

ÉTUDES GÉOARCHÉOLOGIQUES ET ARCHÉOBOTANIQUES DU COMBLEMENT DE LA CANALISATION DU SITE DE LA RUE DU RUISSEAU À GRAND (VOSGES, LORRAINE, FRANCE)

Henri-Georges Naton, Julian Wiethold, Carole Vissac, Julie Dabkowski, Thierry Dechezleprêtre, Muriel Boulén

Présentation générale du site

Les recherches réalisées sur le site de la rue du Ruisseau sont intégrées au Projet collectif de recherche sur Grand¹ mené en partenariat avec le Ministère de la Culture et plusieurs universités françaises. Ces investigations archéologiques ont porté en particulier sur la topographie urbaine dans un secteur clé de l'agglomération antique. En effet, cette parcelle se développe le long de la voie est-ouest qui relie l'amphithéâtre à l'une des portes principales. D'après le tracé du rempart tel qu'il est actuellement connu, cette parcelle est située *extra muros*, le long de l'ancienne courtine.

L'exploration de ce secteur avait notamment comme objectif de caractériser les différentes phases d'aménagement de cet îlot implanté entre le rempart et un vaste ensemble architectural interprété au XIX^e siècle comme des thermes. Les campagnes de fouille ont révélé la présence d'un vaste espace ouvert délimité au nord et à l'est par des bâtiments qui se distinguent par la richesse de leur décoration constituée de marbres et d'enduits peints.

Après une première occupation du site dans la 1^{ère} moitié du I^{er} siècle, un important remblai est mis en place, dans l'objectif possible de rehausser le sol soumis à des remontées d'eau. En effet, cette parcelle est située dans le talweg qui se développe en aval de la résurgence repérée sous l'église Sainte-Libaire.² Le mur à contreforts mis en évidence peut être interprété comme la façade du bâtiment qui se développe vers l'est, en direction de l'amphithéâtre. Ce mur sera doublé, dans le courant du II^e siècle, par un vaste portique de 6 m de large qui donnait accès au complexe. Cette colonnade a été observée sur une quarantaine de mètres mais un sondage suggère que celle-ci se développait sur au moins 60 m. Cette colonnade était précédée d'un caniveau en pierre qui recueillait les eaux de pluie. L'esplanade qui se développait devant la façade des thermes était traversée par une conduite hydraulique qui captait probablement l'eau de la résurgence située à une centaine de mètres. Cette conduite, large d'environ 1 m et profonde d'1,50 m, était vraisemblablement recouverte de dalles de calcaire lors de sa création.

Cet article présente les résultats des études paléoenvironnementales effectuées sur le site de la Rue du Ruis-

seau à Grand (Lorraine, Vosges, France), lors de l'étude du remplissage de la canalisation qui traverse le site (fig. 1 et 2).

La canalisation

La canalisation traverse l'ensemble de la surface fouillée de l'est à l'ouest de la parcelle (fig. 3, 4 et 5). Elle est dans son ensemble constituée par une maçonnerie de moellons aménagés de façon ordonnée selon une succession d'assise régulière tout au long de la canalisation. Les dix assises des piédroits ont constitué un repère pour l'étude des coupes stratigraphiques et la position des encroûtements carbonatés (fig. 6). Les six sondages que les archéologues ont pratiqué dans le remplissage de la canalisation, donnent à voir la stratigraphie sur neuf coupes. Nous avons choisi de les numéroter de l'amont à l'est vers l'aval à l'ouest de 1 à 9. Sur le plan général de la fouille (fig. 4), la position de chaque coupe est indiquée. Quatre tronçons de la canalisation étaient vidés lors de notre intervention sur le terrain, nous leur avons donné un numéro de section de l'amont vers l'aval. La section 1 se trouve entre les coupes 1 et 3 (la coupe 2 n'était plus visible au moment de notre intervention en raison de l'avancée de la fouille). La section 2 se situe entre les coupes 4 et 5. Les coupes 6 et 7 bordent la section 3. La fouille par moitié du remplissage de la canalisation au niveau de la coupe 7 nous donne accès à une coupe longitudinale. Enfin, la dernière section correspond à l'espace entre la coupe 8 qui a été faite sous forme de marches et la coupe 9 qui est la plus à l'aval.

Géoarchéologie du remplissage de la canalisation

La démarche géoarchéologique applique les méthodes et concepts des sciences de la terre et du sol aux problématiques archéologiques.³ Dans un premier temps, chaque coupe a fait l'objet d'un découpage en unités stratigraphiques (US) dont la numérotation a été faite sans tenir compte de celle des archéologues et sans tenir compte des corrélations possibles entre les coupes. Nous avons choisi de commencer la numérotation par l'unité stratigraphique la plus profonde, qui correspond au substrat géologique. Chaque coupe a fait l'objet d'un relevé photographique

1 Dechezleprêtre 2015, Dechezleprêtre 2016.

2 Bertaux 1989.

3 Butzer 1982.

Lorraine, Vosges, Grand
Rue du Ruisseau

Coord. Géographiques (Greenwich)
Long. : 05°29'16,9" E
Lat : 48°23'04.7" N

Altitude moyenne (Ngf)
373 m

Lambert 93
X : 884180
Y : 6812275

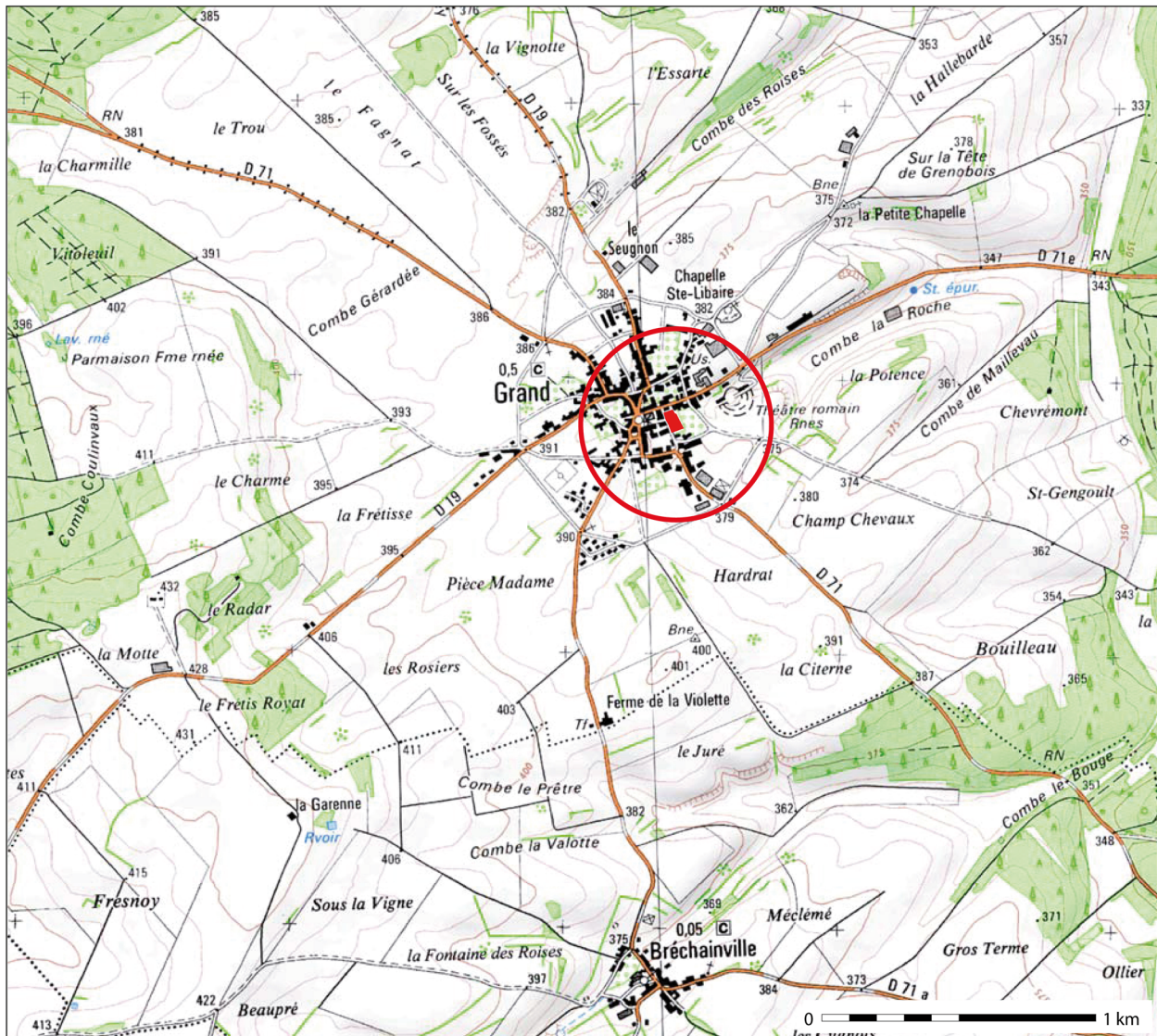
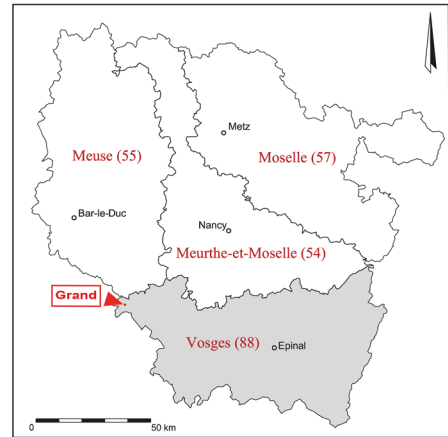
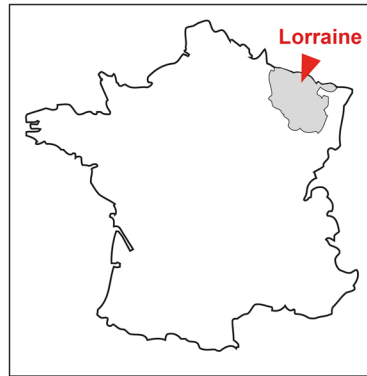


Fig. 1 : Grand (Vosges). Localisation du site sur la carte IGN au 1:25 000 ème (Cliché : I.G.N. – SCAN 25 ® Version 2011. DAO : INRAP).

qui est la base des observations sédimentaires faites postérieurement au laboratoire. Les corrélations entre les coupes viennent dans un deuxième temps et permettent de proposer un schéma stratigraphique séquentiel qui est nécessaire pour poser des hypothèses de phasage de la séquence sédimentaire.

