Les inclusions argilo-ferriques identifiées en macro- et mésoscopie présentent des limites diffuses à nettes avec l'encaissant. Certaines inclusions, plus riches en fer, étaient probablement indurées ou semi-plastiques comme l'indiquent les vides qui les contournent. La pâte présente des déformations au pourtour et aux extrémités des inclusions. Certaines inclusions argilo-ferriques sont complexes avec des zonations, des fractures radiales et de la coalescence. Les grains de glauconite sont difficilement reconnaissables et ne sont présents que sporadiquement et uniquement dans quelques lames minces ; ils sont de taille inférieure à 100 µm et de teintes rougeâtres. Certaines terres cuites renferment des « nodules » à section subcirculaire, parfois craquelés et constitués de calcite cryptocristalline.

Le carbonate représente à peine 1 % de la surface des terres cuites qui en contiennent. La taille est variable de quelques dizaines à quelques centaines de microns. On y observe parfois de la pyrite framboïdale oxydée par le chauffage et une zonation chromatique interne. Des débris lithiques anguleux ou sub-anguleux et sub-équants (lithologies dures) à arrondis et

Tabl. II – Les estampilles sur terre cuite architecturale. Sigle, support, nombre d’occurrences à Bavay et hors de Bavay, nombre de sites en dehors de Bavay (référence au corpus de De Poorter, Claeys 1989).

N°	Nom	Lettres, cartouche	Support	Bavay	Hors Bavay	Nombre de site	De Poorter, Claeys 1989
1	ABF	Creuses, sans	Brique, <i>Tegula</i>	3	2	2	14-16
2	ATAB	Creuses, <i>tabula ansata</i>	Brique, <i>Tegula</i>	34	12	6	
3	ATAB	Creuses, sans	Brique	1	2	2	19-25
4	AEFEF/AFFE	En relief, rectangulaire	Brique	1	0	0	Inconnu
5	ANEC	Creuses, sans	Brique	2	0	0	Inconnu
6	G ATIL	Creuses, sans	Brique, <i>Imbrex</i>	2	2	1	25-31
7	ATIL	Creuses, sans	Brique, <i>Tegula</i>	23	25	9	
8	BAN[En relief, rectangulaire	Brique	1	0	0	Inconnu
9]ANI	En relief, rectangulaire	Brique	1	0	0	Inconnu
10	CVS	Creuses, sans	Indéterminé, <i>Tegula</i>	1	10	5	51-66
11	CVS	Creuses, sans	Brique	12	29	13	
12	CVS	Creuses, sans	Brique	1	1	1	
13	CVS	Creuses, sans	Brique, <i>Tegula</i> (?)	3	9	6	
14	FAL	En relief, rectangulaire	Brique	84	18	9	67-71
15	FV	Creuses, sans	Brique	9	8	1	71-73
16	HAMSIT	Creuses, sans	Brique, <i>Tegula</i>	76	445	45	77-94
17	ISFP	Creuses, sans	Brique, <i>Imbrex</i>	7	29	6	95-105
18	IVF	Creuses, sans	Brique	28	0	0	Inconnu
19	LMCTRE	Creuses, sans	Brique	2	13	4	105-108
20	LCS	Creuses, <i>tabula ansata</i>	Brique	3	73	7	108-111
21	NSS	Creuses, sans	Indét.	2	156	7	142-147
22	PVF	Creuses, sans	Brique, <i>Tegula</i> (?)	17	4	2	151-152
23	QVA	Creuses, sans	Brique, <i>Tegula</i>	32	53	13	152-157
24	SEN	Creuses, sans	Brique	2	0	0	Inconnu
25	TPR	Creuses, sans	Indéterminé	1	9	3	164-167
26	TRP	Creuses, sans	<i>Tegula</i>	2	38	8	173
27	TRAVCPSB	Creuses, sans	Brique, <i>Tegula</i>	1	97	21	167-169
28	TRPOIS	Creuses, sans	Brique	2	10	7	177-181
29	TRPOIS	Creuses, sans	Brique	1	1	1	
30	TRPOS	Creuses, sans	Brique	4	134	4	182-183
36	TRPS	Creuses, sans	Brique	1	43	9	186-198
32	TRPS	Creuses, sans	Brique	1	2	2	189
31	TRPS	Creuses, sans	Brique, <i>Tegula</i> (?)	7	13	6	
33	TRPS	Creuses, sans	Brique	6	21	11	
35	TRPS	Creuses, sans	Brique, <i>Tegula</i> , <i>Imbrex</i>	54	15	14	
34	TRPS	Creuses, sans	<i>Tegula</i>	1	0	1	
37	TTPS	Creuses, sans	Brique	3	2	1	199-200
38	Anépigraphie, svastika	Creux	Brique, <i>Tegula</i> (?)	9	11	5	204
39	Anépigraphie, croix	Creux	Brique, <i>Tegula</i> (?)	2	4	4	203
Total				442	1291		

allongés (lithologies tendres) ont parfois été observés. Ils sont très peu nombreux (< 1 % en surface) et généralement de petite taille (< 2 mm), à deux artefacts près, ils ne sauraient être reconnus comme tels sur le tessou ou en regardant la lame mince

par transparence. On observe des grès, des grès micacés, des quartzites, des microquartzites, des quartzites micacés et, plus rarement, des shales ou des phyllades un peu altérés. Certains débris lithiques montrent une fabrique et un contenu en micas

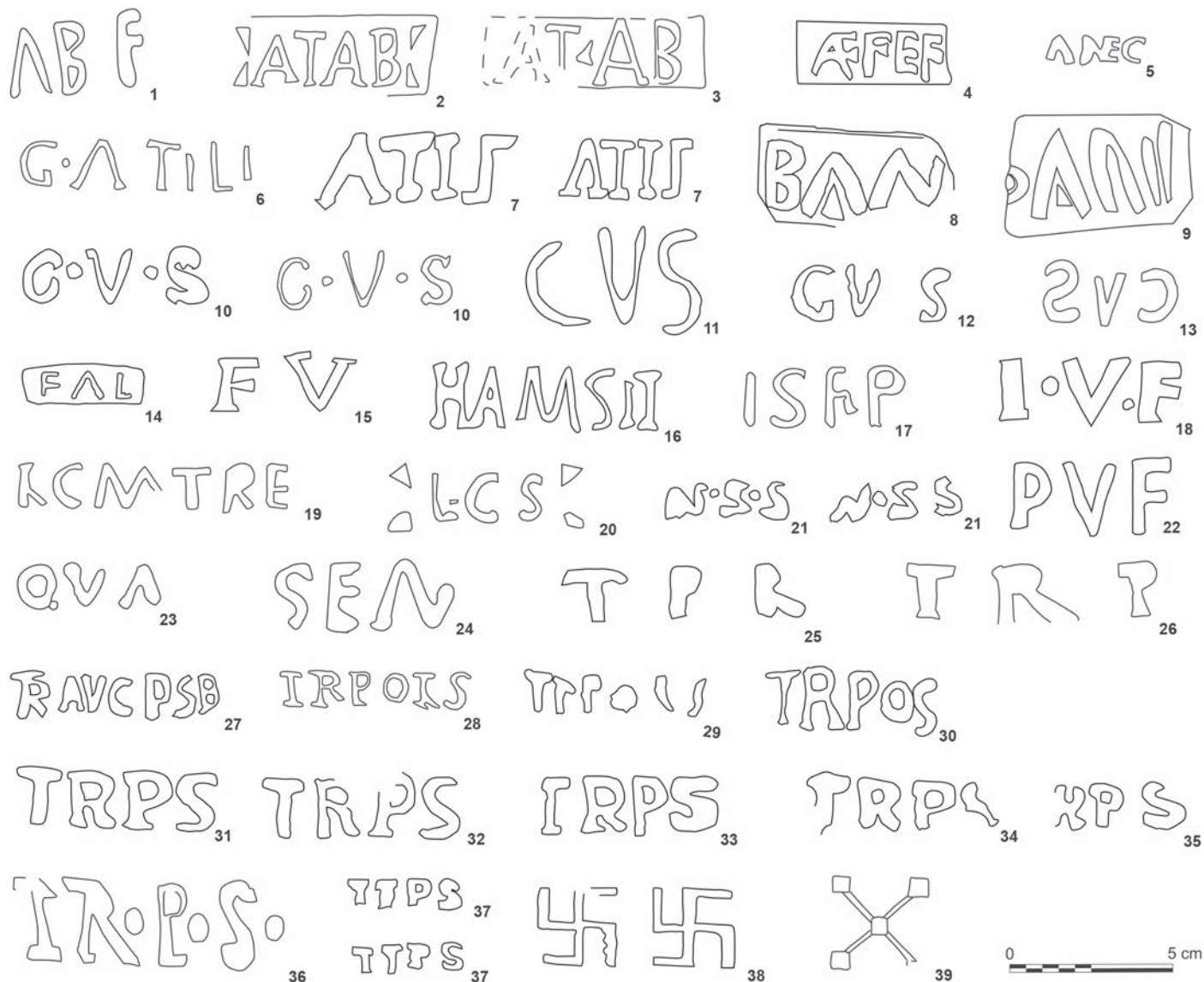


Fig. 31 – Les estampilles sur les briques du second forum (DAO : M. Athanassiadis, ABC).

indicateurs de roches issues de l’anchimétamorphisme (roches issues des massifs anciens et/ou de la zone métamorphique ardennaise). Les grains de roches fines hypersiliceuses sub-angulaires sont absents ou très rares et très petits. Les minéraux denses (rutile, tourmaline, zircons) sont rarissimes et de très petite taille (0 à 3 grains par lame mince, <40 µm) et probablement mal identifiés.

Les terres cuites de Bavay ont donc été fabriquées à base d’argiles silteuses, avec d’abondantes inclusions minérales opaques riches en fer, dans la gamme des silts moyens à fins, et de nombreuses inclusions millimétriques argilo-sablo-ferriques à ferriques. Ces inclusions sont d’origine pédogénétique et issues des horizons rédoxiques attribuables à un excès d’eau. Elles sont également caractéristiques de sols hydromorphes. Cet excès d’eau peut être attribué soit à la faible perméabilité d’horizons empêchant l’infiltration des eaux de pluie, soit résulter de la concentration de flux d’eau provenant d’inondations, de ruissellements, de transferts latéraux ou de remontées du niveau d’une nappe souterraine. Les matières premières ont très probablement été extraites de la zone d’inondation d’une large plaine alluviale soumise à des phénomènes de gleyification. Vu l’origine de ces

sols, il faut considérer que les argiles, les silts, les sables et les micas proviennent des accumulations qui se produisent lors des phases d’inondation de la plaine alluviale, tandis que les concrétions sont néoformées dans le sol. En l’absence de points de comparaison, il n’est pas possible d’être plus précis quant à la localisation des briqueteries (vallée de la Sambre *versus* vallée de la Meuse). Il conviendrait d’analyser chimiquement les pâtes pour détecter d’éventuelles différences, sans certitude toutefois quant à la résolution du problème car les argiles alluviales sont des « poubelles » sédimentaires drainant une large zone d’alimentation en eaux et en sédiments.

É. G.

LES PROVENANCES

Les cartes de répartition dressées par A. De Poorter et P. Claeys (1989) et celle mise à jour dans le cadre de cet article (fig. 35) indiquent clairement que les estampilles proviennent de régions localisées à l’est de Bavay. On constate que l’aire de

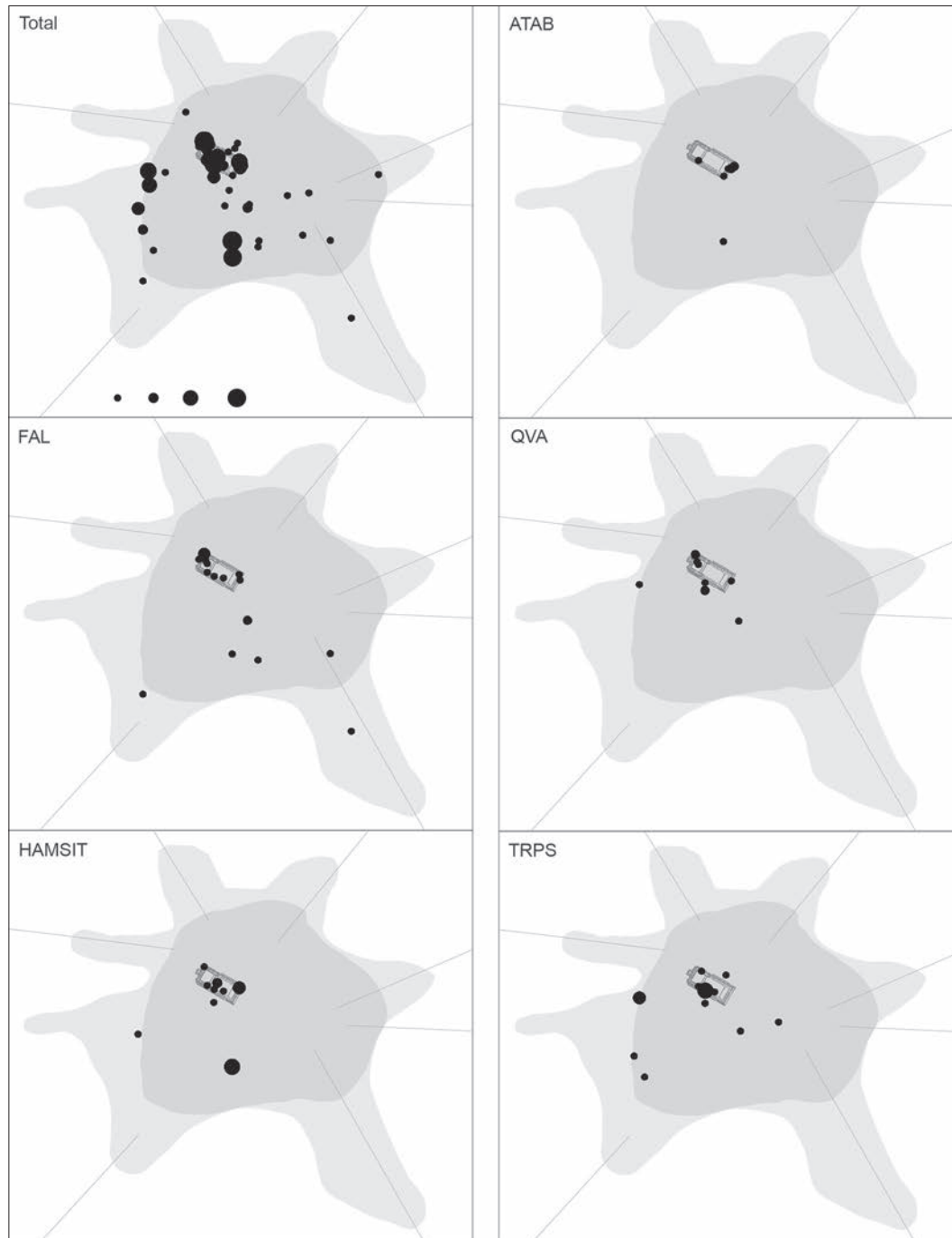


Fig. 32 – Répartition des principales estampilles sur terre cuite architecturale à Bavay
(SIG et DAO : Atlas des provinces romaines de Belgique et de Germanie, ABG-Halma).

QVA se situe dans la vallée moyenne de la Meuse, en amont de Liège et que les autres sont éparpillées dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, dans la frange droite du fleuve (partie occidentale du Condroz) et au nord, entre les cours d'eau et la voie Tongres-Bavay. Plus précisément, il semble que CVS soit présente au nord, HAMSIT au sud et TRPS à l'est.