En complément des méthodes précédentes, la micro-morphologie présente l'avantage d'étudier la nature des constituants et l'organisation des dépôts à partir d'échantillons non perturbés et prélevés en blocs orientés (bas/haut). Elle prolonge le cadre d'interprétation de la stratigraphie archéologique à des échelles fines (du terrain



Fig. 2 : Localisation du secteur de la fouille de la Rue du Ruisseau sur le plan de Grand (© Conseil départemental des Vosges, 2016).



Fig. 3 : Grand - Rue du Ruisseau (Vosges). Vue générale de la canalisations (Cliché Th. Dechezleprêtre).

au microscope). L'étude micromorphologique favorise la différenciation entre des processus sédimentaires (transport, mode de dépôt), anthropiques (nature des activités humaines) et pédologiques (évolution au cours du temps).⁴

La présence d'encroûtements carbonatés sur les parois de la canalisation et dans les sédiments de comblement, est une opportunité pour donner des éléments de réponses aux questions des archéologues concernant le fonctionnement de la canalisation. L'étude de ces encroûtements complète la compréhension du phasage et de la chronologie relative des dépôts du remplissage de la canalisation. Elle peut donner des indices sur la qualité de l'eau et l'état de la canalisation au moment de la formation des encroûtements (canalisation couverte ou à l'air libre).

Les coupes stratigraphiques

Coupe 1 :

Elle est située le plus à l'amont sur la bordure est de l'emprise de la fouille (fig. 4). La figure 6 montre la coupe 1 avec les attributions de numéros d'unités stratigraphiques arbitraires. L'US 101 correspond au substrat géologique, elle n'a pas été atteinte dans cette coupe, mais s'observe juste un peu plus loin à l'aval. L'US 102 est un assemblage sans aucun agencement, d'éléments grossiers de toutes origines (blocs calcaires à surface émoussées, galets, fragments de céramique, faune, ...), dans une matrice sablo-graveleuse grisâtre. Au sommet de 102, la présence d'une lentille est notée. Elle est sablo-graveleuse peu nette et correspondrait à des concrétions carbonatées. L'US 103 est constituée d'argiles limoneuses homogènes et sombres. L'US 104 est un assemblage de sables et de graviers assez homométriques avec beaucoup d'éléments arrondis d'origine naturelle ou anthropique (mortier, céramique, brique,...). L'US 105 ressemble à l'US 103, elle est aussi argilo-limoneuse et de couleur sombre mais montre des éléments grossiers plus abondants et s'agençant en fines lentilles. Ces alternances de couches de granulométrie fine et grossière sont probablement liées à des rythmes d'apports détritiques. L'US 106 est un assemblage d'éléments grossiers hétérogènes et arrondis sans arrangement particulier, dans une matrice de limons argilo-sableux assez sombre. Elle se distingue sensiblement par une composante limono-sableuse et une structure plus développée. Elle contient également de petits résidus anthropiques (terre cuite, os, mortier, charbons). L'US 107 est un assemblage très hétérogène de blocs de calcaire dans des limons argilo-sableux et il n'y a aucune cohérence, ni agencement dans les éléments grossiers. Cette unité fait penser à un remblai.

4 Courty et al. 1989.

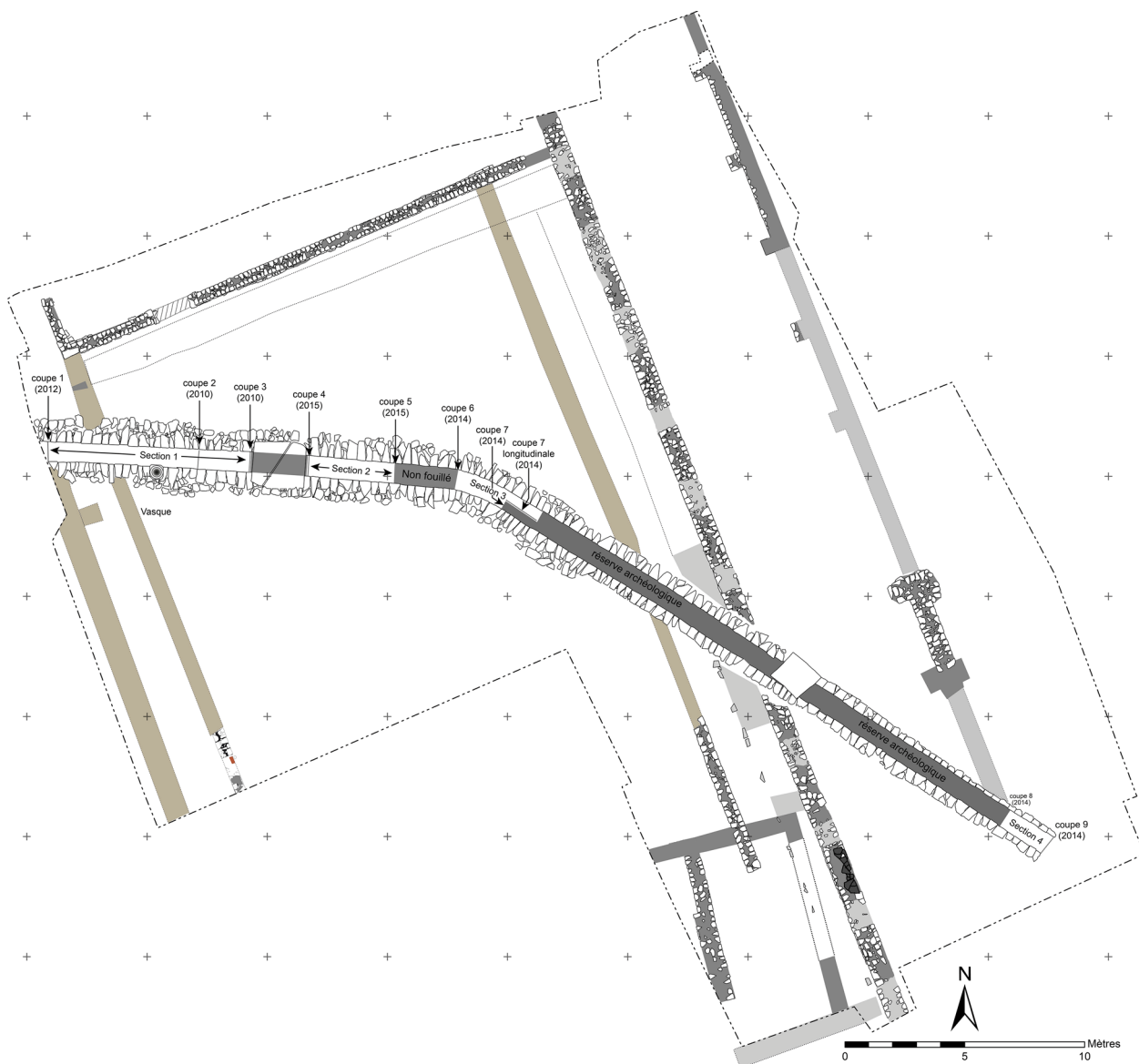


Fig. 4 : Grand - Rue du Ruisseau (Vosges). Plan général de la fouille (© Conseil départemental des Vosges. SIG A. Resch – Henri-Georges Naton – Géoarchéon).

L'observation des limites entre les unités stratigraphiques est également primordiale pour comprendre leur mise en place et reconnaître des hiatus dans la séquence sédimentaire. Comme nous l'avons déjà dit, le sommet de l'US 102 semble être recouvert par des lentilles sableuses ou des concrétions carbonatées sans continuités à cet endroit là. Les sédiments de l'US 103 viennent recouvrir la surface de l'US 102 sans trop l'altérer. La limite entre les US 103 et 104 est très nette et un peu ondulée, elle montre qu'il y a eu une troncature de l'US 103 avant le dépôt des sédiments grossiers de 104.

Les argiles de l'US 105 viennent colmater la surface irrégulière de l'US 104. Il peut y avoir eu une troncature car les sédiments de 104 sont facilement mobilisables par l'eau. La limite entre l'US 105 et l'US 106 est nette, la surface de 105 semble avoir subi une troncature. Un niveau de concrétions carbonatées est observé sur la paroi de la canalisation. Mais seuls de rares éléments d'encroûtement reconnus dans les sédiments pourraient laisser penser que les concrétions se sont faites à la sur-

face de 105, ou alors ce niveau d'encroûtement aurait été tronqué avant le dépôt de 106. La limite entre 106 et 107 est clairement perturbée par des actions anthropiques types déblais.

Deux prélèvements en blocs non perturbés ont été effectués (fig. 7) pour étudier les différents dépôts et leur transition selon les méthodes de la micromorphologie. L'étude vise à préciser la dynamique de mise en place des couches et les conditions de milieu. Nous avons rassemblé sur la figure 8 les coupes stratigraphiques de la canalisation par section.

Coupe 3 :

Cette coupe se situe sous une dalle calcaire du système de couverture que l'on pourrait penser encore en place. La stratigraphie est simple avec seulement trois US représentées. Le substrat géologique est atteint et nous lui attribuons le numéro d'US 301, il s'agit d'un calcaire sub-lithographique, assez sombre, massif présentant des fractures et des placages d'argiles verdâtres.



Fig. 5 : Grand - Rue du Ruisseau (Vosges) (Photographie aérienne G. Salvini).

L'US 302 correspond à un assemblage majoritairement constitué de limons argilo-sableux sombres, emballant des éléments grossiers hétérogènes et hétérométriques, certains sont anguleux, d'autres arrondis. Aucun agencement particulier n'est reconnaissable. L'US 303 est un remblai contenant des éléments grossiers (jusqu'à des blocs d'assez grande taille) sans agencement emballés par des limons argilo-sableux plus clairs que ceux de 302. Des graviers et sables grossiers sont assez abondants. La limite entre 302 et 303 montre des irrégularités correspondant à des actions anthropiques de déblaiement.

Coupe 4 :

Cette coupe se situe de l'autre côté de la dalle calcaire du couvrement. La stratigraphie atteint le substrat géologique (US 401). L'US 402 est un assemblage d'éléments grossiers de toutes origines (blocs calcaires à surface émoussée, galets, fragments de céramique, faune, ...), dans une matrice sablo-graveleuse grisâtre. Sa limite supérieure semble tronquée et nous n'apercevons pas de trace d'encroûtements carbonatés. Les US 403 et 404 ressemblent très fortement aux US 302 et 303 observées de l'autre côté de la zone non fouillée sous la dalle calcaire : même type de remplissage, d'éléments grossiers, même absence d'agencement.