Depuis cet ouvrage, une fouille importante a été conduite sur un atelier de tuilier localisé à Hermalle-sous-Huy (province de Liège, Belgique), sur la rive droite de la Meuse (Delarue 1973-1974 ; Frébutte, Gustin 2007). Dans l'état actuel de la documentation, cet atelier a livré des terres cuites estampillées NEH, QVA, GFP et AEL. QVA est le tuilier actif au moment de

la construction du *forum* de Bavay. Rien ne permet de dire si les autres lui sont antérieurs ou postérieurs.

Un autre atelier exploré dans des circonstances troubles a livré des estampilles ; lui aussi se trouve en bord de Meuse, sur la rive gauche, dans le jardin du château de la Thylère, à Hastière (province de Namur, Belgique). Signalé dans une brochure locale (Pirotte s.d.), cet atelier aurait livré les estampilles HAMSIT, TRPS, LCS et LMCR.

Les deux ateliers sont situés dans un environnement propice à la formation de l'argile employée pour la production des matériaux du groupe de pâtes étudiées ici et que l'on peut dès maintenant dénommer TCA-Mosan.

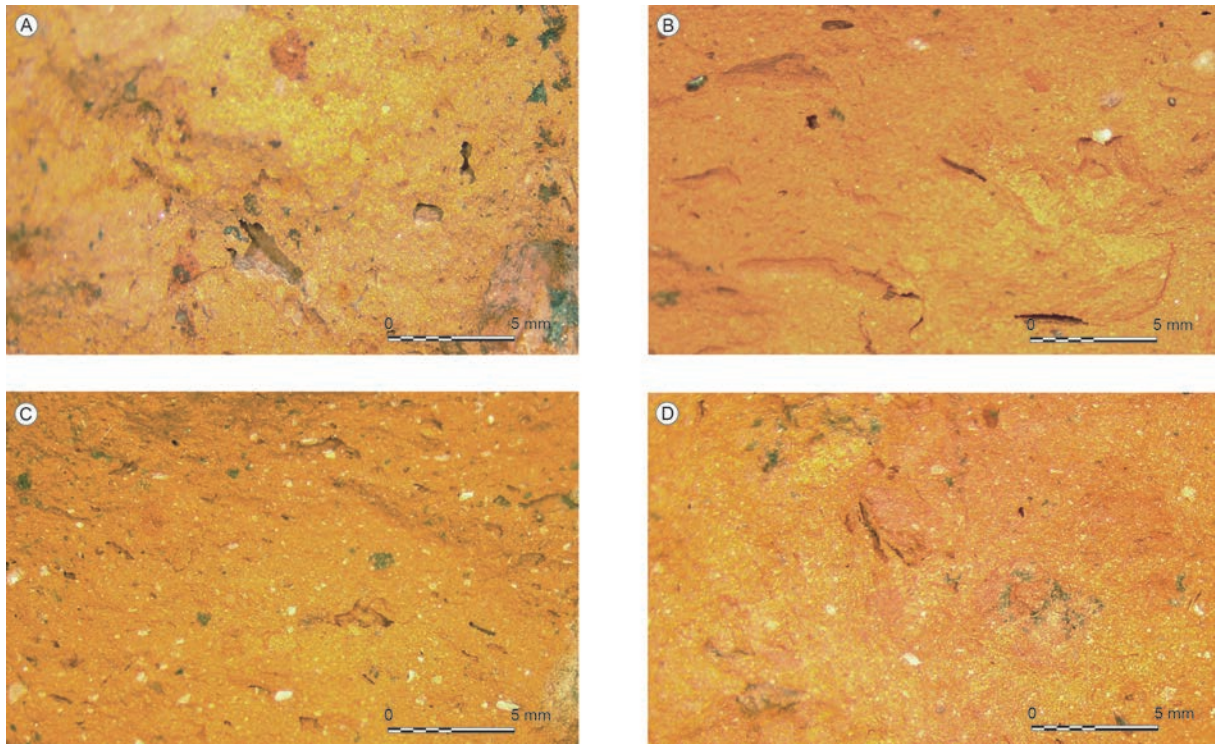


Fig. 33 – Cassures fraîches. **A**, brique de CVS (n° inv. G4) ; **B**, brique de HAMSIT (n° inv. G8) ; **C**, brique de TRPOIS (n° inv. G82) ; **D**, brique d'ATIL (n° inv. 65Z506) (clichés : X. Deru).

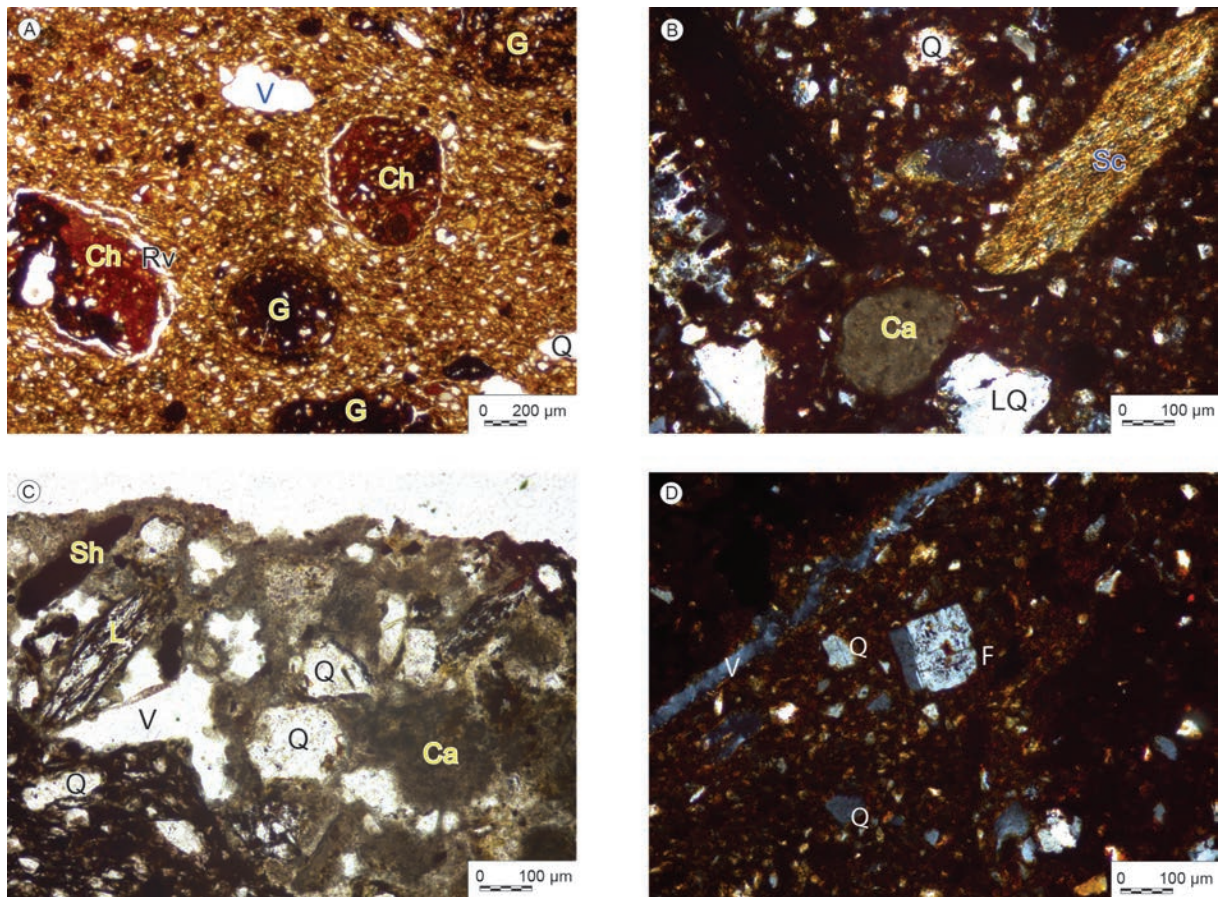


Fig. 34 – Lames minces en lumière naturelle (**A** et **C**) et en lumière polarisée (**B** et **D**). **Ca**, calcaire ; **Ch**, chamotte ; **F**, feldspath ; **G**, argile ferrique ; **L**, schiste micacé ; **LQ**, quartzite ; **Q**, quartz détritique ; **RC**, ringvoids ; **Sc**, schiste ; **Sh**, shale ; **V**, vide. **A** et **B**, brique de FAL (n° analyse BAV-23) ; **C** et **D**, briques d'ATIL (n°s analyse BAV-27 et 28) (clichés : É. Goemaere, Service géologique de Belgique).

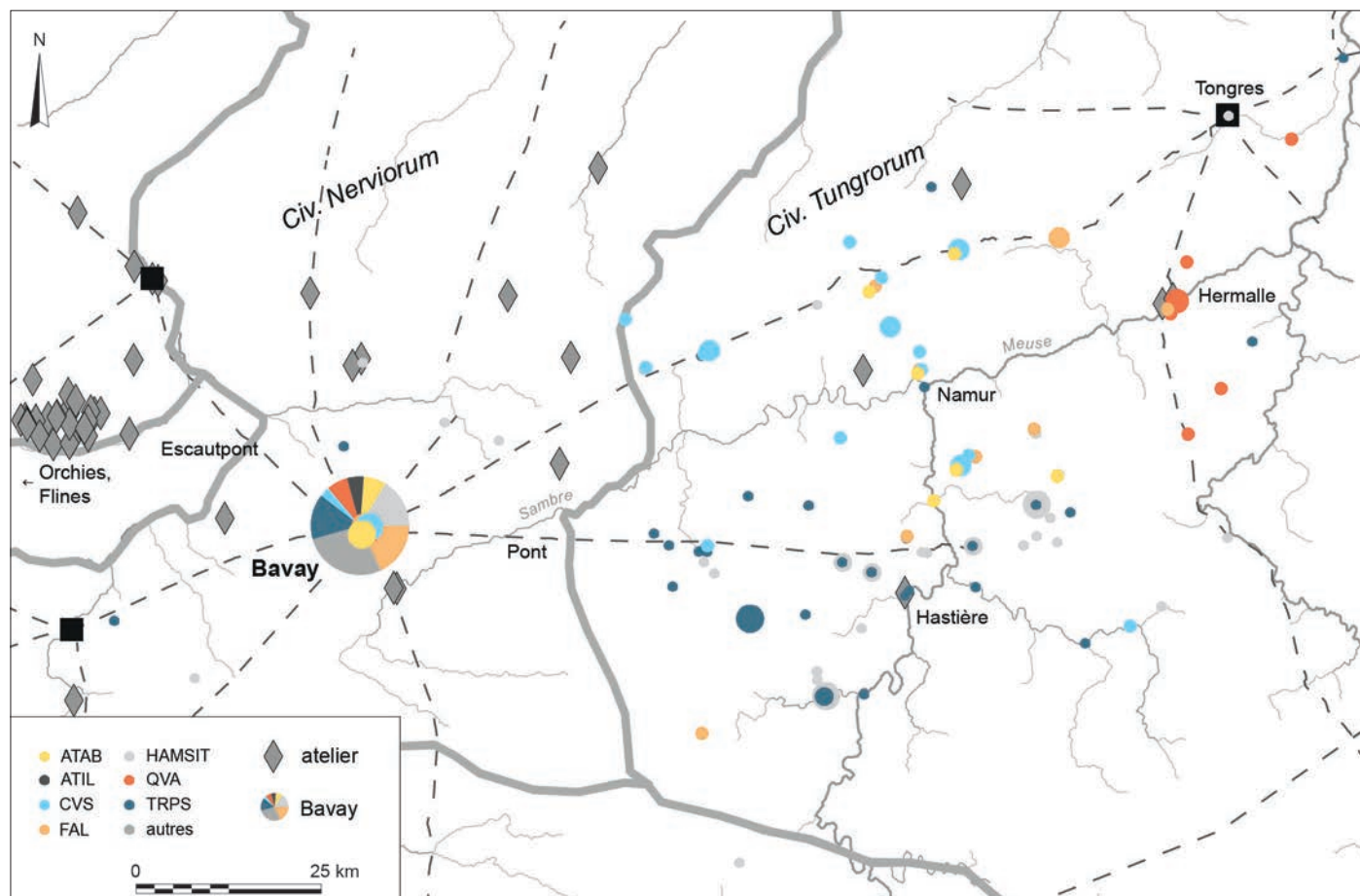


Fig. 35 – Répartition des principales estampilles sur terre cuite architecturale et localisation des ateliers de tuiliers (SIG et DAO : Atlas des provinces romaines de Belgique et de Germanie, ABG-Halma).

À partir de l'ensemble des estampilles reconnues dans les deux ateliers, on peut établir les cartes de densité (fig. 36). Comme on l'avait déjà perçu avec les marques QVA, mais enrichies des NEH, on constate que l'atelier d'Hermalle diffuse sa production de manière réduite de part et d'autre du fleuve. Les productions d'Hastière, en revanche, présentent une répartition plus homogène, également de part et d'autre de la Meuse, mais aussi le long de la voie qui mène de Dinant à Bavay et dans les agglomérations de la voie Tongres-Bavay, en particulier à Liberchies. Malgré les découvertes se situant en dehors des vallées de la Sambre ou de la Meuse, la configuration générale de ce type céramique suit celle des cours d'eau.

Hormis les quatre estampilles dont la provenance est connue, les autres appartiennent au même groupe de pâtes ; rappelons que toutes ont été observées à la loupe binoculaire et que les estampilles de QVA et NEH d'Hermalle, IVF TRPS, d'Hastière, mais aussi ATAB, ATIL, FAL et TRPOS ont fait l'objet d'une analyse pétrographique. Des échantillons de tuiles provenant de la couche de destruction du *forum* appartiennent en outre au même groupe de pâtes.

On peut dès lors présumer que l'ensemble des matériaux en terre cuite participant à la construction du second *forum* provient de la vallée de la Meuse, plus particulièrement de sa partie amont (Hastière) plutôt qu'aval (Hermalle).

LA DATATION

L'analyse des terres cuites architecturales conduit à une discussion chronologique. Pour commencer, il faut rappeler que la datation de la destruction du premier *forum* a été réalisée grâce au mobilier se trouvant à l'interface entre les deux monuments (Carmelez 1989 ; Delmaire *et al.* 2011, p. 138) ; il s'agit d'une monnaie et de vases en sigillée.

Les terres cuites architecturales servent quant à elles à dater le chantier proprement dit. Elles fournissent des arguments archéologiques et archéomagnétiques.

LA MONNAIE

J.-C. Carmelez a publié une monnaie de Commode prise dans la couche de destruction (1985, p. 30). Il s'agit d'un denier (RIC 256), émis en 192, que l'on n'a malheureusement pas pu réexaminer depuis (n° inv. 84Y1596).