Coupe 5 :

En face de la coupe 4, la stratigraphie de la coupe 5 est clairement différente, ce qui est un peu déstabilisant, vu la

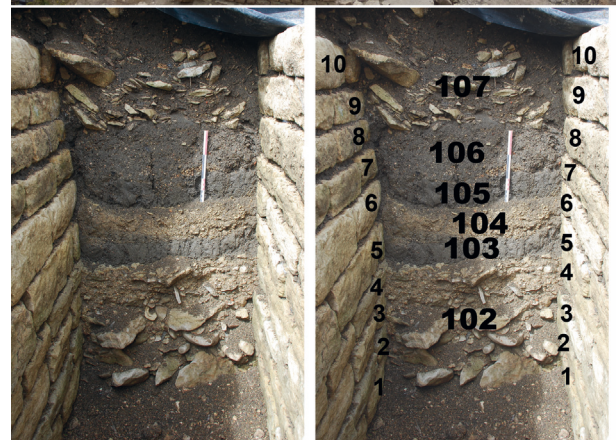


Fig. 6 : Grand - Rue du Ruisseau (Vosges). Localisation de la coupe 1 sur la photographie d'ensemble du site, stratigraphie de la coupe 1 et proposition de découpage en unités stratigraphiques (© Henri-Georges Naton – Géoarchéon).

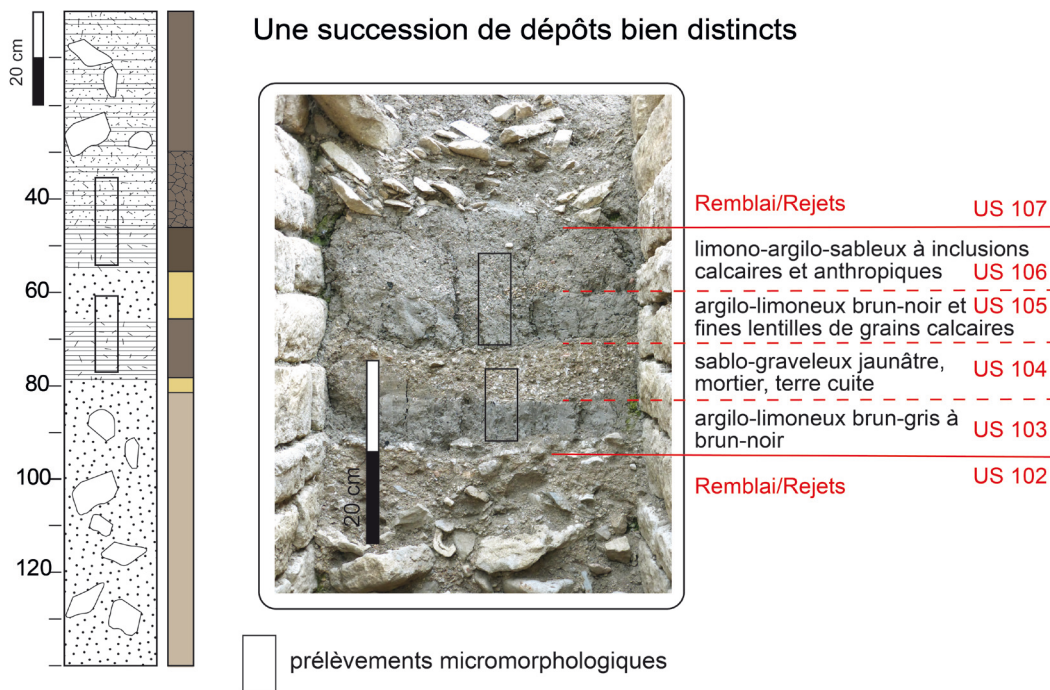


Fig. 7 : Grand - Rue du Ruisseau (Vosges). Caractères macroscopiques des US de la canalisation et localisation des prélèvements micromorphologiques (© Carole Vissac – Géoarchéon).

faible distance entre les deux coupes. Ce sont huit unités stratigraphiques qui peuvent être reconnues, de l'US 501 correspondant au substrat géologique à l'US 508 en surface. L'US 502 est un assemblage d'éléments grossiers, de diverses origines : éléments calcaires à surface polie, galets de différentes tailles, fragments de céramiques, fragments d'os, éléments en métal, le tout sans agencement. La limite supérieure est assez difficile à suivre, nous ne reconnaissons pas de continuité dans les fragments de concrétion qui s'observent à l'interface avec l'US 503. Cette dernière est clairement sablo-graveleuse et présente des figures de sédimentations typiques de processus de transport par l'eau, avec des lentilles de grossiers et de sables fins, qui indiquent des changements dans le débit et la force du courant d'eau. Les éléments grossiers sont majoritairement émoussés. L'US 504 est un dépôt argilo-limoneux très sombre, qui vient colmater le sommet de l'US 503. L'US 505 est un niveau ressemblant à 403 avec plus de grossiers. Le passage à 506 est similaire à ce qui est visible entre 503 et 504. L'US 506 est similaire à 504, ce sont des argiles limoneuses sombres homogènes. L'US 507 est plus complexe, elle montre des lentilles de sédiments similaires à ceux de l'US 403 et des lits plus argileux types 504. Son sommet montre une troncature. L'US 508, correspond à la dernière unité juste sous la surface, elle est très peu épaisse. Il s'agit de limons argilo-sableux sombres emballant des éléments grossiers de petites tailles (maximum 10 mm) et sans agencement.

Coupe 6 :

Cette coupe se situe juste après une portion non fouillée de la canalisation au moment de l'intervention. Une nouvelle fois le changement radical dans la stratigraphie

observée est étonnant car l'espacement entre les coupes 5 et 6 n'est pas très grand. Ici aussi le substrat a été atteint (US 501). L'US 602 correspond à un assemblage de grossiers sans agencement qui présente un encroûtement carbonaté bien marqué à son sommet. L'US 603 est constituée de limons argilo-sableux sombres, emballant des éléments grossiers hétérogènes et hétérométriques, sans agencement particulier. La limite supérieure montre qu'il y a eu un déblaiement entamant une grande partie de l'US 603. L'US 604 est un remblai avec des éléments grossiers de grande taille emballés dans une matrice limono-argilo-sableuse.

Coupe 7 :

À proximité de la coupe 6, cette section a été fouillée sur seulement la moitié de la canalisation permettant de pouvoir observer en plus de la moitié d'une coupe transversale, une coupe longitudinale. Le décapage a atteint le substrat géologique (US 701). L'US 702 correspond à l'US 602, elle est également recouverte par un encroûtement carbonaté très épais à cet endroit là. On peut le suivre dans la coupe longitudinale. L'US 703 est un ensemble de niveaux sablo-graveleux, en lits plus ou moins fins. Les éléments grossiers sont tous arrondis indiquant des usures de transports par l'eau. En coupe longitudinale, on peut observer des lentilles de différentes granulométries. Les figures sédimentaires indiquent des processus de déplacement des sédiments par l'eau et des tris granulométriques en fonction de la compétence du courant. Le comblement s'est fait de façon progressive par accumulation de sédiments au cours du temps. La couleur claire des sédiments et leur aspect lavé indique une eau claire, faiblement chargée en matière organique ou en sédiments fins (argiles ou limons). L'US 704 cor-

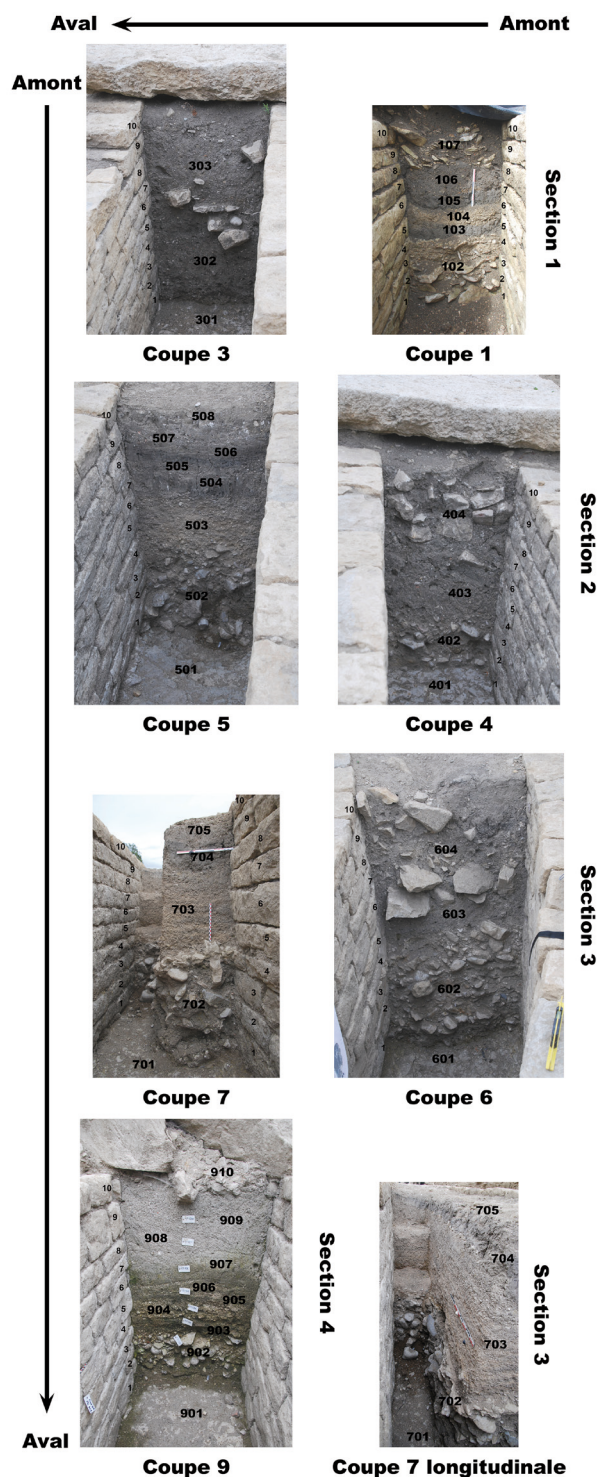


Fig. 8 : Grand - Rue du Ruisseau (Vosges). Les coupes stratigraphiques de la canalisation (© Henri-Georges Naton – Géoarchéon).

respond à des argiles limoneuses homogènes et sombres. La compétence de l'eau était moins forte au moment du dépôt de ces sédiments fins. La couleur sombre due à la matière organique indique une eau plus turbide et moins propre que lors du dépôt de l'US 703. L'US 705 est un sédiment limono-argilo-sableux sombre, emballant des éléments grossiers hétérogènes et hétérométriques, sans agencement particulier.