LA SIGILLÉE

Cette note se fonde tout d'abord sur une publication ancienne de Paul Darche et Maurice Hénault (1930), puis sur les travaux des années 1980 de Jean-Claude Carmelez (1985, p. 9-32 ; 1994), mais surtout sur l'examen récent des vases en terre sigillée

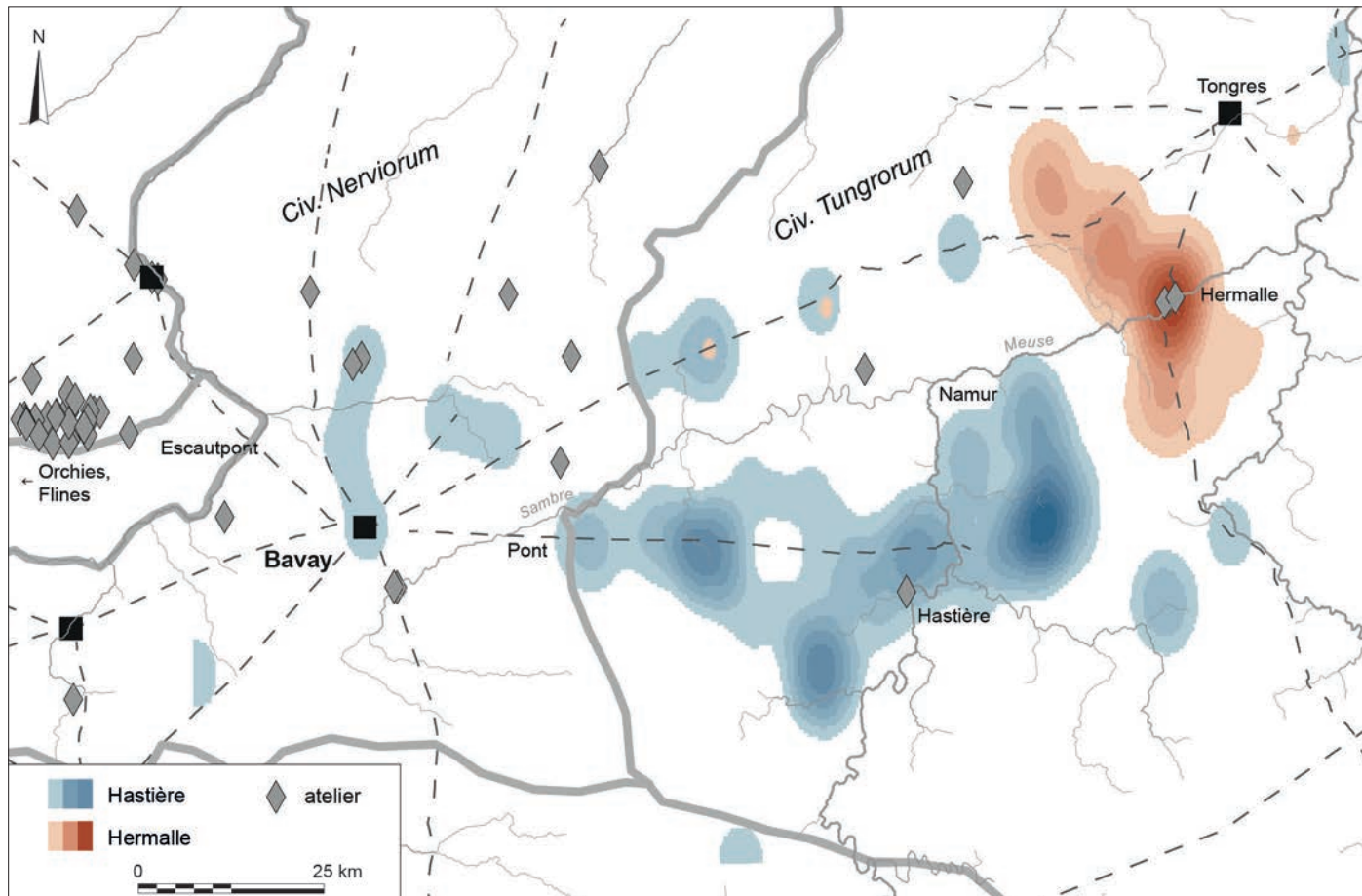


Fig. 36 – Aires de répartition des estampilles sur terre cuite architecturale issues des ateliers d’Hermalle-sous-Huy (province de Liège, Belgique) et d’Hastière (province de Namur, Belgique) (SIG et DAO : ABG-Halma).

conservée au musée du forum antique de Bavay, réalisé afin d’assurer les enregistrements du corpus *Names on Terra Sigillata* (NoTS, Hartley, Dickinson 2008-2012).

P. Darche et M. Hénault analysent des tessons de terre sigillée provenant de la maçonnerie. Ces tessons noyés dans le mortier proviennent de la voûte du vide sanitaire du second forum. Ces auteurs mentionnent les noms de sept potiers qu’on a pu identifier avec certitude et illustrent trois bols décorés par Albucius ii. Tous travaillaient à Lezoux (Puy-de-Dôme). Les estampilles de l’inventaire de P. Darche et M. Hénault n’ont pas toutes été retrouvées. Cependant, dans ce dernier cas de figure, elles ont pu être déterminées par comparaison avec les autres estampilles du site (tabl. III).

Dans le lot, Paul Darche et Maurice Hénault ont dénombré bien des tessons brûlés, comme ceux provenant de la couche d’incendie d’une boutique du forum fouillée par Jean-Claude Carmelez, à proximité du *decumanus* sud. Cela permet d’associer les deux lots pour qu’ils livrent un témoignage chronologique de la destruction du premier forum et de la construction du second. Le lot provenant de la boutique est nettement plus important et par là plus significatif, bien qu’il ait pu être contaminé par les couches antérieures et postérieures, mais les traces de cuisson peuvent assurer du contexte de la plupart des tessons⁵.

5. Les deux estampilles de potiers du Sud de la Gaule (Censor i et Fuscus ii) témoignent vraisemblablement d’un processus de contamination ; les estampilles les plus précoces du site de Lezoux pourraient elles aussi être résiduelles.

La caractéristique la plus évidente qui émerge de l’analyse du tableau IV est la proportion majoritaire de potiers impliqués dans l’exportation de la vaisselle vers les provinces danubiennes, avant que leur exportation ne prenne fin en raison des guerres contre les Marcomans⁶. La durée et les bornes de ce commerce ne sauraient être assurées, mais il est peu probable que les *negotiatores* chargés d’affaires dans cette région aient été actifs après 175-180 (tabl. IV).

Deux autres comparaisons peuvent être effectuées, la première avec les potiers réunis dans le *Gutter Deposit* de Wroxeter (Shropshire, Grande-Bretagne), correspondant aussi à la destruction d’une boutique du forum datée d’avant 175⁷, la seconde avec les marques laissées par quelques potiers lézoviens et présentes sur des récipients complets, mis au jour dans le contexte archéologique des quais de Londres avant 180 (Bird 1986, p. 139). Ces comparaisons suggèrent que cette période correspond à la plus précoce envisageable pour dater le lot de Bavay.

La période aux alentours de 185, rassemble 90 % des potiers de la boutique du forum (fig. 37a). Les marques de fabrique de

6. Ici, ce sont les dates d’activité des potiers et non celles des estampilles particulières qui sont prises en compte, pour obtenir une masse critique de données plus significative que pour des petits effectifs.

7. D. Atkinson en date la destruction entre 155 et 175 (1942, p. 105), mais les recherches les plus récentes permettent de réduire cet intervalle chronologique et d’en préciser les contours, sans que cela pèse sur la conclusion.

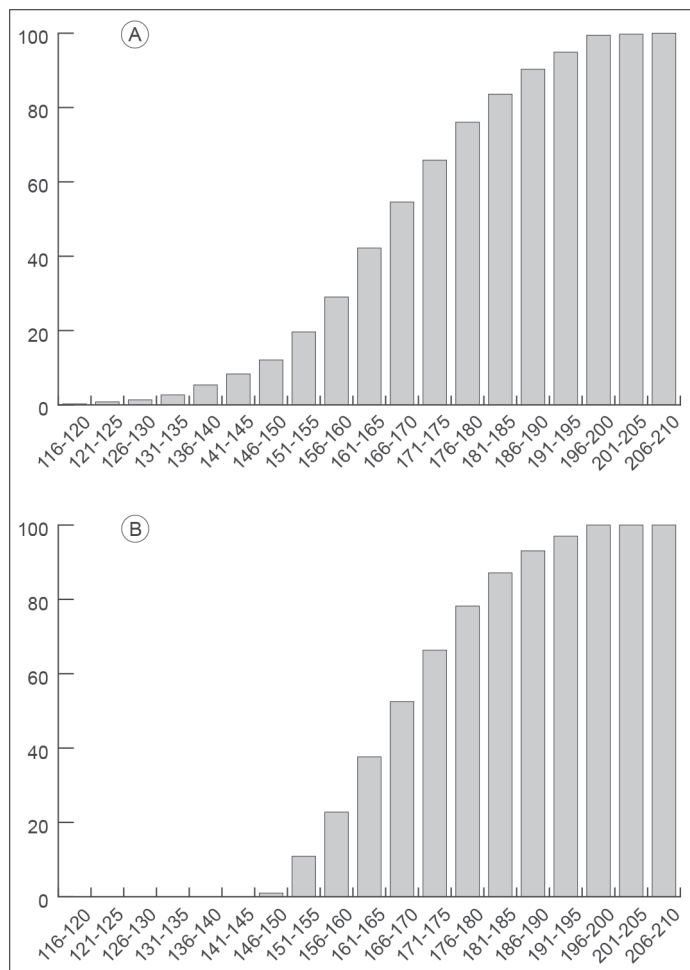


Fig. 37 – Les potiers de Lezoux attestés dans la boutique du forum de Bavay par date. A, fréquence cumulée de tous les potiers ; B, fréquence cumulée des potiers présents en trois exemplaires ou plus (graphique : G. Dannell d'après une source NoTS).

six de ces potiers ont également été retrouvées dans l'épave de Pudding Pan Rock (Kent), qui semble s'être échouée un peu plus tard (Walsh 2017, fig. 41). Quoique ces potiers semblent cesser leur activité après 200, ils débutent tous leur production avant 180 ; on peut donc difficilement envisager que ces témoignages-ci portent de façon plus générale sur l'ensemble du lot de la boutique. De fait, privilégier les datations les plus récentes comme *terminus post quem*, entraînerait qu'on justifie la durée d'exposition de la majorité du stock sur les étagères de la boutique et ce n'est pas sans poser problème. Cela se confirme à travers un deuxième graphique qui ne prend en compte que les marques de potiers attestées en plus de trois exemplaires (fig. 37b). Cette proposition est sans doute plus pertinente, car les autres boutiques connues pour l'époque romaine montrent que les piles de vaisselle sur les étagères correspondent aux paquets livrés au magasin (Dannell, Mees 2013, p. 156-182, fig. 12.22-23). Comme on le voit, la distribution réduit l'intervalle de datations possibles de près de cinq ans.

L'estimation fournie, non dépourvue de subjectivité, situe donc la destruction de la boutique du *forum* vers 185 apr. J.-C., ce qui signifierait *de facto* que le second *forum* a été construit peu de temps après.

G. D.

Tabl. III – Les estampilles de la publication de P. Darche et M. Hénault, portant des traces de mortier (* Revue au Musée-Site forum de Bavay).

N° d'inventaire	Potier	Estampille	Datation
6020-2*	Albucius ii	6h	145-160
26	Mercator iv	5b	160-200
6027*	Mercator iv	5b	160-200
6028	Santianus	3a	160-200
6029*	Malledo	2a	155-190
6932*	Corisillus	3a	150-200
6033*	Cadgatis	2b	150-180

LES MATÉRIAUX EN TERRE CUITE

Tandis que les encoches aval des *tegulae* sont datées au plus tôt du II^e s., les données externes livrent, pour ce qui concerne, davantage d'informations quant à la typologie des *tegulae* et à l'activité des artisans.

Concernant les tuiliers, quelques sites belges apportent des informations complémentaires. LCS et LCMTRE sont assez précoces, du début du II^e s. (Luppens, Cattelain 2014, p. 236-237). L'activité de FAL est datée par A. De Poorter et P.-J. Claeys (1989, n. 259), entre 125 et 200. En revanche, Laurent Luppens et Pierre Cattelain datent les matériaux signés HAMSIT, TPR, TRPS et TRAVCPSB de la fin du II^e s. et du début du III^e s. (Luppens, Cattelain 2014, p. 236-241). Les sigles avec double svastika et croix de Saint-André sont, quant à eux, attribués au IV^e s. (De Poorter, Claeys 1989, n. 259 ; Luppens, Cattelain 2014, p. 243).

LA DATATION ARCHÉOMAGNÉTIQUE

L'archéomagnétisme est employé pour dater la cuisson de fabrication d'un ensemble homogène de briques, pourvu que la température atteinte par celles-ci soit supérieure à la température de Curie des minéraux magnétiques présents dans l'argile, typiquement 700° C (Lanos 2005). La mesure de l'aimantation thermorémanente (ATR) acquise par les briques permet de remonter à la direction du champ magnétique terrestre (CMT) du moment de la cuisson, ce qui fait conclure à la date de cet événement lorsque la variation séculaire du CMT est connue.

À Bavay, 112 briques ont été prélevées sur la structure TE/TI35 en 2014 (fig. 8) : elles ont fait l'objet d'un carottage et de mesures en laboratoire à Rennes en 2015 (Lanos *et al.* 2015). La mesure de l'aimantation a été effectuée à partir de spécimens de mesure cylindriques (25 mm de diamètre pour 22 mm de longueur) tronçonnés dans des carottes elles-mêmes prélevées dans un repère (Oxyz) associé à la brique (fig. 38).

La mesure de l'aimantation ATR enregistrée sur les briques de Bavay montre que la température a atteint au moins les 600° C pour tous les échantillons. La direction de l'aimantation est caractérisée par une inclinaison et une déviation que l'on peut exprimer en fonction de la position de cuisson de la brique. Les valeurs d'inclinaison calculées en supposant les trois positions de cuisson à plat, de chant et debout permettent de déterminer laquelle de ces positions coïncide pour ladite brique

Tabl. IV – Les estampilles des contextes de la boutique incendiée du forum (TS-Sud Gaule en gris, TS-Argonne en italique, TS-Lezoux à plus de trois exemplaires, en gras). Sigle et datation : NoTS (Hartley, Dickinson 2008-2012). Occurrence sur le Danube (D), à Wroxeter (W), à New Fresh Wharf, Londres (NFW, L), et à Pudding Pan Rock (PPR). La date proposée pour Proclianus dans NoTS (vol. 7, p. 271) ne saurait être justifiée : les commentaires de B. R. Hartley ne reposent que sur trois exemplaires sur un total de quatre et la comparaison avec la découverte de Wroxeter rend cette chronologie curieuse et la date « mid-Antonine » correspondrait davantage à 155-175.

N° inv.	Potier	NoTS	Type	Date	Nombre	D	W	NFW	PPR
						>175 ?	165-175	(L)>180	175-200
77 Z 4135	Advocisus	8a	37	160-200	3	X	X		
77 Z 3109	Agileito ?	1a	33	115-190	1	X			
77 Z 3112	Albucianus	6c	33, 38, 79, 80	155-195	11			X	X
77 Z 4612 + 86 Y 514	Albucius ii	6h	37	145-175	9	X	X		
77 Z 3166	Albus iii	4a	18/31, 31	145-180	2	X			
77 Z 3021	Apolaustirus (Apolaustrus, Apolauster) ?	2b	33	155-190	1	X			
77 Z 3178	Beliniccus iii	3b	31	140-170	1	X			
77 Z 3148	Cadgatis	2b	33	150-180	3	X			
77 Z 3199	Carussa i	2i	37	160-200	1				
77 Z 4322	Casurius ii	5a	37	155-190	1	X			
77 Z 3029	Catullus ii	4b	31	160-200	3				
82 Y 1346	Censor i	3a	15.17 Or18	70-90	1				
77 Z 3657	Censorinus ii	1a	37	160-190	2	X			
89 Y 1721	Cinnamus ii	5b	37	135-180	1	X			
77 Z 3015	Corisillus	3a	31	150-200	1				
90 Y 160	Divicatus	3a	18/31 or 31	135-165	1	X			
77 Z 3090	Elvillus	1a	31	160-190	2		X		
77 Z 3065	Fuscus ii	8c	18/31	50-80	1				
81 Y 3423	Gemellus i	2a	31	160-200	1	X			
89 Y 1759	Genialis iv	6a	33	150-180	2	X			
77 Z 3198 + 77 Z 4012	Gippus	1a	37	155-180	1	X			X
77 Z 3061	Gongius	2b	31	145-175	1	X			
77 Z 3186	Habilis	1b	31, 38 or 44, 33	150-180	17	X			
90 Y 2862	Iulianus ii	Φ1	33	150-180	1	X	X		X
77 Z 4170 et 77 Z 4216	La-(xtucissa)	MSΦ-a	37	150-175	1	X			
77 Z 3151	Lalianus	1a	33	160-200	1				
86 Y 1668	Macrinus ii	2f	31	120-150	1	X			
77 Z 3085	Macrinus iii	4a	31	150-185	6	X			
77 Z 3093	Maguanus	Φ1	31	150-190	3				
77 Z 395	Malledo (Malledus)	2a	33	155-190	2	X			
77 Z 3077	Manius iii	1a	33	160-200	2				
77 Z 3081	Mansuetus i (Masuetus)	2a	31, 33	150-175	6				
77 Z 3164	Marcellus iii	6a	18/31 or 31	135-165	1	X			
84 Y 279	Marcus v	4a	31	160-210	2	X	X		X
77 Z 3078	Maternus iv	1c	33	160-190	1	X	X		X

77 Z 3019	<i>Melus iii</i>	3a	31	140-170	2				
77 Z 3080	Mercator iv	5b	31, 33	160-200	6				X
77 Z 3059	Miccio iii	2a or 2a'	18/31R or 31R	150-180	1	X	X		
77 Z 3110	Mossius ii	1a		150-180	13				
77 Z 3011	Moxsius ii (Moxius) ?	2b		130-155	1				
77 Z 3202	Osbimanus	3a		155-185	2	X			
77 Z 3054	Pater ii	2a		130-150	1	X			
77 Z 3085	Pateratus	3a		135-170	1	X			
77 Z 3195	Paternus v	7a		150-185	8	X	X		
77 Z 3119	Paullus v	3c		165-200	1	X			
77 Z 3126	Pentius i	1a		160-190	3	X			
77 Z 3102	Primulus iv	3a		155-170	8				
77 Z 3096	Primus vii	3b		150-185	4				
81 Y 3342	Proclianus	2a		155-180	1				
77 Z 3050	Pugnus ii	2a'		135-165	1		X		
77 Z 3106	Quartus iv	1a		160-190	1	X	X		
77 Z 3042	Quintinus	1a		115-185	2				
89 Y 1760	<i>Ratiatus (Ratiatusus) ?</i>	$\Phi 1$		150-200	1				
77 Z 3030	Regulus i	11a		130-165	1				
86 Y 1427	Santianus	3a		160-200	3	X			
84 Y 270 + 84 Y 1042	Suobnus (Suomnus)	5a		135-160	1	X			
77 Z 3155	Tituro	1a		170-200	1	X	X		

(Lanos 1990). Dans le présent cas de figure, toutes les briques ont été cuites sur tranche : 77 % d'entre elles l'ont été en position debout (verticalement sur le bord court) et 23 % d'entre elles de chant (verticalement sur le bord long). La déviation permet quant à elle de restituer l'orientation du plan vertical de la brique cuite sur tranche par rapport au Nord magnétique (NM) contemporain de sa cuisson.

Après nettoyage des aimantations parasites par désaimantation thermique à 250° C et après correction d'anisotropie d'aimantation thermorémanente (Lanos 2005), les directions (inclinaison-déviations) corrigées des 112 briques ont été représentées sous forme de stéréogramme où l'échelle d'inclinaison varie de 40 à 90° et l'échelle de déviation varie entre -90° et +90° (fig. 35). On constate une forte dispersion des directions, mais on peut reconnaître un regroupement des déviations autour des directions -60° et +30°. Ces hypothèses de déviation laissent supposer que les briques cuisaient en rangées croisées orthogonales dans le (ou les) four(s) (Lanos 1994). Cette dispersion peut être expliquée soit par le mélange de lots contemporains provenant de différents fours, soit par des mouvements au sein du chargement de briques lors de la cuisson. Il arrive aussi que les briques soient cuites avec un pendage systématique. Ceci semble être le cas des certaines briques notées en rouge (fig. 39). L'analyse statistique montre que ces briques ont très probablement subi un pendage vers le NM, à l'origine de fortes inclinaisons apparentes. Or le stéréogramme ne laisse pas deviner lequel de ces groupes aurait des inclinaisons plus faibles du fait d'un pendage symétrique vers le sud magnétique.

En l'absence de ce groupe, les fortes inclinaisons faussent la valeur de l'inclinaison moyenne calculée sur l'ensemble du lot. C'est pourquoi elles ont été exclues de l'analyse statistique.

L'inclinaison moyenne des aimantations des briques sélectionnées, calculées à partir de la statistique de McFadden, est de :

$$I_{\text{Site}} = 60,0^\circ \quad n = 94 \text{ spécimens} \quad \alpha_{95 \text{ équivalent Fisher}} = 1,9^\circ$$

Cette inclinaison est réduite à Paris, site de référence pour la France, en utilisant le modèle du moment dipolaire axial virtuel (VADM), d'où : $I_{\text{Paris}} = 58,8^\circ \pm 1,9^\circ$

Pour effectuer la datation, l'inclinaison moyenne et son erreur sont reportées sur la courbe de variation séculaire de référence de l'inclinaison du champ magnétique terrestre (CMT) établie à Paris pour les trois derniers millénaires. La distribution des dates calendaires en a été déduite (fig. 40). Dans la région qui possède la plus forte densité de dates, trois intervalles se distinguent les uns des autres, dont un seul est compatible avec la période romaine. En restreignant la période de date *a priori* à l'intervalle 20 av. J.-C. - 500 apr. J.-C., on obtient l'intervalle de date [155 ; 265] apr. J.-C. à 95 % pour la cuisson de cet ensemble de briques. L'intervalle se réduit à [190 ; 230] apr. J.-C. avec un niveau de confiance de 50 %.

On obtient trois intervalles de date possibles avec un niveau de confiance de 95 % : [155 ; 265] de 26 % ; [1150 ; 1270] de 43 % ; [1410 ; 1485] à 26 %. Seule la première solution est compatible avec les données archéologiques qui indiquent une fabrication durant la période 20 av. J.-C. à 500 apr. J.-C.

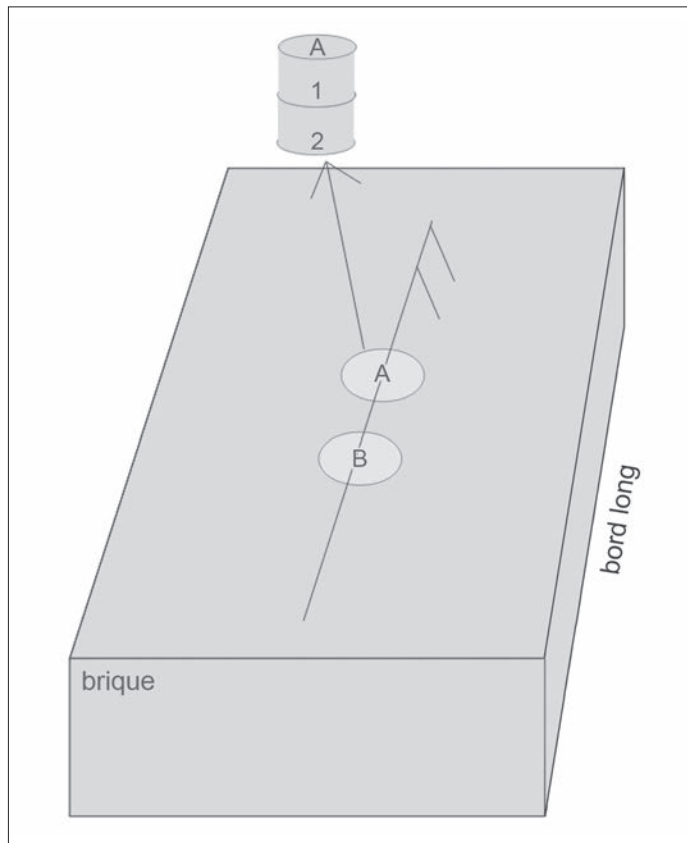


Fig. 38 – Mode de repérage des spécimens de mesures archéomagnétiques dans les briques. L'axe x de mesure est parallèle au bord long, l'axe y est parallèle au bord étroit et l'axe z est perpendiculaire au plan d'aplatissement. Ce mode de repérage permet de savoir si les briques ont été cuites de chant ou debout (DAO : P. Lanos, Géosciences Rennes).

LES VOLUMES DES TERRES CUITES ARCHITECTURALES (TCA)

Grâce au modèle architectural, chaque maçonnerie du gros œuvre du second forum a été restituée en volume. Les fondations, pour leur grande majorité, et les murs du cryptoportique, pour une bonne part, sont ceux de la première phase. Les niveaux inférieurs reconstruits, quelques murs, les piliers et demi-piliers, ainsi que les arcs et les voûtes, ont fait l'objet d'observations directes ; dès lors, pour ces parties, l'hypothèse de restitution est fiable, mais à cause des aléas de chantier, de bricolages, un facteur d'erreur de 5 % a été pris en compte. Concernant les élévations, formes et hauteurs ont fait l'objet de discussions ; il ne s'agit que d'une hypothèse de travail, qui pourrait soit être corrigée çà et là, soit être totalement remise en question. Dans le cadre de cette hypothèse, un facteur d'erreur de 10 % a été là aussi pris en compte dans les calculs.

Les appareils sont connus pour les parties conservées (voir *supra*, p. 48-53) ; concernant les élévations restituées (voir *supra*, p. 53-55), soit l'appareil connu a été extrapolé en partie inférieure, soit, si rien n'en a été conservé, les types d'appareils possibles ont été envisagés (tabl. V). Pour les différents appareils et leurs terres cuites respectives, des proportions de pierres, de mortiers et de briques ont été calculés ; cette dernière proportion varie de 7,80 à 17,10 % (tabl. I). Dès lors, selon le type d'appareil envisagé, une estimation haute ou basse des volumes de terre

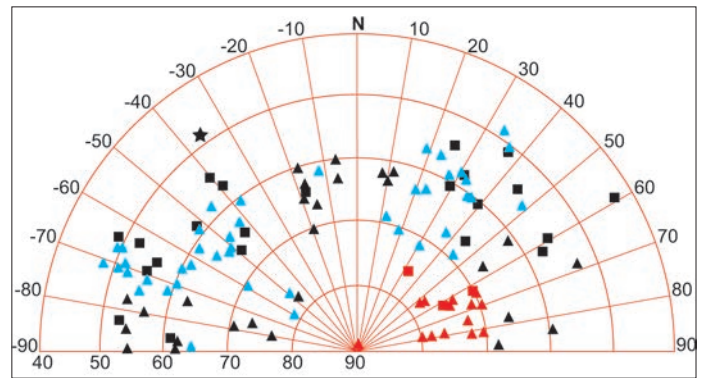


Fig. 39 – Stéréogramme des directions d'aimantation (inclinaison – déviation). Triangle : brique cuite debout ; carré : brique cuite de chant ; astérisque : brique cuite à plat. L'inclinaison moyenne est calculée avec la statistique de McFadden, après élimination des directions (en rouge) qui ont subi un effet de pendage asymétrique (graphique : P. Lanos).

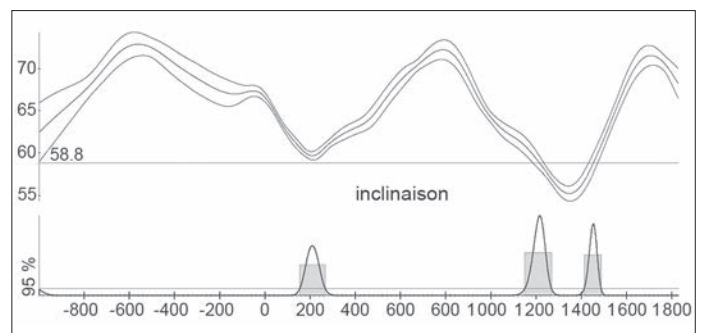


Fig. 40 – Distribution de dates obtenues avec l'inclinaison du CMT. Inclinaison : 58,8 ; α_{95} : 1,9 ; Réf. curve : gal2002sph2014_i.ref (graphique : P. Lanos).

cuite a été obtenue, considérant un facteur d'erreur de 10 % pour chacun d'entre eux.

Au total, l'estimation des volumes des maçonneries, arcs et voûtes compris, s'élève à 19 329 m³, plus ou moins 873 m³ (tabl. VI) ; entre 2 000 et 2 850 m³ de terres cuites leur auraient été intégrées. La masse volumique apparente de la brique, calculée à partir d'échantillons, s'élève à 1,80 t/m³, ce qui représente au total entre 3 600 et 5 130 t de matériaux mis en œuvre, au minimum produit et transporté, sachant qu'un chantier entraîne perte et détournement d'une partie de cette marchandise.

Les toitures sont couvertes selon la technique universelle par des *tegulae* et des *imbrices*. Dans la restitution proposée, elles couvrent une surface de 8 025 m² (aire sacrée : 3 565 m² ; esplanade : 2 305 m² ; basilique : 2 155 m²). Ici, la dimension des tuiles est uniquement suggérée par extrapolation à partir de tailles reconnues ailleurs, sur lesquelles une analogie entre encoches aval a été dressée. À cause de la superposition des tuiles sur les toitures, chaque tuile ne couvre que 0,10 m² (Warry 2006, p. 106), ce qui, au minimum, nécessitait 80 250 *tegulae* pour un volume de 246 m³ et un poids supérieur à 440 t. Les *imbrices* devaient être en nombre équivalent et peser au total plus de 180 t.

À cela, il faudrait encore ajouter le tuileau qui entre dans la composition du mortier de jointoiment, et celui qui entre dans la composition des sols de béton. Le calibre et la densité des fragments obtenus par le broyage de briques ou de tuiles

Tabl. V – Estimation du volume des maçonneries, des volumes de briques, par fait architectural, selon les techniques observées ou probables.