Coupe 8 :

Située dans la portion fouillée la plus à l'ouest (section 4), la coupe 8 est une coupe en escalier. Le substrat géologique (US 801) a été atteint. Il est recouvert par un dépôt formant un remblai fait d'éléments grossiers émoussés avec du matériel archéologique (US 802). La limite supérieure ne présente pas comme dans la coupe 6 un encroûtement carbonaté continu. Trois unités correspondent à un comblement progressif de la canalisation en lien avec la circulation de l'eau. Les US 803 et 805 sont des niveaux sablo-graveleux. L'US 804 est une couche limoneuse sombre. Au niveau de la limite entre l'assise 4 et 5 du piedroit gauche, se trouve un cordon d'encroûtement carbonaté qui correspond à la limite entre l'US 804 et l'US 805. L'US 806 est un limon argilo-sableux contenant des éléments grossiers éparsés sans agencement.

Coupe 9 :

Cette coupe est la plus à l'aval de la partie de canalisation sur l'emprise de fouille. Au fond se trouve le substrat (US 901). Le premier niveau est le remblai de l'US 902 identique à celui reconnu dans la plupart des coupes (sauf la coupe 3). Au sommet de ce niveau, nous ne retrouvons pas d'indice d'encroûtement à cet endroit. C'est une succession de niveau sablo-graveleux et limoneux qui forme la majorité du remplissage de la canalisation. Les US 903, 905 et 907 correspondent aux limons sombres. Les US 904, 906 et 908 sont des niveaux de grossiers. Le cordon d'encroûtement reconnu sur les parois du piedroit au niveau des assises 4 et 5, arrive au sommet de l'US 904. L'US 909 est un limon assez clair contenant des éléments grossiers sans agencement. Il est surmonté par un remblai (US 910) avec des fragments de dalles et des gros blocs.

Étude des encroûtements carbonatés

Les encroûtements ont été observés in situ et ont été suivis le long de la canalisation pour bien cerner les différentes phases et leur chronologie relative. Les observations détaillées se sont concentrées sur les sections fouillées entre les zones non-fouillées c'est-à-dire entre les coupes stratigraphiques. D'amont en aval, trois profils ont été observés en détails dans la section 1 entre la coupe 1 et la coupe 3 et un profil dans la troisième section entre la coupe 6 et la coupe 7. Certains profils sont par ailleurs associés à des observations complémentaires en coupe du remplissage de la canalisation.

Au moins trois niveaux d'encroûtements distincts ont été identifiés sur le terrain, numérotés N1 à N3 (de bas en haut). Le niveau N1 couvre les assises 4 et 5 (assises de maçonnerie de la canalisation, numérotées de 1 à 10 de bas en haut) et a été observé dans l'ensemble des profils. Il correspond à un encroûtement très induré de puissance d'environ 10 cm qui couvre la surface des assises et, localement le toit de l'assise 4 (entre les pierres). Il s'agit d'un faciès en « chou-fleur » avec des « bourgeons » millimétriques bien individualisés. Dans

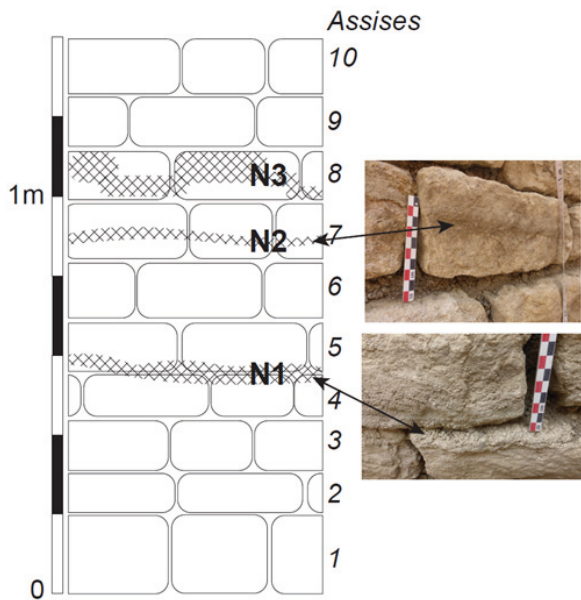


Fig. 9 : Grand - Rue du Ruisseau (Vosges). Observations sur les encroûtements carbonatés dans le profil 1 de la section 1 (© Julie Dabkowski – Géoarchéon).

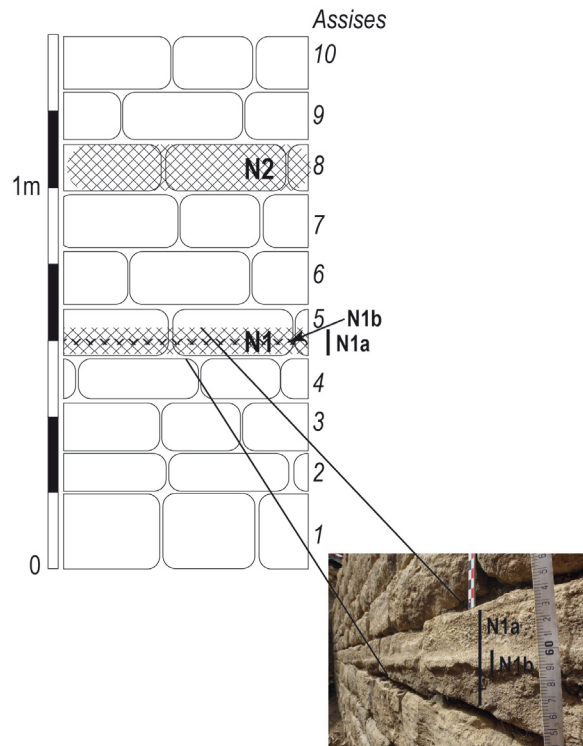


Fig. 10 : Grand - Rue du Ruisseau (Vosges). Observations sur les encroûtements carbonatés dans le profil 2 de la section 1 (© Julie Dabkowski – Géoarchéon).

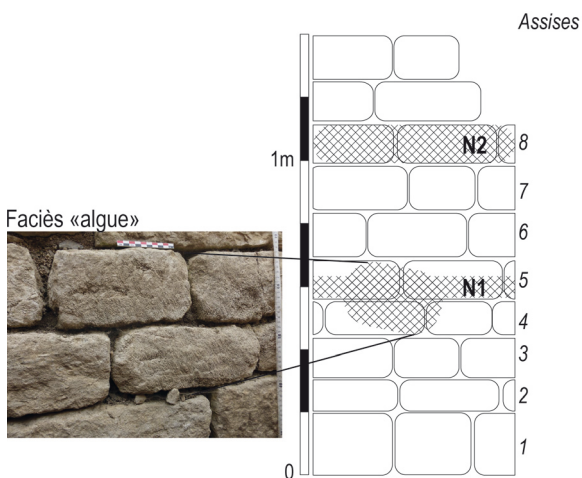


Fig. 11 : Grand - Rue du Ruisseau (Vosges). Observations sur les encroûtements carbonatés dans le profil 3 de la section 1 (© Julie Dabkowski – Géoarchéon).

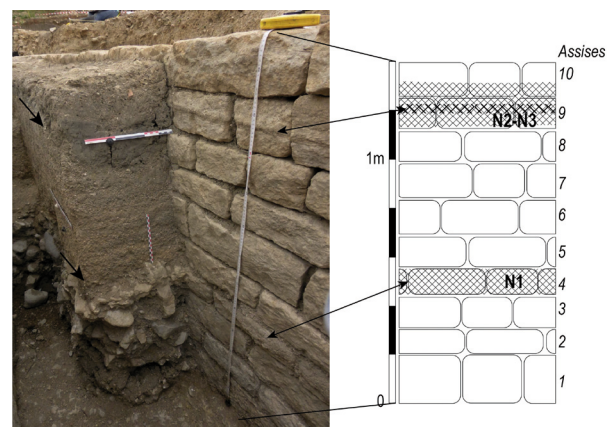


Fig. 12 : Observations sur les encroûtements carbonatés dans le profil 1 de la section 3 (© Julie Dabkowski – Géoarchéon).

les coupes adjacentes (coupe 1, coupe 3 et coupe 5), les graviers de l'US 102 sont encroûtés par ce niveau de façon continue sur plusieurs centimètres de puissance avec des fragments d'os et de céramique et des charbons encroûtés (niveau d'autant plus développé entre les coupes 6 et 7). Localement, à mi-chemin entre les coupes 1 et 3, à l'aplomb d'un regard aménagé dans la maçonnerie (assises 9 et 10 localement absentes), l'encroûtement N1 présente une morphologie en longues bandes transversales qui couvrent les assises 5 et 4 (fig. 11). Ceci évoque la forme d'une algue qui aurait poussé sur la paroi et servi de support à la précipitation de calcite. En amont de ce regard (fig. 10), le niveau N1 semble dédoublé en un

premier encroûtement en surface de l'assise 5 (N1a) puis un bourrelet de quelques centimètres de puissance, plus dense, plus induré (N1b).

Le niveau N2 a été observé sur les assises 7, 8 puis 9. De proche en proche, on peut suivre ce niveau dans la première section, ce qui permet de confirmer qu'il se poursuit bien d'un profil à l'autre (alors que l'on perd N3). En amont, N2 constitue un bourrelet de 2-3 cm de puissance et environ 1 mm d'épaisseur. Il est constitué de petits choux-fleurs très peu différenciés, d'aspect presque lisse. Sa puissance augmente rapidement pour atteindre une dizaine de centimètres (soit toute la hauteur de l'assise 8) mais il est alors très superficiel, discontinu,

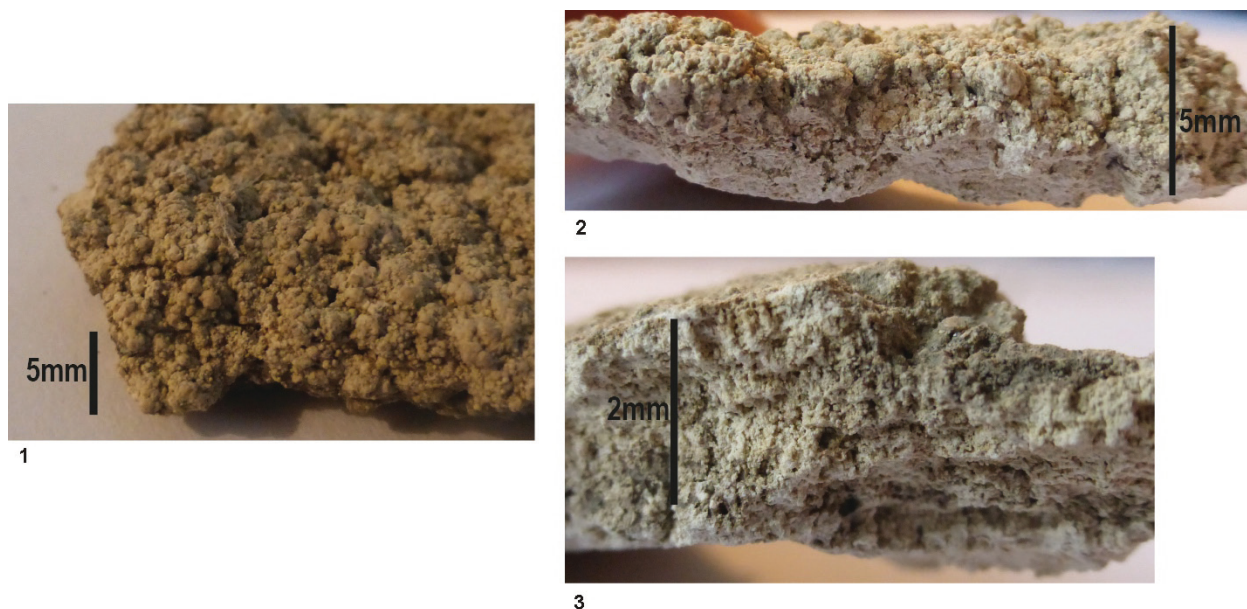


Fig. 13 : Photographies des faciès d'encroûtements carbonatés du type „choux-fleurs“. 1 Vue sommitale (face inférieure d'une assise). 2 Vue latérale (structure en colonnes de rhomboèdres). 3 Vue latérale (succession de lamines à colonnes). Les échelles sont approximatives (@ Julie Dabkowski -Géoarchéon).

s'écaille facilement. Ce niveau N2 semble correspondre à l'interface entre les US 105 et 106 décrites dans la coupe 1.

Le niveau N3 n'est clairement individualisé que dans le profil de la première section où il forme un encroûtement superficiel sur le bord de l'assise 8 ainsi que sur son toit. C'est une calcite en chou-fleur très net avec des « bourgeons » marqués, de 1 à plusieurs mm de diamètre. Aucune corrélation n'a pu être établie entre ce niveau N3 et les unités observées dans la coupe 1, il semble entièrement recouvert par les unités 106 et sus-jacentes.

Dans la troisième section entre les coupes 6 et 7, un niveau d'encroûtement superficiel en chou-fleur à « bourgeons millimétriques à infra-millimétriques recouvre l'assise 9 et la moitié inférieure de l'assise 10. Par-dessus, se trouve un bourrelet au faciès plus lisse et bien marqué (similaire à N1b). Ce dernier peut être suivi dans la coupe transversale de la coupe 7, au sommet des sables lités du remplissage. Ces deux phases d'encroûtement ont été numérotées N2-N3 bien qu'il soit compliqué de les corréler avec précision aux niveaux N2 et N3 de la première section (il n'est pas possible de suivre de proche en proche les niveaux car les faciès sont beaucoup plus indurés dans la troisième section que dans la première).

Observations des encroûtements à la binoculaire

Deux grands types d'encroûtements sont observés à la binoculaire. Ils correspondent aux deux grands faciès observés sur le terrain.

Le faciès chou-fleur (fig. 13) se caractérise par une structure colonnaire, avec une accrétion verticale de l'encroûtement par accumulation de rhomboèdres de calcite en colonnes plus ou moins arborescentes. La cal-

cite est très blanche et luisante. Il y a une forte porosité entre les colonnes bien que celles-ci se « touchent » localement. En revanche, il n'y pas de porosité dans les rhomboèdres (pas de traces de fascicules de cyanobactérie...). Chaque couche de colonnes fait au maximum quelques 3-4 mm de haut, puis il y a arrêt de la précipitation et formation d'une nouvelle couche de colonne ceci correspond aux laminations (saisonnalité). Ce faciès se retrouve aussi bien sur les parois verticales de la canalisation qu'entre les pierres, voire sous les assises. Des éléments détritiques peuvent être piégés dans ce faciès mais ils sont très rares, toujours à l'interface entre deux couches. Il s'agit généralement de débris végétaux dont seule l'empreinte est préservée (sections transversales sphériques – inférieures à 1 mm de diamètre – ou horizons infra-millimétriques à multiples sections allongées et peu épaisses – type sections longitudinales de feuilles).

Le faciès lisse ne présente pas de porosité. C'est un faciès très dense à lamines peu visibles mais bien présentes de 0,1 à 0,5 mm d'épaisseur, irrégulières. La calcite semble ici organisée en faisceaux de cristaux verticaux et parallèles, beige clair et peu luisants (surface sommitale des encroûtements assez mats contrairement au faciès chou-fleur).

Ces deux faciès peuvent être en réalité associés dans un même encroûtement notamment dans les échantillons provenant des « bourrelets » décrits sur le terrain (N1b et N2-N3) ou des angles supérieurs des assises.

La figure 14 montre sur l'ensemble des coupes stratigraphiques la position des niveaux d'encroûtement carbonatés et leur lien avec les unités stratigraphiques. Concernant le phasage et la chronologie, au moins trois phases (3 niveaux d'encroûtement) sont reconnues. Elles correspondent à des moments où la tranche d'eau est peu épaisse mais pas stagnante (pas de dépôt de décantation,

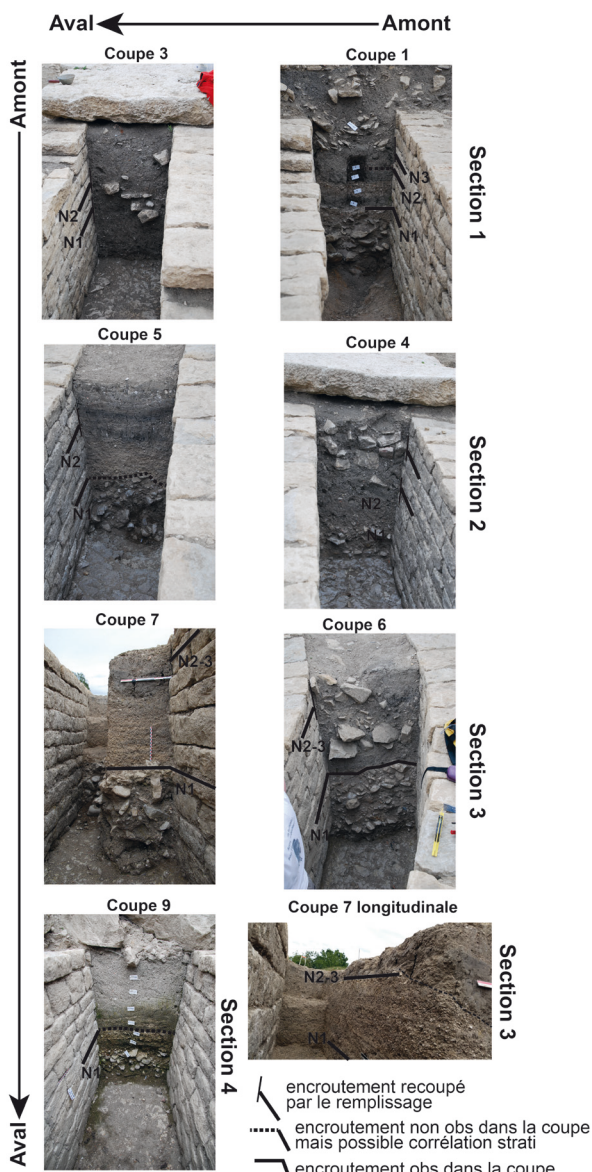


Fig. 14 : corrélations entre les niveaux d'encroûtement carbonaté et les stratigraphies (© Julie Dabkowski – Géoarchéon).

apport constant de carbonate permettant la précipitation) et une durée probable de plusieurs années. La présence de lamines indique des cycles qui pourraient être saisonniers.

En ce qui concerne la qualité de l'eau – était-elle propre ou sale ? La précipitation de calcite et l'absence d'éléments détritiques dans les encroûtements suggèrent une eau relativement claire au moins pendant les phases d'encroûtement.

Enfin, la question de savoir si la canalisation était couverte ou à l'air libre est donnée par la morphologie des encroûtements observée à la binoculaire qui évoque une précipitation purement physico-chimique (calcite rhomboédrique et en colonne typique). Les mêmes encroûtements sont observés à la surface des assises et entre les pierres, dans des endroits a priori non atteints par la lumière du soleil. Aucun élément ne permet de supposer la présence de cyanobactéries ou algues unicellulaire à l'origine de la précipitation et donc d'affirmer que la canalisation était découverte.

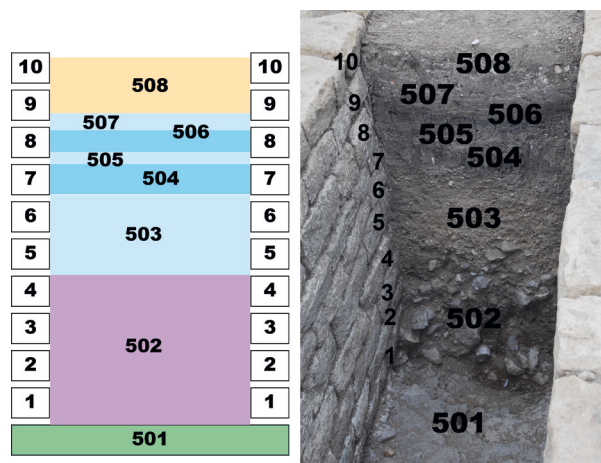


Fig. 15 : Exemple de proposition de stratigraphie simplifiée pour la coupe 5.

Par ailleurs, l'absence de détritisme et seules de rares empreintes de quelques débris végétaux sont préservées (ceux-ci peuvent avoir « flottés » dans la canalisation) ce qui induit peu d'apports extérieurs alors que chaque encroûtement a probablement mis plusieurs années à se mettre en place (et aurait donc dû inclure de nombreux éléments détritiques (végétaux / minéraux allochtones) si la canalisation était découverte). Les observations actuelles tendent ainsi à supposer que la canalisation était couverte au moins au moment de la mise en place des différents niveaux d'encroûtement sauf à proximité du regard aménagé dans la section 1 où une algue a très nettement servi de support à la précipitation de calcite. La présence de cette algue témoigne que la lumière parvenait dans la canalisation à cet endroit au moment de la mise en place du niveau d'encroûtement N1 (mais peut-être pas après).