Fait	Zone	Secteur	Structures	Observ.	Appareil	Vol. Total	Vol. min.	±	Vol. moy.	±	Vol. max.	±
1	Aire sacrée	Édifice occidental et ann.	Mur	Absent	C/H/F	2 140	188,30	18,83	196,90	19,70	295,30	29,50
2		Portique supérieur	Mur	Absent	C/H/F	1 577	138,80	13,88	145,10	14,50	217,60	21,80
3			Pilier	Absent	B/A	210	24,40	2,44	24,40	2,40	35,90	3,60
4			Arc	Absent	AA/AB	83,80	21,40	0,05	21,40	0	26	1,50
5			Mur écoinçon	Absent	C/H/F	133,60	11,80	1,18	12,30	1,20	18,40	1,80
6		Boutique extérieure	Mur de refend	Partiel	H	632,90	58,20	5,82	58,20	5,80	58,20	5,80
7			Mur de refend, extrémité	Partiel	I	192,20	31,50	3,15	31,50	3,20	31,50	3,20
8			Arc	Absent	AA/AB	44,20	11,30	0,79	11,30	0,80	13,70	1
9		Boutique extérieure, façade	Mur	Absent	C/H/F	169,10	14,90	1,49	15,60	1,60	23,30	2,30
10		Portique extérieur, diaphr.	Arc	Absent	AA/AB	20,10	5,10	0,36	5,10	0,40	6,20	0,40
11		Portique extérieur	Pilier	Absent	B	87,10	10,10	1,01	10,10	1	14,90	1,50
12			Arc	Absent	AA/AB	69,80	17,80	1,25	17,80	1,20	21,60	1,50
13			Mur écoinçon	Absent	C/H/F	63,60	5,60	0,59	5,90	0,60	13,80	0,60
14		Cryptoportique	Mur interne (reconstr. hétér.)	Partiel	A-J	590,40	70,80	4,96	70,80	5	70,80	5
15			Mur externe (reconstr. hétér.)	Partiel	A-J	179,20	21,50	1,51	21,50	1,50	21,50	1,50
16		Cryptop., exèdres sud	Mur	Bon	C	98	8,60	0,86	8,60	0,90	8,60	0,90
17		Cryptop., exèdres nord	Mur	Partiel	A	96	16,40	1,64	16,40	1,60	16,40	1,60
18		Cryptoportique, absides	Mur externe (reconstr. hétér.)	Bon	A-J	74,20	8,90	0,62	8,90	0,60	8,90	0,60
19		Cryptoportique	Mur externe	Partiel	D	98,20	10,40	0,73	10,40	0,70	10,40	0,70
20			Pilier et pilastre	Bon	A	423,50	72,40	5,07	72,40	5,10	72,40	5,10
21			Arc doubleau et formeret	Partiel	AA	242,80	61,90	4,33	61,90	4,30	61,90	4,30
22			Voûte	Partiel	VA	421	56	3,92	56	3,90	56	3,90
23			Tas de charge	Partiel	T	9	4,40	0,31	4,40	0,30	4,40	0,30
24		Cryptop., exèdres nord et sud	Voûte	Partiel	VB	37,60	5	0,35	5	0,40	5	0,40
25		Soubas., édifice occid.	Mur	Bon	I	374,70	29,20	2,92	29,20	2,90	29,20	2,90
26			Pilier	Bon	B	170,90	19,80	1,98	19,80	2	19,80	2
27			Arc	Partiel	AA	56	14,30	1	14,30	1	14,30	1
28			Mur écoinçon	Bon	B	227,20	26,30	2,60	26,30	2,60	26,30	2,60
29			Voûte	Absent	VA	12	1,60	0,11	1,60	0,10	1,60	0,10
30			Voûte	Absent	VB	74,30	9,90	0,69	9,90	0,70	9,90	0,70
31	Esplanade	Portique, façade	Pilier	Partiel	B	285	33,10	3,31	33,10	3,30	33,10	3,30
32			Arc	Absent	AA/AB	59,40	15,10	1,06	15,10	1,10	18,40	1,30
33			Mur écoinçon	Absent	C/H/F	148,50	13,10	1,31	13,70	1,40	20,50	2
34		Portique, diaphragme	Arc diaphragme galerie	Absent	AA/AB	23,30	5,90	0,42	5,90	0,40	7,20	0,50
35			Mur écoinçon	Absent	C/H/F	128,80	11,30	1,13	11,80	1,20	17,80	1,80

Tabl. V (suite) – Estimation du volume des maçonneries, des volumes de briques, par fait architectural, selon les techniques observées ou probables.

36		Salles façade		Absent	B/J/A	221,22	25,7	2,57	36,3	3,60	37,80	3,80
37		Pilier		Absent	B/J/A	90,90	10,50	1,05	14,9	1,50	15,50	1,60
38		Arc		Absent	AA/AB	48,90	12,50	0,87	12,5	0,90	15,20	1,10
39		Mur écoinçon		Absent	C/H/F	350	30,80	3,08	32,2	3,20	48,30	4,80
40		Salles		Partiel	H	913,90	84,10	8,41	84,1	8,40	84,10	8,40
41		Mur		Partiel	H	1013,20	93,20	9,32	93,2	9,30	93,20	9,30
42		Pilastre formeret		Partiel	B/J	156,12	18,10	1,81	18,1	1,80	25,60	2,60
43		Arc formeret		Absent	AA/AB	48,90	12,50	0,87	12,5	0,90	15,20	1,10
44		Mur écoinçon formeret		Absent	C/H/F	305,70	26,90	2,69	28,1	2,80	42,20	4,20
45	Boutique extérieure	Mur de refend		Partiel	H	334,80	30,80	3,08	30,8	3,10	30,80	3,10
46		Demi-pilier, tête de mur		Partiel	J	211,80	34,70	3,47	34,7	3,50	34,70	3,50
47	Boutique extérieure, façade	Arc		Absent	AA/AB	57,70	14,70	1,03	14,7	1	17,90	1,30
48		Mur		Absent	C/H/F	249,20	21,90	2,19	22,9	2,30	34,40	3,40
49	Portique ext., diaphragme	Arc		Absent	AA/AB	13,42	3,40	0,24	3,4	0,20	4,20	0,30
50		Mur		Absent	C/H/F	39,90	3,50	0,35	3,7	0,40	5,50	0,60
51	Portique ext., façade	Pilier		Absent	B/J/A	99,60	11,60	1,16	16,3	1,60	17	1,70
52		Arc		Absent	AA/AB	55,60	14,20	0,99	14,2	1	17,20	1,20
53		Mur écoinçon		Absent	C/H/F	122,20	10,80	1,08	11,2	1,10	16,90	1,70
54	Entrées	Mur		Partiel	H	1 453,60	133,70	13,37	133,7	13,40	133,70	13,40
55		Arc		Absent	AA/AB	66,30	16,90	1,18	16,9	1,20	20,60	1,40
56		Voûte		Absent	VB	96,60	12,80	0,90	12,8	0,90	12,80	0,90
57	Basilique	Portique		Partiel	B	176,40	20,50	2,05	20,5	2	20,50	2
58		Arc		Absent	AA/AB	33,50	8,50	0,60	8,5	0,60	10,40	0,70
59		Mur écoinçon		Absent	C/H/F	196,30	17,30	1,73	18,1	1,80	27,10	2,70
60	Salles façade	Mur et mur écoinçon		Absent	C/H/F	459,10	40,40	4,04	42,2	4,20	63,40	6,30
61		Arc		Absent	AA/AB	47,70	12,20	0,85	12,2	0,90	14,80	1
62	Salles latérales	Pilier		Absent	B	29,30	3,40	0,34	3,4	0,30	3,40	0,30
63		Arc		Absent	AA/AB	17	4,30	0,30	4,3	0,30	5,30	0,40
64	Salles	Mur gouttereau, de refend		Partiel	G	2 427,20	298,50	29,85	298,5	29,85	298,50	29,85
65	Entrée	Arc		Absent	AA/AB	14,70	3,70	0,26	3,7	0,30	4,60	0,30
66		Voûte		Absent	VB	34,90	4,60	0,32	4,6	0,30	4,60	0,30
67	Terrasse	Pourtour		Partiel	E	500	79,50	7,95	79,5	8	79,50	8
68	Loges inférieures	Mur de refend		Bon	F	135,40	18,70	1,87	18,7	1,90	18,70	1,90
69		Arc		Absent	AA	9,40	2,40	0,17	2,4	0,20	2,90	0,20
70		Voûte		Partiel	VB	45,10	6	0,42	6	0,40	6	0,40

Tabl. VI – Estimation synthétique du volume des maçonneries et des volumes de briques par zone.

Zone	Volume	TCA min.	TCA moyen	TCA max.
Aire sacrée	8 608 (± 357)	976 (± 84)	993 (± 86)	1 214 (± 108)
Esplanade	6 595 (± 317)	702 (± 67)	727 (± 69)	820 (± 78)
Basilique	3 436 (± 168)	413 (± 40)	416 (± 40)	453 (± 44)
Terrasse	690 (± 31)	106 (± 10)	106 (± 10)	106 (± 10)
Total	19 329 (± 873)	2 197 (± 201)	2 242 (± 205)	2 593 (± 240)

sont extrêmement variables d'une entité construite à une autre. Elles varient au sein même d'une entité : on peut ainsi constater que dans la plupart des murs et des voûtes, les arases de briques et les assises de moellons sont liées par un mortier différent, celui employé pour les arases de briques étant plus chargé en tuileau. Ainsi, une estimation du volume de tuileau se révèle particulièrement complexe et n'a pas été réalisée. Par ailleurs, le tuileau peut avoir été produit à partir de matériaux de récupération.

Ainsi, sans doute au minimum, 2 500 m³ ou 4 500 t de matériaux en terre cuite ont été produits et ensuite acheminé et mis en œuvre sur le *forum* de Bavay.

L'ÉCONOMIE DU CHANTIER

La conduite d'un chantier de grande ampleur à la fin du I^{er} s. est une opération bien rodée, il n'y est pas question de prouesses techniques, ni de travaux titanesques. Un cahier des charges précis a dû être dressé et mis à l'adjudication par les magistrats ou autres curateurs, qui ont ensuite veillé à sa bonne exécution (Saliou 2012, p. 15-22). Ce sont également les magistrats qui ont pu fournir les matériaux (Brunt 1980), avec un zèle parfois poussé jusqu'à compter les briques (Plutarque, *Œuvres morales*, 811C). Les entreprises qui ont répondu à cet appel d'offres peuvent être générales ou sous-traiter différents ouvrages. C'est la compréhension des procédures d'approvisionnement en matériaux et la mise en œuvre du chantier, répondant aux objectifs édilitaires et jouant des contraintes, qui interrogent ici. C'est ce type d'analyse systématique de grands chantiers qui conduira à l'avenir à la compréhension générale de la, ou des procédures, de la conception et de la conduite des projets architecturaux dans leurs particularités régionales et chronologiques.

À Bavay, l'étude des pierres à bâtir et décoratives n'est pas abordée : on analyse donc ici leur seule fabrication, leur mode de transport et leur mise en œuvre au sein du chantier.

ORGANISATION DE LA PRODUCTION

La production des terres cuites architecturales occupe une place particulière dans l'artisanat de la terre. En effet, dans l'Antiquité, on ignorait déjà si elle faisait partie de l'agriculture ou de l'artisanat : les cités, l'aristocratie et l'empereur même n'hésitaient donc pas à en revendiquer la propriété (Steinby 1993 ; Ferdière, Charlier 2012).

Les ateliers produisant des terres cuites architecturales étaient courants en Gaule septentrionale et avérés à proximité de Bavay (Lebrun *et al.* 2012, p. 191-195) ; les matériaux du *forum* sont pourtant attribués à des ateliers plus lointains, localisés dans la vallée de la Meuse.

Aux alentours de Bavay, des ateliers sont attestés par des tuiles à pâtes calcaires que les analyses pétrographiques permettent d'attribuer aux couches géologiques locales (Lebrun, Fronteau 2014 ; Goemaere comm. pers.). À Pont-sur-Sambre (Nord), en particulier rue du Bel'Air, un four de tuilier a été vu de manière fortuite (Delmaire *et al.* 1996, p. 466-467, n° 9). Les données recueillies sont donc faibles et bien que l'on sache que les céramiques produites dans cette agglomération présentent des pâtes calcaires, la provenance initiale des argiles des productions de ces tuiles reste énigmatique.

Dans la région d'Orchies-Flines-les-Râches (Nord), en plein bassin scaldien, 29 ateliers de tuiliers ont été repérés lors des prospections pédestres d'Étienne Louis (Louis, Thuillier 2007) et 4 par prospections magnétiques par Guillaume Lebrun (Lebrun *et al.* 2012). Il est à noter le toponyme Flines est formé sur le terme latin *figlina*, qui désigne l'atelier de potier ou de tuilier. Ce toponyme se retrouve aussi à une vingtaine de kilomètres de là, à Howardries, au lieu-dit Bois de Flines (Belgique) et à Flines-lès-Mortagne (Nord).

Étonnement, ces ateliers, situés à moins de 50 km à vol d'oiseau de Bavay, n'ont pas été sollicités pour la construction du *forum*, ce qui sera examiné plus loin.

Les analyses pétrographiques ont démontré que tous les matériaux avaient la même provenance, bien que celle-ci s'étire sur 100 km dans la vallée de la Meuse, d'Hastière à Hermalle-sous-Huy. Ces deux ateliers reconnus sur le terrain ont livré quatre estampilles communes à celles du chantier de Bavay ; 31 restent donc sans attribution à un atelier particulier. Il faut alors envisager que d'autres ateliers existaient sur les berges de la Meuse, groupés ou isolés. La multiplication des ateliers a pu permettre d'assurer l'approvisionnement des 4 500 t de terre cuite, mais aussi de répartir l'exploitation des ressources en argile, en combustibles et humaines ou encore de pallier la défaillance de l'un ou de l'autre, et de garantir des prix abordables par jeu concurrentiel.

Les ateliers semblent avoir aussi bien produit des briques que des tuiles, car des estampilles (ATAB, QVA, HAMSIT, TRPS, etc.) sont communes à ces matériaux. En Italie, en particulier dans la vallée du Tibre, l'estampillage est relativement explicite, tout en restant discuté (Steinby 1993 ; Manacorda 2000 ; Aubert 2005). Les éléments les plus récurrents sont le nom du *dominus*, propriétaire de l'atelier et des glaisières, et de l'*officinator*, qui prend en charge la production ; ils peuvent être accompagnés du lieu de production, des dates ou du nom du produit. Les estampilles rencontrées doivent correspondre à des initiales de *tria nomina*, *duo nomina*, pouvant être accompagnées de l'initiale du préposé ou bien de noms simples ou abrégés (Hoët-van Cauwenbergh 2013, p. 304-306, pour G. Atilius). Dans le cas des estampilles TRP, TRPS, TRPOS, on pourrait suggérer la

résolution (*Tungrorum* (*R*)*es* (*P*)*ublica*, comme par exemple les estampilles (*R*)*es* (*P*)*ublica* (*G*)*levensium*) (Gloucester ; *RIB* II.5, 2486), mais le déterminant en première position n'est pas conforme à la norme épigraphique. Quoi qu'il en soit, l'estampillage en territoire Tongre est sans doute privé et y est bien plus répandu qu'ailleurs en Gaule. On peut l'expliquer soit par une société plus intégrée à la culture de l'écrit, soit par l'influence de la pratique militaire de la Germanie inférieure, soit par la nécessité d'exercer un contrôle dans le cadre des marchés publics, tel que celui du *forum* de Bavay.

Avant ce chantier, les ateliers mosans ne produisaient pas de briques, celles-ci étant rarement intégrées à la construction privée. C'est le chantier du *forum* de Bavay qui a entraîné la production de ce type de matériau, à vrai dire, assez simple à fabriquer. C'est également ce chantier qui a ponctuellement stimulé l'économie de la terre cuite.

Il est vraisemblable que les ateliers aient été implantés à même les ressources d'argile et que le transport de la matière première ait de fait été inutile, bien qu'attesté par l'épigraphie, comme par exemple à Sains-du-Nord (Raepsaet, Raepsaet-Charlier 2007, p. 140-141). D'après les méthodes anciennes (Dobson 1850 ; Duhamel du Monceau *et al.* 1776) ou bien encore les techniques observées au cours du *xx*^e s. (DeLaine 1997, p. 114-115), on sait que l'argile était extraite à l'automne et en hiver ; l'argile était ensuite imbibée en fosses, peut-être piétinée, sablée et malaxée. Après une phase de repos venait le moulage dans des formes en bois. L'ouvrier à la fois mouillait et sablait son plan de travail. On rencontre très régulièrement sur une face des briques et des tuiles, quelquefois en une veine interne, ce sable composé de grains de quartz. Les briques et les tuiles étaient alors découpées au fil ou à l'aide d'un outil en fer. À partir des ouvrages de Pegoretti (voir *infra*, p. 77), Janet DeLaine (1997, p. 116) évalue qu'un artisan peut façonner entre 1,25 et 1,38 m³ d'argile par jour selon la taille des briques.

La fabrication des *tegulae* dissocie le moulage de la mise en forme et de l'entaille des encoches (Clément 2013, p. 96-101). D'après les graffiti *ante cocturam* (Warry 2006, p. 121 ; Scholtz 2012), il semble qu'un mouleur de *tegulae* ait pu s'acquitter de 220 pièces par jour. Les tuiles retrouvées dans la couche de destruction du *forum* ne semblent toutefois pas engobées, alors que cette technique est par ailleurs attestée sur ce site. Ainsi, 2 300 jours/homme étaient probablement requis pour s'acquitter de cette tâche, ce qui, réduit aux jours de travail de plusieurs dizaines d'ateliers, reste faible.