Stratigraphie séquentielle

La figure 15 présente comment nous proposons par un code couleur une simplification de la coupe 5. Le substrat géologique est indiqué par une couleur verte. Le remblai inférieur est en rose. Les niveaux liés au fonctionnement hydrique de la canalisation sont dans des tons bleus, bleu foncé pour les niveaux fins et bleu clair pour les niveaux plus grossiers. Le niveau de limons avec grossiers sans aménagement est en orange et le remblai supérieur en violet.

Chaque coupe a fait l'objet de cette présentation simplifiée pour pouvoir proposer une stratigraphie séquentielle (fig. 16). Le principe de la stratigraphie séquentielle est de proposer des corrélations entre différentes coupes en réfléchissant à la fois en termes de similarité de faciès sédimentaires, mais surtout en termes de chronologie de dépôt. Cependant, dans notre cas, nous n'avons pas encore d'éléments pour dater les unités stratigraphiques.

La corrélation est aisée pour les US de fond car elles ont été reconnues partout sauf dans la coupe 3 pour le remblai. Les US 101, 301, 401, 501, 601, 701, 801 et 901 correspondent au substrat géologique. Les US 102, 402,

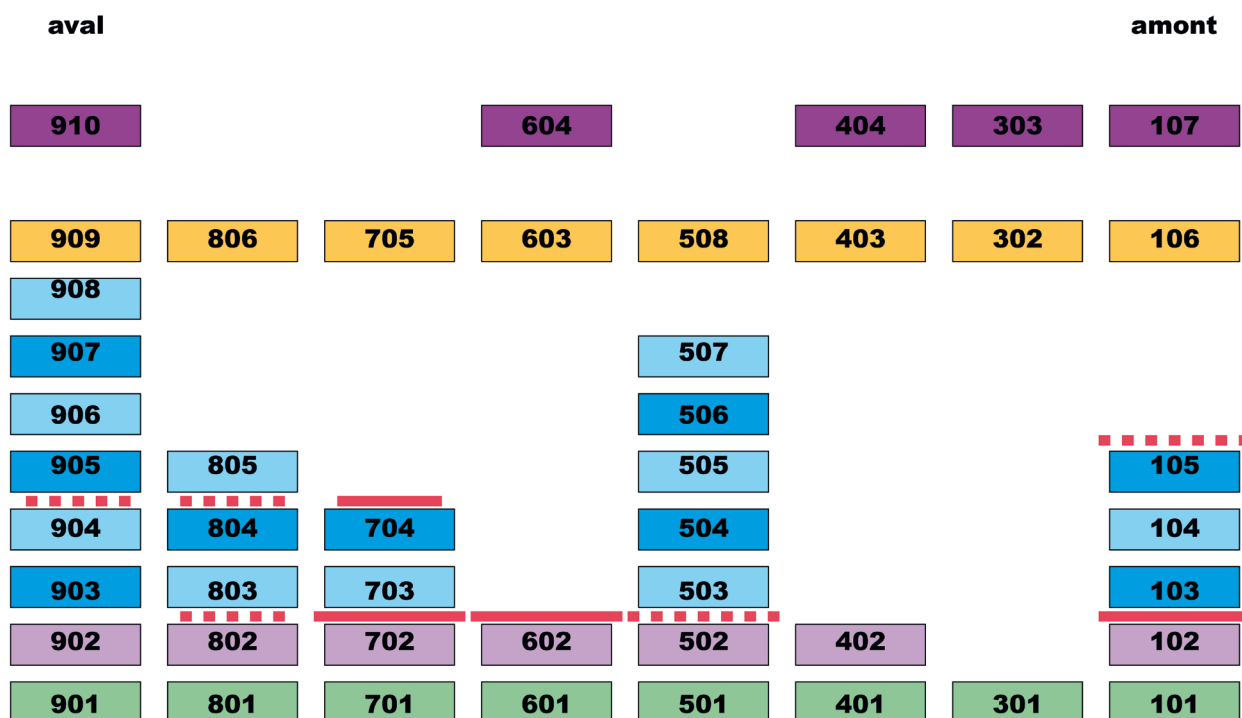


Fig. 16 : schéma stratigraphique séquentiel de l'ensemble des coupes de la canalisation observées et position des niveaux d'encroûtements carbonatés en lien avec la stratigraphie.

502, 602, 702, 802 et 902 représentent le remblai de fond à éléments grossiers usés et galets. Nous avons indiqué les encroûtements carbonatés par des lignes rouges continues quand ceux-ci sont bien visibles en stratigraphie et des traits discontinus quand ils sont juste supposés. Ils sont bien visibles au-dessus de 102, 602 et 702, plus fugacement pour 502 et 802. Pas visibles mais supposés pour 902. En revanche pour 402, nous avons la certitude que sa surface a été entamée par un déblaiement, celui-ci a été total au niveau de la coupe 3.

La corrélation entre les niveaux liés au fonctionnement hydrique de la canalisation est plus difficile à effectuer sans élément de datation. Nous avons traité ces US comme un seul ensemble. La succession d'alternance entre niveaux sablo-graveleux et niveaux limoneux reconnue dans les coupes 1, 5, 7, 8 et 9 nous conforte dans notre sentiment d'un comblement progressif de la canalisation en lien avec son fonctionnement hydrique. La présence dans la séquence d'un niveau d'encroûtement carbonaté reconnu dans les coupes 1, 7, 8 et 9 est sans doute le marqueur d'une période particulière d'écoulement de l'eau.

Nous choisissons de corréler entre eux l'ensemble des niveaux limoneux qui ne présentent pas d'agencement des éléments grossiers (US 106, 302, 403, 508, 603, 705, 806 et 909). L'hypothèse qu'il s'agisse de sédiments d'une même phase nous permet de mettre en évidence des hiatus importants dans la séquence sédimentaire qui ne peuvent s'expliquer que par des déblaiements de sédiments. Cette hypothèse nous indique qu'à plusieurs endroits de la canalisation des actions anthropiques ont enlevé les niveaux liés au comblement progressif par le fonctionnement hydrique de la canalisation. Les épaisseurs de ces US sont très variables, mais correspondent à

l'espace laissé dans la canalisation par les déblaiements que ce dépôt va combler postérieurement, non par des processus liés à des écoulements venant de l'amont de la canalisation mais plutôt à des colluvionnements venant latéralement. Enfin dans un dernier temps, un remblai contenant de gros éléments vient colmater les vides de la canalisation. Ces vides sont formés une nouvelle fois par des déblaiements dans les sédiments antérieurs comme c'est le cas en coupe 1, 3, 4, 6 et dans une moindre mesure en coupe 9.

Proposition de phasage

La première phase concernant la canalisation est bien évidemment sa construction. Nous ne savons pas s'il y a eu des écoulements d'eau antérieurement au dépôt du remblai du fond. Celui-ci est reconnu dans toutes les stratigraphies sauf dans la coupe 3. Les encroûtements carbonatés reconnus dans les coupes 1, 6 et 7 et supposés dans les coupes 5 et 8, sont un indicateur de circulation d'eau à la surface des remblais du fond. Les sédiments liés à l'eau que sont les niveaux sablo-graveleux et argilo-limoneux homogènes, se sont déposés lors d'une succession de phases hydriques dont la compétence a varié au cours du temps. La présence de cordons d'encroûtements carbonatés indique des variations dans la tranche d'eau. Au fur et à mesure du comblement progressif de la canalisation, la circulation de l'eau a été de plus en plus haute. La fin de cette séquence correspond au colmatage complet de la canalisation comme en atteste la hauteur des sédiments dans les coupes où ils sont le mieux préservés (coupe 1, 5, 7, 8 et 9). Nous pouvons penser que seule la dernière assise restait libre à la fin de cette phase.

Nous avons pu mettre en évidence une phase de déblaiement du remplissage importante à plusieurs endroits de la canalisation. Ainsi au niveau de la coupe 3, ce déblaiement a atteint le substrat géologique. Dans la coupe 4, nous mettons en évidence qu'il a entamé le remblai du fond. Dans la coupe 6, il s'est arrêté sur l'encroûtement carbonaté. Dans les autres coupes, une partie des dépôts de comblement hydrique a été préservée. Ces déblaiements ont laissé des vides dans la canalisation qui ne devait plus être alimentée en eau depuis l'amont, ayant été complètement colmatée dans la phase antérieure. La phase suivante va voir se combler les vides par des apports de limons argilo-sableux provenant des terrains avoisinant par processus de colluvionnement. Deux hypothèses pour définir la fin de cette phase : soit les vides laissés par les déblaiements de la phase précédente ont été complètement remplis par les limons puis ils ont subi un nouveau déblaiement, soit dans certains endroits de la canalisation, ils ont laissé des vides qui seront comblés par les remblais de la dernière phase. Cependant, les observations de la surface des limons colluvionnés montrent des déblaiements postérieurs à leur dépôt et antérieurs ou contemporains de l'ultime phase de remblaiement.

Etude micromorphologique

L'étude micromorphologique a pour but de préciser la nature et la dynamique de formation des dépôts prélevés sur la coupe 1 de la canalisation (fig. 7). La micromorphologie des sols permet d'étudier la nature et l'agencement des constituants du sol à partir d'échantillons non perturbés prélevés en blocs. Elle s'inscrit dans la continuité des observations de terrain et permet de restituer l'histoire des dépôts à partir des différents processus d'origine naturelle ou anthropique mis en évidence. L'étude des unités stratigraphiques peut donc être révélatrice d'un ou plusieurs épisodes attribués à des conditions de milieu, des rythmes d'occupations, à des activités humaines spécifiques.⁵ Les prélèvements de sol réalisés ont donné lieu à la fabrication de grandes lames minces au laboratoire de Science du Sol du centre de Grignon, AgroParisTech selon la technique élaborée par Guilloché.⁶

Les lames minces sont décrites à différents grossissements à l'aide d'une loupe binoculaire et d'un microscope polarisant. La description s'appuie sur une terminologie reconnue⁷ et concerne principalement dans nos études :

- la microstructure : elle correspond à l'agencement des vides et des agrégats.
- les constituants (naturels ou anthropiques) : les éléments identifiables constituent la fraction grossière, organiques (résidus végétaux), minéraux (quartz, calcite, fragments de roches...), inorganiques et d'origine biologique (phytolites, coquilles...) ou anthropiques (os, mortier, céramique...). Les particules

peu différenciées représentent la masse fine caractérisée par son degré de limpidité.

- les traits pédo-sédimentaires : ils désignent une unité discernable au sein du sol. Un trait se distingue du matériel adjacent par la concentration d'un ou plusieurs constituants, organiques, minéraux, chimiques ou par une distribution particulière de ces constituants. Ces traits rendent compte de la formation et de l'évolution du sol. Dans un contexte archéologique ce concept est élargi aux entités issues de l'activité anthropique.

L'US 103 montre une matrice peu triée limono-argileuse à argilo-limoneuse, micritique et peu sableuse. Des traits texturaux sont présents dans le fond matriciel sous la forme de concentrations plus denses en masse fine (intercalations), allongées ou ondulées, sans granoclassement ou litage. Elles indiquent des redistributions de particules sédimentaires dans des conditions de saturation en eau.⁸ Des vides vésiculaires attestent dans ce contexte de matériaux à l'état boueux. Certaines plages à ségrégation diffuses de particules fines et plus grossières marquent un tri granulométrique sensible. Un colmatage des vides par des grains plus ou moins lavés et le dépôt de particules fines poussiéreuses en position gravitaire ou plus irrégulière sur la paroi des vides résultent de percolations et d'épisodes d'écoulement peut-être brutaux.

Dans cette couche, l'activité biologique apparaît réduite, marquée par des chenaux et des traits d'affouillement. Quelques fissures montrent par ailleurs des ambiances plus sèches. Une pigmentation ferrugineuse locale, la teinte brun-vert et la structure massive du dépôt indiquent une prédominance des conditions humides. La composante anthropique est diversifiée et de taille réduite. Elle est essentiellement représentée par des charbons, des résidus osseux et phosphatés. On observe de rares hyporevêtements phosphatés en lien avec des apports de flux organiques. La charge en résidus organiques, carbonneux incorporés à la masse fine est importante.

La transition avec l'US 104 est assez nette, marquée également par l'incorporation de grains détritiques dans le dépôt sous-jacent, plus boueux. La couche montre l'accumulation de plages de sables carbonatés plus ou moins bien classés qui résultent d'apports d'origine hydrique compétents. Ces plages sont juxtaposées à des plages coalescentes ou fissurées d'agrégats argilo-sableux ou limono-argileux. Elles proviennent probablement du démantèlement de dépôts détritiques plus fins, similaires à ceux de l'US 103. La masse fine qui enrobe partiellement les grains sableux est analogue. Des concentrations d'éléments plus grossiers sont également agencées en lits ou lentilles et suggèrent des variations dans la dynamique d'écoulement. Des revêtements argileux à argilo-limoneux poussiéreux irréguliers sur le pourtour des vides attestent de percolations et suggèrent un contexte hydrique agité.

5 Cammas / Wattez 1999, Courty et al. 1989.

6 Guilloché 1985.

7 Bullock et al. 1985 ; Fédoroff / Courty 1994.

8 Courty et al. 1989, Courty / Fédoroff 2002.

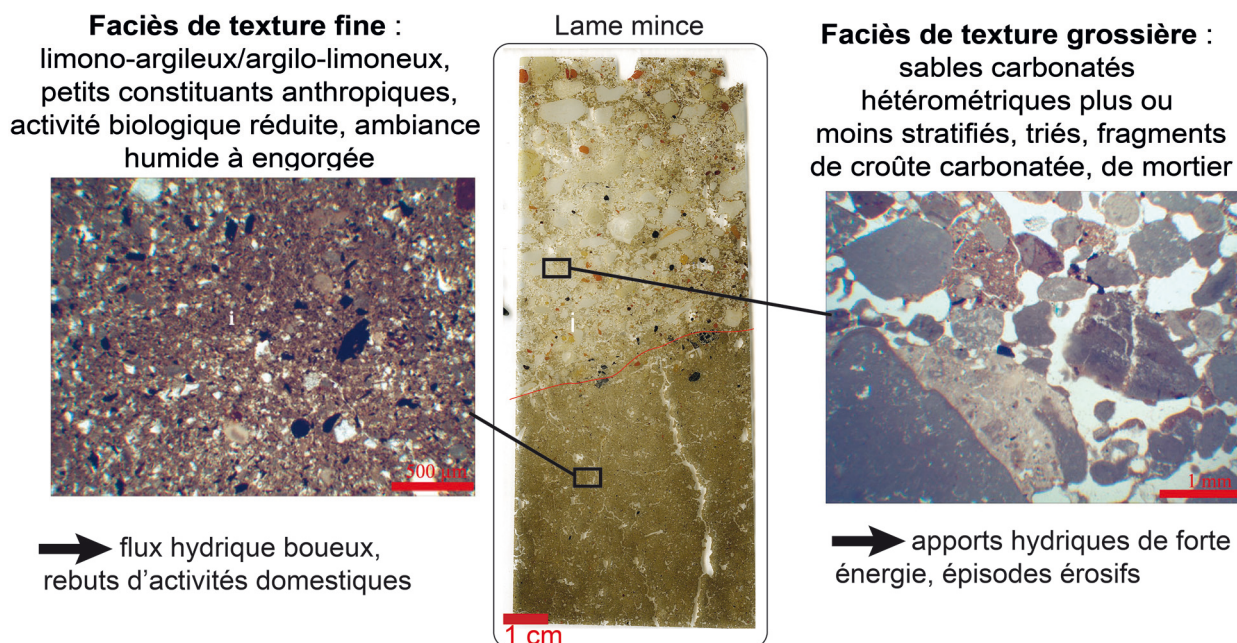


Fig. 17 : Analyse micromorphologique, faciès des US 103 et 104 (© Carole Vissac – Géoarchéon).

Le dépôt intègre principalement des fragments de mortier, notamment du tuileau, quelques fragments osseux, céramique, des charbons et des fragments de matériaux en terre qui proviennent de la dégradation de sols anthropisés et d'entités construites. Des précipitations carbonatées laminées sur certains grains rocheux évoquent l'altération ou le démantèlement d'encroûtements calcaires.⁹

L'US 105 montre une matrice similaire à celle de l'US 103. Elle est toutefois caractérisée par un enrichissement ou des plages plus limoneuses à limono-sableuses qui pourraient témoigner de rythmes d'apports ou d'une dynamique d'écoulement variable. On relève par ailleurs des concentrations de constituants plus grossiers qui suggèrent des épisodes plus compétents. L'ambiance reste humide à engorgée. De petites imprégnations ferrugineuses et des traits biologiques mieux exprimés reflètent des variations dans le degré d'humidité.

Comparativement au dépôt sous-jacent, la matrice de l'US 106, montre une augmentation en taille et en proportion des sables carbonatés principalement mais aussi des constituants anthropiques. Elle apparaît également hétérogène avec l'imbrication de plages argilo-limoneuses et plus limono-sableuses, de plages et d'agrégats plus riches en constituants anthropiques ou de teinte variable qui suggèrent différents apports ou sources d'apports. Des lits de constituants discontinus traduisent une accretion progressive. Des revêtements indiquent des percolations. La structure est peu développée dans ce contexte mais des organisations excrémentielles et des chenaux montrent l'impact d'une activité biologique sur le sédiment. Les intercalations fissurées et les imprégnations ferrugineuses témoignent de degrés d'humidité contrastés.

Les dépôts étudiés sur la coupe 1 de la canalisation montrent deux faciès distincts superposés ou en alternance (fig. 17).

Le premier faciès (F1) correspond à des dépôts de texture fine à moyenne (US 103 et US 105). Ils sont caractérisés notamment par leur structure massive, l'intégration de petits constituants anthropiques divers, en faible proportion, et une ambiance humide à engorgée. Ils marquent un colmatage progressif au sein de la canalisation.

L'absence de tri ou un tri mal exprimé dans ces dépôts associés à une activité biologique peu développée suggèrent des écoulements de faible dynamique, chargés de particules en suspension. Ils peuvent résulter de dépôts rapides avec des arrivées massives de flux hydriques dans la canalisation ou d'une faible tranche d'eau et de remaniements à l'état boueux. Une pédogenèse réduite peut résulter de phases d'exondations temporaires et/ou de la fréquence des apports. L'US 105 s'avère moins argileuse et évoque des variations dans la dynamique des flux. Des lits d'éléments plus grossiers et des plages plus limono-sableuses peuvent en effet signaler une reprise de la dynamique d'écoulement avec une augmentation du régime hydrique. L'activité biologique sensiblement mieux exprimée a pu remanier des traits sédimentaires. Dans ces dépôts, les percolations fines poussiéreuses ou plus grossières et lavées suggèrent également des flux plus rythmés. Dans ces couches, l'intégration d'une fraction fine organique et carbonneuse associée à une activité biologique in situ réduite suggèrent des apports allochtones (érosion de surfaces anthropisées proches ?, provenance des dépôts en amont ?). La composante anthropique relève de déchets d'activités probablement domestiques.

Le second faciès (F2, US 104) est un dépôt de sables carbonatés hétérométriques dont l'organisation apparaît

9 Verrechia 2002.

grossièrement stratifiée à l'échelle de la lame mince, avec des niveaux plus fins et plus grossiers. La dynamique sédimentaire relève d'épisodes d'apports hydriques de forte intensité et plus ou moins érosifs comme le montre l'intégration d'agrégats divers, issus des couches de texture plus fine (probable tronçatures), de sols anthropisés (en amont ?), voire d'encroûtements carbonatés développés au sein de la canalisation. Ce faciès suppose un niveau d'eau assez élevé. Des percolations chargées en particules fines poussiéreuses peuvent résulter d'épisodes d'écoulements turbulents.

Un troisième faciès a été identifié (F3, US 106) mais il se distingue des précédents par sa position sommitale et son hétérogénéité. La transition entre les US 106 et 105 est marquée par une composante sédimentaire notamment plus grossière ainsi que par l'augmentation progressive de l'activité biologique. L'accrétion apparaît également progressive compte tenu de lits d'éléments discontinus qui signalent des limites d'apports ou la proximité d'anciennes surfaces, d'apports repris par l'activité biologique et de variations des conditions d'humidité. La formation de ce dépôt pourrait correspondre à des épisodes d'apports colluviaux mais des épisodes d'écoulements hydriques restent également envisageables.

Les dépôts étudiés dans la canalisation reflètent une dynamique d'apport d'origine hydrique marquée par des variations du niveau d'eau avec des épisodes plus érosifs et des phases de colmatage progressif. La partie supérieure, plus hétérogène, pourrait correspondre à un changement dans le mode d'apport, probablement associé à des apports colluviaux voire une évolution du fonctionnement de la canalisation. Les résidus d'activités anthropiques sont mêlés de rebuts de combustion et de matériaux de construction. La contamination par d'autres types de déchets, notamment excrémenteux apparaît faible.