Le séchage se fait en quatre temps : le premier, court, se fait à plat le temps que le matériau gagne en fermeté ; au deuxième, on redresse les matériaux ; au troisième, ceux-ci sont empilés. Après avoir été battus, les matériaux sont enfin entreposés à l'intérieur, dans des hangars aérés. Ces manipulations et l'entreposage nécessitent des aires assez vastes. L'atelier d'Hermalle-sous-Huy fournit, de ce point de vue, un témoignage-clé (Frébutte, Gustin 2007). De part et d'autre d'un vaste espace large de 60 m, deux entrepôts longs de plus de 75 m sur environ 8 m de large, sont bâtis de manière symétrique. Sur le même axe, les deux fours sont installés au centre sous une halle commune. Ils sont rectangulaires et dotés d'un canal de chauffe axial ; leur état de conservation ne permet pas de déduire les dimensions du laboratoire, mais ils présentent aujourd'hui une emprise maximale de 6,50 sur 5,50 m.

Dans le Nord de la Gaule, les fours de tuiliers de ce type (Le Ny IIE) sont caractéristiques de la deuxième moitié du *ii*^e s. et du *iii*^e s. Leur taille s'élève à 2,95 m (\pm 0,95) de long et 2,35 m (\pm 1,07) de large (Le Ny 1988, p. 53). La restitution de leur hauteur est problématique ; elle pourrait être équivalente à leur largeur ou à leur longueur ; Janet DeLaine l'estime à 2 m (2001, p. 262), mais elle pourrait atteindre 3 m. En prenant en compte les dimensions moyennes de ces fours, on peut estimer que le laboratoire occupait un volume compris entre 14 et 20 m³. J. DeLaine estime également que la charge de briques occupait 65 % du laboratoire ; à cause de la perte inhérente à la forme des tuiles, Peter Warry a réduit cette charge à 37 % du volume total.

Les graffiti *ante cocturam* offrent des indications relatives au calendrier des cuissons ; comme pour d'autres matériaux à base de terre (Marichal 1988), les cuissons se font à la belle saison (Scholz 2012 ; Hoët-van Cauwenberghe 2013, p. 307-311)⁸.

En raison des incertitudes liées à chacune des étapes de leur fabrication, il est bien délicat de calculer un nombre de fournées, ce d'autant plus que certaines d'entre elles ont pu mêler briques, *tegulae* et *imbrices*. Toutefois, selon la taille des fours, les fournées pouvaient comptabiliser jusqu'à 150-210 à 220-300 briques et jusqu'à 40-60 tuiles. Sachant que 35 estampilles différentes ont été relevées et que l'on admet qu'une fournée ne compte que les produits d'un atelier, chaque atelier se chargerait de six à neuf fournées, ce qui est acceptable au cours d'une saison. Cependant, comme dans le domaine de la poterie, une fournée a pu mêler les productions de plusieurs artisans, les estampilles témoignant alors sans doute d'ateliers de moulage différents. L'évaluation du nombre de journées ou du volume de combustible requis appelle quant à elle de plus amples investigations.

LE TRANSPORT

Le transport de denrées et de matériaux peut s'effectuer par portage sur de courtes distances, mais surtout par chariot ou chaland. La concurrence entre ces deux moyens de transport a déjà été largement discutée ; des barèmes de coûts ont ainsi été déterminés à partir des prix du blé mentionnés dans l'édit du Maximum, dans quelques papyrus, ainsi qu'à partir des données médiévales (Deru sous presse). À l'intérieur des barèmes, les indices sont donnés par rapport au coût du transport maritime ; la navigation fluviale avalante et remontante et le transport terrestre ont un coût multiple de cet indice. Pour l'approvisionnement de Bavay en matériaux mosans, deux barèmes ont été utilisés. Dans le premier barème, les indices s'élèvent à 1 : 4 : 8 : 50 et dans le second, à 1 : 7 : 21 : 49. Pour ces deux barèmes, le coût du transport routier est équivalent et 50 fois supérieur à celui de la navigation maritime, mais dans le second, l'indice du transport fluvial est réévalué à 21, bien plus important que dans le premier. Dès lors, les distances parcourues peuvent être multipliées par l'indice, ou l'unité de coût, propre à la technique de transport adoptée.

8. Contrairement à ce qu'avance Marie-Thérèse Raepsaet-Charlier, la restitution *I(uniis)* et non *I(anuariis)* est privilégiée car elle correspond mieux aux saisons de production, à l'instar de l'inscription de Siscia citée à la page suivante (Raepsaet, Raepsaet-Charlier 2007, p. 145-146).

Tabl. VII – Estimation des barèmes et des indices de coûts par itinéraire et par tronçon.

Itinéraire N°	Étapes	Transport	Nombre de km	Barème 1		Barème 2	
				Indice	Coût	Indice	Coût
I	Hermalle-Namur	Nav. remontante	41,40	8	331,20	21	869,40
I, III	Namur-Pont-sur-Sambre	Nav. remontante	112,80	8	902,40	21	2 368,80
I, II, III	Pont-sur-Sambre-Bavay	Route	8,90	50	445	49	436,10
II	Hastières-Dinant	Nav. avalante	14,20	4	56,80	7	99,40
II	Dinant-Pont-sur-Sambre	Route	136,20	50	6 810	49	6 673,80
III	Hastières-Namur	Nav. avalante	41,50	4	166	7	290,50
IV	Marchiennes-Mortagne	Nav. avalante	24,80	4	99,20	7	173,60
IV	Mortagne-Escoutpont	Nav. remontante	17,90	8	143,20	21	375,90
IV	Escoutpont-Bavay	Route	21,50	50	1 075	49	1 053,50

Seuls les deux ateliers connus ont été pris en compte, sachant que les autres ateliers se trouvent soit à proximité, soit entre les deux. En effet, les deux ateliers sont éloignés de 83 km par le fleuve : celui d'Hermalle-sous-Huy se situe à 41,40 km en aval de la confluence avec la Sambre, à Namur ; l'atelier de Hastière se trouve en amont, à 41,50 km de cette même confluence⁹. En amont de Namur, la Sambre parcourt 190 km ; elle est certainement navigable jusqu'à Pont, soit sur au moins 118,80 km. Pont formait alors une rupture de charge et les matériaux devaient encore parcourir par la route 8,90 km jusqu'à Bavay.

L'itinéraire qui emprunte la route d'Hermalle à Bavay est à écarter d'emblée. En effet, l'atelier se trouve sur la rive gauche de la Meuse et la route sur le plateau hesbignon circule à 15 km au plus court et 50 m plus haut ; la liaison semble donc difficile, voire impossible, par les chemins connus. Cet itinéraire écarté, les chalands devaient plus volontiers remonter la Meuse jusqu'à Namur et ensuite la Sambre jusqu'à Pont. Les 8,90 km restant auraient pour finir été parcourus en chariot (It. I ; fig. 41 ; tabl. VII).

D'Hastière à Bavay, un itinéraire routier est envisageable (It. II). D'Hastière à Dinant, il faut descendre le fleuve sur 14,20 km, puis réaliser un transbordement de la marchandise sur des chariots, qui ont alors 136,20 km à parcourir jusqu'à Pont-sur-Sambre, avant d'enchaîner sur les derniers 8,90 km jusqu'à Bavay. Cependant, l'itinéraire fluvial (It. III) semble plus crédible : il correspond à la descente de la Meuse jusqu'à Namur, ensuite à la remontée de la Sambre jusqu'à Pont, et enfin à la route jusqu'à Bavay. Dans cette perspective, il faut d'ailleurs mentionner la découverte en mai 1968, lors de dragage de la Sambre, d'une grande quantité de matériaux en terre cuite correspondant soit à des productions locales (Delmaire *et al.* 1996, p. 467, n° 22), soit au naufrage d'un chargement importé.

Dans le tableau VII, les coûts sont mis en regard selon les deux estimations et cela vaut pour chacun des trois itinéraires. Depuis Hermalle (It. I), l'approvisionnement en briques aurait valu 1 678 ou 3 674 unités de coût. Le fret des briques d'Hastière pouvait s'élever à 7 312 ou 7 209 par la route (It. II), alors que par l'eau (It. III), il aurait été réduit à 1 513 ou 3 095. De ce cas figure-ci, le transport principalement routier semble inopportun.

9. Les distances sont calculées à partir d'un tracé naturel du fleuve, restitué dans le modèle « CCM River and Catchment Database » et intégré dans le SIG *Atlas des provinces romaines de Belgique et de Germanie*, ABG-Halma.

La région proche de Bavay comprenait une concentration d'ateliers sur la rive gauche de la *Scarbea* (actuelle Scarpe ; Deru *et al.* 2012), dans la région de Flines-les-Râches-Orchies (Nord). Les modalités de transport des matériaux entre ces ateliers et Bavay pourraient expliquer pourquoi ces derniers n'ont pas été sollicités dans cadre du chantier du *forum*.

De Marchiennes (It. IV ; tabl. VII), qui constitue l'embarquement le plus proche pour les produits d'Orchies, les chalands auraient descendu la rivière jusqu'à la confluence avec l'Escaut, à proximité de Mortagne ; ils auraient ensuite remonté le fleuve jusqu'à Escoutpont. Depuis cette agglomération, les chariots auraient alors gagné Bavay par la route. Les indices calculés s'élèveraient à 1 603 unités de coût, ce qui est moindre que pour les produits mosans.

Toutefois, sur cet itinéraire, le transport terrestre d'Escoutpont à Bavay est plus long. Il totalise en effet 21,50 km, tandis que Pont et Bavay n'étaient séparés que de 8,90 km. Plus que la distance, c'est le profil altimétrique des deux parcours qui a dû faire la différence (fig. 42). En effet, la différence d'altitude entre Pont et Bavay est d'une vingtaine de mètres avec de faibles déclivités, alors qu'il fallait gravir plus de 130 m à partir d'Escoutpont et affronter deux obstacles au moins avant d'arriver à Bavay. C'est vraisemblablement ce facteur qui a dû entrer en ligne de compte pour déterminer le choix des fournisseurs.

Comme déjà indiqué plus haut, la localisation des ateliers et le transport de produits pondéreux invitent à privilégier une option fluviale. Dès César (Dion Cassius, *Histoire romaine*, XLIV, 42), la Meuse est reconnue comme axe de transport et l'est restée jusqu'à nos jours (Suttor 2006). Le fleuve est à la fois descendu et remonté jusqu'à Namur ; la Sambre est ensuite remontée jusqu'à Pont. Pour approvisionner Rome et Ostie, le radeau est envisagé pour descendre le Tibre, notamment pour transporter semble-t-il plus facilement du bois ou des briques ; mais c'est surtout le chaland, *linter*, qui est attesté (Shawn 2006, p. 18-22 ; Bukowiecki 2012 ; Bukowiecki, Wulf-Reidt 2015). Dans le cadre spécifique du bassin mosan, il paraît, une fois encore, plus simple d'envisager le chargement sur des chalands. Le cours sinueux de la Sambre devait y limiter la navigation ; seuls pouvaient être employés des chalands de taille moyenne, comme celui retrouvé dans la Haine, à Pommeroeul (Belgique, Hainaut), et ayant un port en lourd estimé à 30 t (Suttor 2006, p. 172). Pour les 4 500 t que le chantier du *forum* a au minimum nécessitées, c'est donc près de 150 accostages qui ont été réalisés dans le port de Pont.

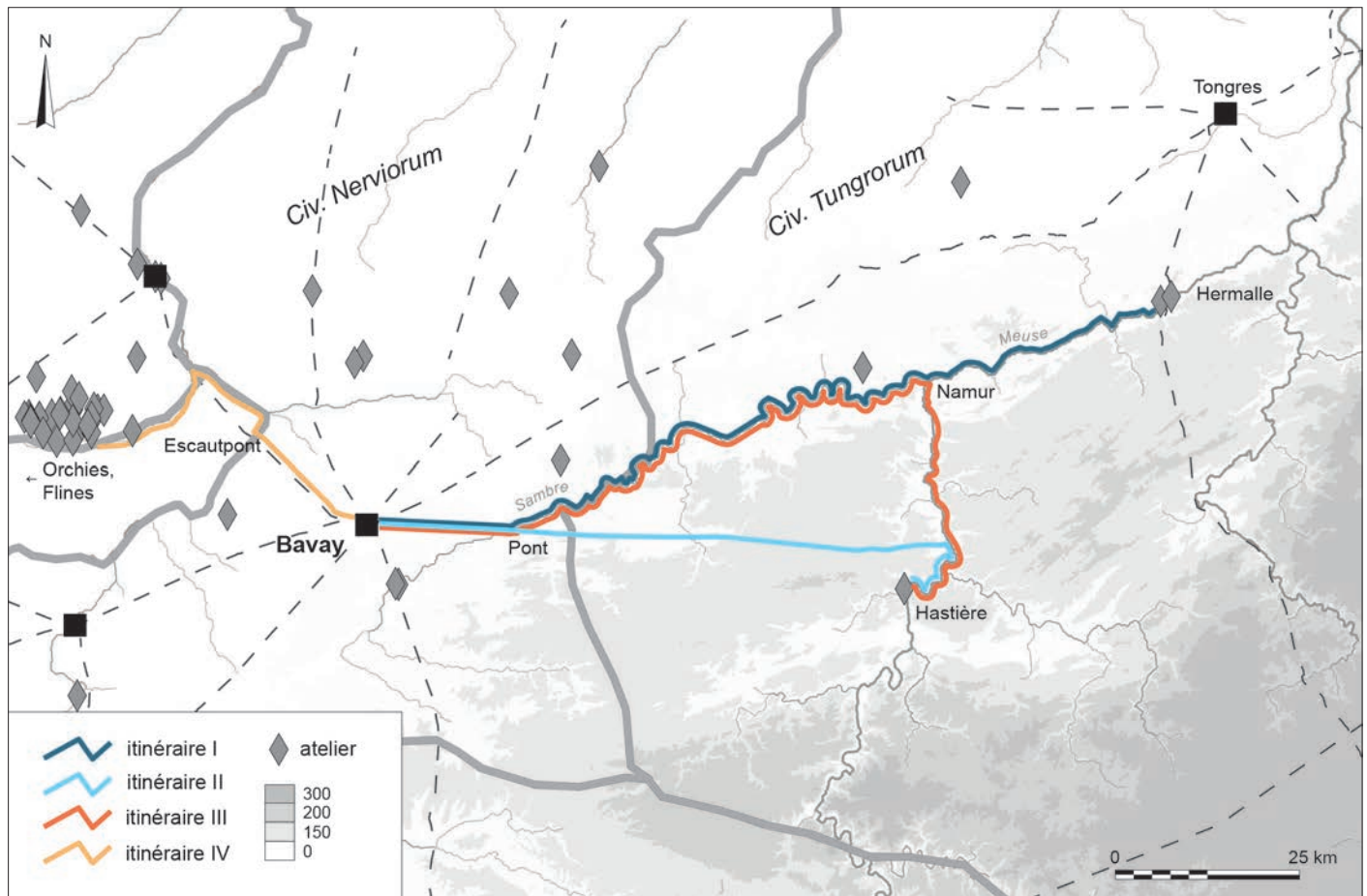


Fig. 41 – Proposition d’itinéraires pour l’approvisionnement des terres cuites architecturales à Bavay (SIG et DAO : ABG-Halma).

De petites charrettes à un seul essieu, tirées par un joug de bœufs (comme mentionné sur le graffiti de Sains-du-Nord ; Raepsaet, Raepsaet-Charlier 2007, p. 140-141), de type *plaustra* (comme celle illustrée dans la *villa* San Marco à Stabies ; Adam, Varène 1980), pouvaient parcourir la route entre Pont et Bavay. Elles étaient en mesure de transporter des charges inférieures à 900 kg, c’est-à-dire environ soixante à quatre-vingts briques lydiennes disposées en un ou deux lits, dans une benne de 0,90 sur 1,20 m (Bukowiecki, Wulf-Reidt 2015). En tenant compte de la vitesse d’un attelage de ce type (2-3 km/h), on ne peut envisager qu’une unique rotation par jour ; une trentaine à une cinquantaine de rotations auraient donc été nécessaires pour acheminer le chargement d’un chaland, divisible en autant de chariots que disponible.

La technique d’approvisionnement de Bavay par les ateliers mosans ressemble à une stratégie observée à Londres (Bets 2016) et à Lyon (Clément 2015), où une diversification des ressources et un éloignement de celles-ci a succédé à un approvisionnement de proximité. Malgré ces approvisionnements divers (Bukowiecki 2012), l’homogénéité des produits fait penser à un lien direct entre la production et le chantier, sans stockage intermédiaire chez un grossiste.

LE CHANTIER

J. DeLaine a construit à propos des thermes de Caracalla une véritable démarche qui estime au plus près les coûts du chantier, de la production des matériaux, de leur transport, ainsi que de

leur mise en œuvre. Faut de données antiques, elle se réfère à des témoignages d’ingénieurs du XIX^e s. Si Giovanni Pegoretti est un classique dans ce registre, Simon Barker et Ben Russell (2012) ont quant à eux démontré l’homogénéité des données livrées par des ouvrages similaires et leur validité en les comparant avec des comptes des temps modernes ou bien encore à ceux des chantiers de restauration actuels.

La conception générale du chantier du second *forum* n’est pas abordée ici ; il reste cependant à en étudier toute l’économie des matériaux en pierre, de grand ou de petit appareil, l’ornementation, ainsi que l’usage qui a été réservé à d’autres matériaux comme le fer et le bois. Les volumes de maçonneries ayant été calculés, la discussion peut être entamée rapidement. G. Pegoretti indique qu’un mur de pierres ordinaires sollicitant l’intervention de quatre hommes, deux maîtres et leurs assistants, est bâti à la vitesse de 4 h/m³ (Pegoretti 1862, p. 471) ; pour un mur de briques (44 sur 22 cm, ép. 4,50 cm), deux hommes mettent 9 h/m³. Joseph Morisot livre des tableaux semblables pour Paris à une date plus ancienne, ce qui importe au début du XIX^e s. où le développement technique s’emballe (Morisot 1820, p. 195-196). Selon ce dernier auteur, à Paris, un maçon et son garçon s’affairent entre 9 h 12 min et 10 h 48 min/m³ pour un mur de pierres, alors qu’un mur en petites briques de Bourgogne (22 sur 11 cm ; ép. 6 cm), demandant donc plus de manipulations, nécessite 14 h 52 min/m³ (Morisot 1820, p. 212).

Pour ce qui est des voûtes, selon les auteurs, les chiffres auxquels on aboutit diffèrent suivant la forme qu’elles revêtent

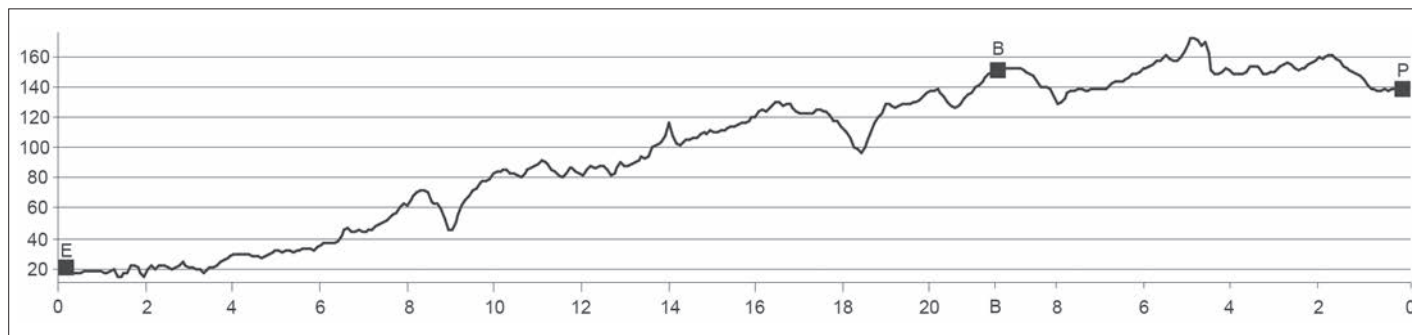


Fig. 42 – Profil altimétrique des tronçons routiers d'Escautpont (E), de Bavay (B) et de Pont-sur-Sambre (P).
Abscisse en kilomètres et ordonnée en mètres (NGF) (SIG et DAO : ABG-Halma).

ou selon les matériaux qui ont été nécessaires à leur construction ; selon G. Pegoretti, l'équipe italienne, composée de quatre hommes, aurait mené le travail à bien en 10 h/m³ pour réaliser une voûte complexe en pierre (Pegoretti 1862, p. 471) et une équipe de deux hommes aurait également mis entre 9 et 12 h/m³ pour une voûte en grandes briques (Pegoretti 1862, p. 473). Selon J. Morisot (1820, p. 197) en revanche, la voûte en berceau de cave en pierres aurait nécessité 9 h 28 min/m³ et celle en petites briques, 17 h 34/m³. J. DeLaine utilise également d'autres formules plus complexes de G. Pegoretti pour aboutir à des estimations similaires : 0,66 à 0,81 jour (une journée représentant 10 à 12 heures de travail) pour un mur de briques et 1 à 1,20 jours pour un mur en appareil réticulé (DeLaine 2001).

Ces données ne coïncident pas avec celles dont on dispose pour les appareils des murs bavaisiens, mais offrent toutefois un ordre de grandeur. Les équipes maçon-manœuvre sont en mesure de bâtir à une vitesse de 9 h/m³, bien que l'alternance des appareils en moellons et en briques soit susceptible de ralentir leur cadence. Pour les voûtes, le rendement est plus hétérogène. Deux chiffres différents, quoi que tout aussi vraisemblables, émergent : 12 et 18 h/m³.

À Bavay, l'hypothèse de restitution compte 17 595 m³ de maçonnerie de mur et 1 734 m³ d'arcs et de voûtes. Si l'on applique ces ratios, on obtient un nombre total d'heures de travail situé entre 179 163 et 189 567 pour le gros œuvre du chantier. Le nombre de facteurs restant à l'état d'inconnues reste élevé, notamment ceux portant sur le nombre de maçons travaillant à ce chantier, sur le nombre d'heures qu'ils y passaient quotidiennement et sur l'intensité de l'effort qu'ils y fournissaient. Sous l'Ancien Régime, les journées de travail comptaient douze heures avec une pause de deux heures et variaient au fil des saisons. Pour ce qui concerne la période romaine, les chantiers n'étaient que saisonniers (Frontin, *Les aqueducs de la ville de Rome*, 122-123 ; Volpe 2012). Si l'on simplifie les données, la construction peut être estimée à 18 000 jours-maçon/manœuvre. Une fois la saison limitée à 180 jours, le gros œuvre pouvait donc être mené à bien par cent maçons : J. DeLaine (1997, p. 184) estime, pour sa part, que la construction des thermes de Caracalla a sollicité près de 9 000 hommes en permanence. Évidemment, ces variables pourraient être déclinées et il serait alors nécessaire d'y ajouter la couverture, le grand appareil et l'ornementation (stucs, placage, dallage, etc.).

Ainsi, les mêmes délais de construction, très courts, comparables à ceux attestés par l'épigraphie aux thermes de Trajan à Rome (Volpe 2012), peuvent être considérés comme réalistes.

Dans l'hypothèse où le nombre de maçons aurait été réduit davantage, les travaux auraient pu s'étendre sur deux ou trois campagnes et constituer un investissement lourd pour une ville qui connaissait ses premières difficultés économiques (Brunt 1980).

*
* *

Le second *forum* de Bavay est l'un de plus grands de Gaule. Il occupe 2,70 ha et sa construction a dû prendre de nombreuses années. La technique romaine, en petit appareil, faisant appel à des matériaux standardisés, briques et moellons, liés au mortier, a permis de réduire les délais au prix, sans doute, de l'augmentation d'une main-d'œuvre peu qualifiée et d'une diversification de ses sources d'approvisionnement.

Notre démarche suit le chemin tracé à Rome et à Ostie par J. DeLaine : il permet à l'extrémité de l'Empire d'illustrer non pas la simple réception de l'esthétique, de la monumentalité, de l'ostentation romaine, mais l'intégration des techniques de construction, des modes d'organisation du chantier et des réseaux d'approvisionnement romains.

Les difficultés surmontées dans cette étude touchent à la restitution du monument et à son intégration dans un modèle architectural numérique, à la caractérisation des appareils et des matériaux, et à l'explication des choix et des processus d'approvisionnement. Outre les terres cuites, c'est maintenant au tour des pierres des petits et grands appareils, ainsi que des décorations, d'être étudiées à l'échelle de la ville (Clément 2014).

Pour finir, les questions liées à la reconstruction de ce monument et à la date de sa réalisation, à la fin du I^{er} s., ne cessent d'étonner. Une destruction du premier *forum* doit être envisagée, sans doute par le feu comme l'attestent les tessons recueils de terre sigillée. Faut-il envisager cet événement comme un simple accident, comme un soubresaut de l'histoire – usurpation d'Albinus et accession des Sévères – ou bien rappeler que Bavay se trouve dans une zone considérée par le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) comme sensible au risque sismique ? En cette fin de I^{er} s., la Gaule, le territoire des Nerviens, comme d'autres régions, montrent des signes de moindre vitalité économique. Les Nerviens auraient-ils alors pris en charge la reconstruction du *forum* pour réaffirmer le rôle de Bavay en tant que chef-lieu, ou s'agit-il de l'œuvre des Sévères, dont l'action est bien attestée par l'épigraphie (*CIL* XIII, 3571 ; *AE* 1987, 773 ; *AE* 2010, 977) ?

BIBLIOGRAPHIE

ABRÉVIATIONS

AE	<i>L'Année épigraphique.</i>
AIBL	Académie des inscriptions et belles-lettres.
BAR	British Archaeological Reports.
CAG	Carte archéologique de la Gaule.
CUF	Collection des universités de France.
JRA	<i>Journal of Roman Archaeology.</i>
RACF	<i>Revue archéologique du Centre de la France.</i>
RdN-Archéol	<i>Revue du Nord - Archéologie de la Picardie et du Nord de la France.</i>

SOURCES ANCIENNES

Dion Cassius : *Histoire romaine, Dio's Roman History, books XLI-XLV*, trad. anglaise E. Cary, Londres, New York, W. Heinemann, The Macmillan and Co., 1916.

Frontin : *Les aqueducs de la ville de Rome*, éd. et trad. P. Grimal, Paris, Les Belles Lettres (coll. CUF, série latine, 117), 2002 [1^{re} éd. 1947].

Plutarque : *Œuvres morales, t. XI, 2^e partie, Traités 52 et 53, Préceptes politiques*, éd. et trad. J.-C. Carrière, M. Cuvigny, Paris, Les Belles Lettres (coll. CUF, série grecque, 295), 1984.

SOURCES ÉPIGRAPHIQUES

Corpus Inscriptionum Latinarum (CIL)

CIL XIII, *Inscriptiones trium Galliarum et Germaniarum Latinae*, éd. O. Hirschfeld et K. Zangemeister, Berlin, 1899-1933, 6 vol.

Roman Inscriptions of Britain (RIB)

RIB II.5, *Instrumentum domesticum*, éd. S. S. Frere, R. S. O. Tomlin, Gloucester, Sutton Publishnig Ltd, 1993.

SOURCES NUMISMATIQUES

The Roman Imperial Coinage (RIC)

RIC III : Mattingly H., Sydenham E. A., *The Roman Imperial Coinage*, vol. III, *Antoninus Pius to Commodus*, Londres, Spink, 1930.

RÉFÉRENCES

Adam J.-P., Varène P. 1980 : Une peinture romaine représentant une scène de chantier, *Revue archéologique*, p. 213-238.

Atkinson D. 1942 : *Report on Excavations at Wroxeter (the Roman City of Viroconium) in the County of Salop, 1923-1927*, Birmingham Archaeological Society, Oxford University Press, 387 p.

Aubert J.-J. 2005 : L'estampillage des briques et des tuiles : une explication juridique fondée sur une approche globale, in Bruun C. (dir.), *Interpretare i bolli laterazi di Roma, e della valle del Tevere: produzione, storia economica e topografica, Atti del Convegno all'École française de Rome e all'Institutum Romanum Finlandiae, 31 marzo e 1 aprile 2000*, Rome, Foundation Institutum Romanum Finlandiae (coll. Acta Instituti romani finlandiae, 32), p. 53-59.

Barker S., Russell B. 2012 : Labour figures for Roman stone-working: pitfalls and potential, in Camporeale S. et al. (dir.) 2012, p. 83-94.

Bedon R. 1997 : À propos du *pes Drusianus* et des différents pieds utilisés en Gaule romaine et dans les régions voisines, *Bulletin de la Société nationale des Antiquaires de France*, p. 309-321.

Bets I. M. 2016 : Ceramic Building Material: Production, Supply and Use in Roman London, in DeLaine J., Camporeale S., Pizzo A. (dir.), *Arqueología de la construcción V. 5th International Workshop on the Archaeology of Roman Construction. Man-made Materials, Engineering and Infrastructure*, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (coll. Anejos de Archivo Español de Arqueología, 77), p. 99-110.

Biévelet H. 1952 : Note sur des marques de briquetiers gallo-romaines commune à Bavai et au Namurois, in *Études d'histoire et d'archéologie dédiées à F. Courtoy*, Namur, p. 83-94 (rééd. in *Études Bavaisiennes. Mélanges offerts au Chanoine Biévelet*,

Villeneuve-d'Ascq, Publications de l'université de Lille 3, 1976, p. 309-318).

Bird J. 1986 : Samian wares, in Miller L., Schofield J., Rhodes M. (dir.), *The Roman quay at St Magnus House, London: excavations at New Fresh Wharf, Lower Thames Street, London 1974-78*, Londres, London & Middlesex Archaeological Society (coll. Special Papers, 8), p. 139-185.

Bollard-Raineau I., Louvion C. 2012 : Les décors du forum de Bavay sous l'Empire : bilan des découvertes et pistes de réflexion sur la hiérarchisation des espaces, in Boislève J., Jardel K., Tendron G. (dir.), *Le décor des édifices publics civils et religieux en Gaule durant l'Antiquité, I^{er}-IV^e s : peinture, mosaïque, stuc et décor architectonique, Actes du colloque de Caen, 7 et 8 avril 2011*, Chauvigny, Association des publications chauvinoises, p. 17-30.

Bontrond R. 2013 : Étude typo-chronologique des terres cuites architecturales antiques de

- Châteaubateau (Seine-et-Marne) et de ses environs, *RACF*, 52, p. 263-331 [URL : <http://journals.openedition.org/racf/1946>, mis en ligne le 31/12/2013, consulté le 02/02/2018].
- Bouet A. 2003** : *Thermae Gallicae. Les thermes de Barzan (Charente-Maritime) et les thermes des provinces gauloises*, Bordeaux, Aquitania/Ausonius (coll. Suppl. à *Aquitania*, 11/coll. Mémoires, 10), 752 p.
- Brunt P. A. 1980** : Free Labour and Public Works at Rome, *Journal of Roman Studies*, 70, p. 81-100.
- Bukowiecki E. 2010** : L'usage de la brique dans l'architecture impériale à Rome, in Carvais R., Guillerme A., Nègre V., Sakarovitch J. (dir.), *Édifice et artifice. Histoires constructives. Recueil de textes issus du premier congrès francophone d'histoire de la construction*, Paris, 19-21 juin 2008, Paris, Picard, p. 391-399.
- Bukowiecki E. 2012** : Le stockage des briques à Rome, in Camporeale S. et al. (dir.) 2012, p. 161-178.
- Bukowiecki E., Wulf-Rheidt U. 2015** : Trasporto e stoccaggio dei laterizi a Roma: nuove riflessioni in corso, in *Il laterizio nei cantieri imperiali Roma e il Mediterraneo. Atti del I workshop « Laterizio »*, Roma, 27-28 novembre 2014, Florence, All'Insegna del Giglio (coll. Archeologia dell'architettura, 20), p. 45-49.
- Camporeale S., Dessales H., Pizzo A. (dir.) 2012** : *Arqueología de la construcción III. Los procesos constructivos en el mundo romano: la economía de las obras, école nationale supérieure*, Paris, 10-11 de décembre de 2009, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto de Arqueología de Mérida (coll. Anejos de Archivo Español de Arqueología, 64), 304 p.
- Carmelez J.-C. 1979** : Les matériaux en terre cuite du musée de Bavay, *Archéologie et pédagogie*, 1, p. 24-48.
- Carmelez J.-C. 1985** : Compte rendu des fouilles (année scolaire 1983-1984), *Archéologie et pédagogie*, 7, p. 9-48.
- Carmelez J.-C. 1989** : Note sur les niveaux d'occupation du forum de Bavay, *RdN-Archéol*, 71 (280), p. 25-37.
- Carmelez J.-C. 1994** : Un entrepôt de céramique détruit à la fin du I^{er} siècle à Bavay. Étude de synthèse et bilan, *Archéologie et pédagogie*, 14, p. 79-159.
- Clément B. 2013** : *Les couvertures de tuiles en terre cuite en Gaule du Centre-Est (I^{er} s. av.-III^e s. ap. J.-C.)*, Montagnac, Monique Mergoil (coll. monographies Instrumentum, 46), 350 p.
- Clément B. 2014** : Évolution du savoir-faire des maçons de Lugdunum/Lyon. Nouvelles approches typologiques et résultats préliminaires, in Fleury F., Baridon L. Mastrorilli, Mouterde R., Reveyron N. (dir.), *Les temps de la construction : processus, acteurs, matériaux*, Deuxième Congrès Francophone d'Histoire de la Construction, 29-31 janvier 2014, Lyon, Paris, Picard, p. 11-23.
- Clément B. 2015** : Approvisionnement et organisation de la production de terre cuite architecturale en Gaule. L'exemple de la colonie de Lugdunum (Lyon), in *Il laterizio nei cantieri imperiali Roma e il Mediterraneo. Atti del I workshop « Laterizio »*, Roma, 27-28 novembre 2014, Florence, All'Insegna del Giglio (coll. Archeologia dell'architettura, 20), p. 158-167.
- Clerbaut T. 2016** : The End of the Tegulae Mammatae? A Review on their Name, Function(ality) and Presence in the Roman North, in DeLaine J., Camporeale S., Pizzo A. (dir.), *Arqueología de la construcción V. 5th International Workshop on the Archaeology of Roman Construction. Man-made Materials, Engineering and Infrastructure*, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (coll. Anejos de Archivo Español de Arqueología, 77), p. 121-127.
- Coutelas A. 2012** : La planification et le déroulement des chantiers de construction en Gaule romaine : l'apport de l'étude des matériaux non lithiques, in Camporeale S. et al. (dir.) 2012, p. 131-143.
- Dannell G. B., Mees A. W. 2013** : New Approaches to Samian distribution, in Fulford M., Durham E. (dir.), *Seeing Red : New economic & social perspectives on Gallo-Roman terra sigillata*, Londres, School of Advanced Study, University of London (coll. Suppl. au *JRA*, 102), 446 p.
- DeLaine J. 1997** : *The baths of Caracalla: a study in the design, construction and economics of large-scale building projects in imperial Rome*, Portsmouth, *JRA* (coll. Suppl. au *JRA*, 25), 271 p.
- DeLaine J. 2001** : Bricks and Mortar. Exploring the Economics of Building Techniques at Rome and Ostia, in Salmon J., Mattingly D. (dir.), *Economies beyond Agriculture in the Classical World*, Londres, Routledge, p. 230-268.
- Delarue T. 1973-1974** : L'implantation du tuilier à la marque QVA à Hermalle-sous-Huy, *Bulletin du cercle archéologique Hesbaye-Condruz*, 13, p. 89-91.
- Delmaire R., Lemans-Delrive G., Seillier C., Thollard P. 1996** : *Le Nord*, Paris, AIBL (coll. CAG, 59), 497 p.
- Delmaire R., Carmelez J.-C., Louvion C., Loridant F. 2011** : *Le Nord, Bavay*, Paris, AIBL (coll. CAG, 59-2), 392 p.
- De Poorter A., Claeys P.-J. 1989** : *Les sigles sur matériaux de construction romains en terre cuite en Belgique*, Louvain, université catholique de Louvain (coll. Acta Archaeologica Lovaniensia, Monographiae, 1), 300 p.
- Deru X. à paraître** : Les transports, leur coût et le choix des consommateurs dans le Nord de la Gaule romaine, in Raynaud C. (dir.), *Voies, réseaux, paysages en Gaule, Hommage à Jean-Luc Fiches, Actes du colloque international du pont du Gard, 14-17 juin 2016* (coll. Suppl. à la *Revue archéologique de Narbonnaise*, 19).
- Deru X., Séverin C., Louis E. 2012** : Introduction à l'occupation romaine dans le Douaisis, in Leroy-Langevin E., Willot J.-M. (dir.), *Du Néolithique aux Temps Modernes. 40 ans d'archéologie territoriale. Mélanges offerts à Pierre Demolon*, Villeneuve-d'Ascq, *RdN-Archéol* (coll. Archéologie et Histoire, 17), p. 111-124.
- Dobson E. 1850** : *A Rudimentary Treatise on the Manufacture of Brick and Tiles*, Londres, John Weale, 251 p.
- Duhamel du Monceau H. L., Foucroy de Ramecourt C. R., Gallon J. G. 1776** : *Description des arts et métiers. IV. L'art du tuilier et du briquetier, l'art du [...]*, Neuchâtel, 658 p.
- Ferdière A., Charlier F. 2012** : La production de terres cuites architecturales en Gaule et dans l'Occident romain, à la lumière de l'exemple de la Lyonnaise et des cités du nord-est de l'Aquitaine : un artisan rural de caractère domanial ?, *RACF*, 51, p. 17-187.
- Frébutte C., Gustin M. 2007** : Engis/Hermalle-sous-Huy : fouille d'une installation protohistorique et d'une tuilerie gallo-romaine à la « Campagne de la Gérée », *Chronique de l'archéologie wallonne*, 14, p. 129-131.
- Gros P. 2001** : *L'architecture romaine : du début du III^e siècle av. J.-C. à la fin du Haut-Empire. 2. Maisons, palais, villas et tombeaux*, Paris, Picard (coll. Manuels d'art et d'archéologie antique), 527 p.
- Hanoune R., Muller A. 1994** : Recherches archéologiques à Bavay, XIV-XVII, *RdN-Archéol*, 76 (308), p. 37-61.
- Hanoune R., Muller A. 1996** : Recherches archéologiques à Bavay, XIX-XXIII, *RdN-Archéol* 78 (318), p. 97-136.
- Hartley B. R., Dickinson B. M. 2008-2012** : *Names on Terra Sigillata: An Index of Makers' Stamps & Signatures on Gallo-Roman Terra Sigillata (Samian Ware)*, Londres, University of London (coll. Suppl. au *Bulletin of the Institute of Classical Studies*, 102), 9 vol.
- Hénault M., Darche P. 1930-1932** : Le grand monument de la Pâturage « d'El Cense » ou Jardin des « Bosses ». Emploi de poteries ornées dans une construction romaine, *Pro Nervia*, 6, p. 57-82.
- Herbin P., Meurisse L. à paraître** : *Bavay, « rue de la Réunion »*, Rapport de fouilles programmées.

- Hoët-van Cauwenberghe C. 2013** : Supports d'écriture et gestion de production dans le nord de la Gaule (Nerviens, Atrébatés) : estampilles et graffiti sur briques et sur tuiles, *Gallia*, 70-2, p. 295-313.
- Lanos P. 1990** : La datation archéomagnétique des matériaux de construction d'argile cuite, apports chronologiques et technologiques, *Gallia*, 47, p. 321-341.
- Lanos P. 1994** : Pratiques artisanales des briquetiers et archéomagnétisme des matériaux d'argile cuite. Une histoire de positions de cuisson, *Histoire & Mesure*, 9-3/4, p. 287-304.
- Lanos P. 2005** : L'archéomagnétisme, in Evin J., Ferdière A., Lambert G.-N., Langouët L., Lanos P., Oberlin C. (dir.), *Les méthodes de datation en laboratoire*, Paris, Errance (coll. Archéologiques), p. 124-170 [1^{re} éd. 1998].
- Lanos P., Dufresne P., Garnier L. 2015** : *Analyse archéomagnétique : Bavay (Nord). Forum Antique. Lot de 112 briques*, Rapport inédit n° REN-2015-1 (Service archéologique et du patrimoine du Département du Nord), 20 p.
- Le Ny F. 1988** : *Les fours de tuiliers gallo-romains. Méthodologie, étude technologique et statistique, chronologie*, Paris, Maison des sciences de l'Homme (coll. Documents d'archéologie française, 12), 142 p.
- Lebrun G., Munsch M., Nodot E., Louis E. 2012** : Les ateliers de tuilier du Nord de la Gaule : étude de cas de la région d'Orchies (59), in Leroy-Langevin E., Willot J.-M. (dir.), *Du Néolithique aux Temps Modernes. 40 ans d'archéologie territoriale. Mélanges offerts à Pierre Demolon*, Villeneuve-d'Ascq, RdN-Archéol (coll. Archéologie et Histoire, 17), p. 191-205.
- Lebrun G., Fronteau G. 2014** : Diffusion des tuiles dans le nord de la Gaule : le cas de la région d'Orchies (Nord), in Deru X., González Villaescusa R. (dir.), *Consommer dans les campagnes de la Gaule romaine, Actes du X^e congrès de l'Association AGER*, Villeneuve-d'Ascq, RdN-Archéol (coll. Art et Archéologie, 21), p. 249-264.
- Louis E., Thuillier F. 2007** : La basse vallée de la Scarpe : une région de production de terres cuites architecturales en Gaule romaine, *RdN-Archéol*, 89 (373), p. 131-140.
- Louvion C. 2019** : Les enceintes de l'Antiquité tardive de Bavay, synthèse des connaissances, in Bayard D. (dir.), *Villes et fortifications de l'Antiquité tardive dans le nord de la Gaule, Actes du colloque de Lille-Bavay, 2015*, Villeneuve-d'Ascq, université de Lille Charles-de-Gaulle, RdN-Archéol (hors-série, 25), p. 251-270.
- Luppens L., Cattelain P. 2014** : La circulation des terres cuites architecturales dans le sud-est de l'Entre-Sambre-et-Meuse et zones contiguës, d'après la répartition des estampilles, in Deru X., González Villaescusa R. (dir.) *Consommer dans les campagnes de la Gaule romaine, Actes du X^e congrès de l'Association AGER*, Villeneuve-d'Ascq, RdN-Archéol (coll. Art et Archéologie, 21), p. 227-248.
- Manacorda D. 2000** : I diversi significati dei bolli laterizi. Appunti e riflessioni, in Boucheron P., Broise H., Thébert Y. (dir.), *La brique antique et médiévale. Production et commercialisation d'un matériau, Actes du colloque international, Saint-Cloud 16-18 novembre 1995*, Rome, École française de Rome (coll. de l'École française de Rome, 272), p. 128-159.
- Marichal R. 1988** : *Les graffites de La Graufesenque*, Paris, CNRS Éditions (coll. Suppl. à Gallia, 47), 286 p.
- Morisot J. M. 1820 (2^e éd.)** : *Tableaux détaillés des prix de tous les ouvrages de bâtiment, divisés suivant les différentes espèces de travaux. Vol. I. La maçonnerie, la charpente, la couverture et le carrelage*, Paris.
- Nauleau J. Fr. 2013** : Les matériaux de construction en terre cuite d'époque romaine dans l'ouest des Pays de la Loire – Premier bilan, *Revue archéologique de l'Ouest*, 30, p. 223-259.
- Le Ny F. 1988** : *Les fours de tuiliers gallo-romains. Méthodologie, étude technologique et statistique, chronologie*, Paris, Maison des sciences de l'Homme (coll. Documents d'archéologie française, 12), 142 p.
- Pegoretti G. 1862 (2^e éd.)** : *Manuale pratico per l'estimazione dei lavori architettonici, stradali, idraulici e di fortificazione*, Milan, Galli e Omodei.
- Pirotte A. s.d.** : *L'abbaye Hastière-Waulsor t. I. Préhistoire, les Celtes, les Gaulois, les Romaines, les Francs, Hastière* (coll. Musée et patrimoine – Hastière, 22), 104 p.
- Raepsaet G., Raepsaet-Charlier M.-T. 2007** : Les briques et tuiles inscrites de Sains-du-Nord (Cité des Nerviens) : réflexions sur l'usage économique de l'écriture dans le monde gallo-romain, *L'Antiquité classique*, 76, p. 133-148.
- Saliou C. 2012** : Le déroulement du chantier à Rome et dans le monde romain durant la période républicaine et le Haut-Empire : une approche juridique », in Camporeale S. et al. (dir.) 2012, p. 15-29.
- Scholz M. 2012** : «Ziegelrechnungen», Aspekte der Organisation römischer Ziegeleien, in Fuchs M. E., Sylvestre R., Schmidt Heidenreich C. (dir.), *Inscriptions mineures : nouveautés et réflexions, Actes du colloque de Lausanne 19-20 juin 2008*, Lausanne, Peter Lang, p. 339-357.
- Shawn G. 2006** : *Ex figlinis: the network dynamics of the Tiber Valley brick industry in the hinterland of Rome*, Oxford, BAR (coll. BAR, International Series, 1486), 156 p.
- Steinby M. 1993** : L'organizzazione produttiva dei laterizi: un modello interpretativo per l'instrumentum in genere?, in Harris W. V. (dir.), *The inscribed economy: production and distribution in the Roman Empire in the light of instrumentum domesticum. Proceedings of a conference held at the American Academy in Rome, 1992*, Ann Arbor, University of Michigan (coll. Suppl. au JRA, 16), p. 139-144.
- Suttor M. 2006** : *Vie et dynamique d'un fleuve : la Meuse de Sedan à Maastricht, des origines à 1600*, Bruxelles, De Boeck, 695 p.
- Thollard P. 1996** : *Bavay antique. Guides archéologiques de la France*, Paris, Imprimerie nationale, 128 p.
- Volpe R. 2012** : Nuovi dati sull'essedra sud-ouest delle terme di Traiano sul colle Oppio : percorsi, iscrizioni dipinte et tempi di costruzione, in Camporeale S. et al. (dir.) 2012, p. 69-81.
- Von Mercklin E. 1962** : *Antike Figuralkapitelle*, Berlin, Deutsches archäologisches Institut, 354 p.
- Warry P. 2006** : *Tegulae: Manufacture, Typology and Use in Roman Britain*, Oxford, Archaeopress (coll. BAR, British Series, 417), 167 p.
- Walsh M. 2017** : *Pudding Pan: A Roman Shipwreck and its Cargo in Context*, Londres, British Museum (British Museum Research Publication, 202), 189 p.