Les tests palynologiques

Plusieurs échantillons ont été traités afin d'en tester le potentiel palynologique. Il s'agit des échantillons des US 103, 105, 106.

Les préparations chimiques ont été effectuées au laboratoire du Centre de Recherches Archéologiques de Soissons. La méthode employée est celle utilisant une liqueur lourde de Chlorure de Zinc.

Les lames recèlent de grandes concentrations de microcharbons, parmi lesquels quelques rares grains de pollen sont présents et montrent un état de conservation médiocre. Avec entre 14 et 110 grains de pollen comptés, de surcroît mal conservés, ces échantillons doivent être considérés comme stériles en pollen. En effet, pour qu'un échantillon donné soit interprétable, il faut qu'un minimum de 200 à 300 grains de pollen ait été décompté pour une vingtaine de taxons identifiés. Au-delà du seuil de 300 pollens, on peut considérer que l'on ne gagne plus d'information¹⁰.

De plus, il s'avère que parmi les rares taxons présents, les Cichorioideae (famille du pissenlit) sont largement prédominantes (77 %), dénonçant ainsi une conservation différentielle du contenu sporo-pollinique, ce pollen étant plus résistant que d'autres à la corrosion¹¹.

Les sédiments issus du site de Grand semblaient *a priori* peu propices à une bonne conservation du contenu sporo-pollinique. Les tests réalisés confirment le très mauvais état de conservation des quelques rares grains de pollen présents qui rend toute étude pollinique plus approfondie non pertinente.

Les analyses carpologiques

L'objectif des analyses carpologiques effectuées sur les sédiments et comblements de la canalisation à Grand était de contribuer des informations sur le caractère des sédiments, leur formation et sur l'utilisation de la parcelle fouillée durant l'Antiquité. De manière générale, la carpologie nous renseigne sur l'agriculture, l'alimentation végétale et sur la végétation synanthrope associée aux cultures et autour des habitats. Les questions du caractère des champs, des récoltes, du traitement et nettoyage des récoltes et de la préparation culinaire sont des sujets à étudier.

Les sédiments et comblements de la séquence sédimentaire étudiée du point de vue géomorphologique et micromorphologique ont été également échantillonnés pour mener des tests carpologiques.¹² Ces prélèvements ont été récupérés dans la coupe 1 sur le remplissage de la grande canalisation, située le plus à l'amont sur la bordure est de l'emprise de la fouille (fig. 6). Cinq prélèvements proviennent des couches différentes du remplissage de la grande canalisation (US 103 à 107). Ils totalisent 50 litres de sédiment brut. L'étude de la céramique et du petit mobilier a fourni pour le prélèvement carpologique le plus profond (US 103) une datation avec un *terminus post quem* (TPQ) de 150 apr. J.-C. Les US 104 à 106 qui suivent sont très probablement attribuées aux II^e/III^e siècles apr. J.-C. et la couche la plus haute, l'US 107, est datée avec un TPQ « après 350 apr. J.-C. ». Ce comblement supérieur de la grande canalisation, riche en dalles et blocs, est très probablement attribuable à l'Antiquité tardive, mais une datation plus tardive au Moyen Âge n'est pas non plus exclue. Ces datations sont à utiliser avec prudence car les couches contiennent des tessons et d'autres matériels sans doute remaniés et en position secondaire.

Les prélèvements ont été traités par flottation par l'équipe de la fouille au centre des études archéologiques à Grand. Une colonne de tamis de 0,5 mm et de 1,0 mm a été utilisée. Concernant les deux prélèvements issus de l'US 14001 les refus lourds ont été également tamisés. Tous les prélèvements étaient des prélèvements « secs » provenant des sédiments ou des remblais aérés. Pour déterminer les macrorestes végétaux carbonisés, les princi-

10 Reille 1990.

11 Bottema 1975, Havinga 1984.

12 Marival 1999, Jacomet / Kreuz 1999.

Grand (88)	N° Structure	11036	11061	11060	11059	11027	Total (NMI)
Rue de Ruisseau	N° Unité geomorphologique	103	104	105	106	107	
Fouille programmée 2015		f	d	c	b	a	
		Couche argilo-limoneuse	Niveau de démolition	Couche argilo-limoneuse	Couche argilo-limoneuse	Remblai	
R.O. Thierry Dechezleprêtre	Type de structure						
	Coupe						
	Volume/l	10	10	10	10	10	50
		TPQ 150 apr. J.-C.	TPQ IIIe s. apr. J.-C.	?	Ile siècle apr. J.-C. ?	TPQ 350 apr. J.-C.	
Céréales							
<i>Triticum aestivum</i> s.l./ <i>durum</i> / <i>turgidum</i>	Blé tendre/blé dur/blé barbu	11	2	1			14
<i>Triticum</i> sp.	Blé, indéterminé	5	2	1			8
<i>Hordeum vulgare</i> ssp. <i>vulgare</i>	Orge vêtue polystique	3	3				6
<i>Avena</i> sp.	Avoine	1	1				2
<i>Triticum monococcum</i> , bases d'épillet	Engrain		1				1
Cerealia indéterminata	Céréales indéterminées	1	4				5
Matière amorphe carbonisée (MOC)	Pain/galette/bouillie	1	2			6	9
Légumineuses				Fig			
<i>Lens culinaris</i>	Lentille					1	1
Leguminosae sativae indéterminatae	Légumineuses indéterminées		1				1
Messicoles et autre végétation synanthrope							
<i>Vicia hirsuta</i> / <i>tetrasperma</i> agg.	Vesce hérissée/V. à quatre graines	1					1
<i>Trifolium campestre/dubium/arvense</i>	Trèfle des champs/Petit tr. jaune/Pied-de-lièvre			1			1
<i>Chenopodium album</i>	Chénopode blanc				1		1
<i>Galium aparine</i>	Gaillet gratteron				2		2
Total		23	16	3	3	7	52

Fig. 18. Grand, Rue de Ruisseau, fouille programmée 2015, coupe 1. Les résultats carpologiques provenant des couches de remplissage de la grande canalisation. Sans contre-indication, graines ou fruits.

poux ouvrages de détermination carpologique¹³ ont été utilisés, ainsi que la collection de référence de l'auteur, composée de graines modernes et de macro-restes végétaux carbonisés provenant d'autres sites du Centre-Est et de l'Est de la France. La nomenclature scientifique française se conforme à la flore de Lambinon et Verloove.¹⁴

Seulement des carpores restes carbonisés ont été mis au jour. La carbonisation résulte de l'exposition des éléments végétaux au feu, lors de laquelle la matière organique d'origine est remplacée par du carbone. Ce mode de conservation est de loin le plus fréquent, et souvent l'unique, mode de préservation rencontré sur les sites archéologiques.¹⁵ En dehors des incendies, volontaires ou accidentels, il ne concerne généralement que certaines catégories de plantes – celles les plus fréquemment exposées au feu par différents biais (préparations culinaires, brûlage de déchets, utilisation de combustibles). Le spectre des plantes identifiées à partir des restes carbonisés est ainsi souvent limité à certaines catégories de plantes cultivées et sauvages, dont les céréales, légumineuses cultivées et leur adventives, et il ne représente qu'une partie des espèces réellement utilisées sur le site. De plus, la carbonisation n'affecte pas de la même façon les différents types de macro-restes végétaux selon leur nature (fragilité, contenu en huile gras et/ou volatile etc.) et les conditions de combustion (température et durée du feu, apport en oxygène, taux d'humidité de la matière végétale d'origine.¹⁶

L'analyse carpologique a permis d'obtenir 52 macro-restes végétaux provenant de cinq prélèvements du remplissage de la grande canalisation (coupe 1 ; fig. 4, 6, 7

et 18). Les macrorestes végétaux issus du comblement de la canalisation (US 103, 104, 105 et 106) sont attribuables à l'Antiquité, plus précisément à une fourchette chronologique de la deuxième moitié du II^e siècle apr. J.-C. (TPQ 150 apr. J.-C.) jusqu'à la première moitié du IV^e siècle apr. J.-C. Le prélèvement le plus haut de la séquence de couches du remplissage (US 107) est daté par un TPQ 350 apr. J.-C. Il est attribuable à l'Antiquité tardive ou au Moyen Âge. Les densités par litre de sédiment sont faibles ; elles varient de 0,3 à 3,5 restes par litre de sédiment. Les taux égaux ou en dessous de 3,0 restes par litre témoignent de la « pluie accidentelle » des macrorestes végétaux carbonisés dans un habitat antique ou médiéval. Ces restes provenant des sources diffuses – déchets d'activités domestiques et de la préparation culinaire – et ils sont incorporés dans les remblais plus ou moins accidentels. Au contraire, les densités supérieures de 20 restes carbonisés par litres – non attestées dans notre cas – indiquent des stocks de récoltes ou des déchets du traitement de céréales.

La coupe 1, effectuée sur le remplissage de la grande canalisation, se situe le plus à l'amont sur la bordure est de l'emprise de la fouille (fig. 6). Cette coupe a permis d'observer et d'étudier une succession de couches bien distinctes (fig. 7), manifestées par un épais dépôt à la base (US 102) et par des couches supérieures caractérisées par des dépôts à composante argileuse brun-noir relativement homogènes (US 105 et 103). Ces couches argilo-limoneuses renferment localement des résidus organiques. Ils suivent des dépôts plus grossiers sableux à sablo-graveleux jaunâtre à faible matrice (US 104), interprétés comme couches de démolition. Le dépôt représenté par l'US 106 se distingue sensiblement par une composante limono-sableuse et une structure plus développée. Les prélèvements carpologiques provenant des

13 Beijerinck 1947, Cappers et al. 2006, Jacomet et al. 2006, Neef et al. 2012.

14 Lambinon / Verloove 2012.

15 Théry-Parisot et al. 2009.

16 Théry-Parisot et al. 2009.



Fig. 19. L'engrain (*Triticum monococcum* L.) développe normalement seulement un grain fertile par épillet et son rendement reste faible en comparaison avec l'amidonnier (Cliché : J. Wiethold, Inrap).



Fig. 20. Les anciennes variétés du blé tendre ou froment (*Triticum aestivum* L.) possèdent des épis compacts et courts (Cliché : J. Wiethold, Inrap).

US 103, 104, 105, 106 et 107 (fig. 8) ; ils sont principalement attribuables à l'Antiquité (II^e-IV^e s. apr. J.-C.), sauf le dernier qui affiche un TPQ de 350 apr. J.-C. La couche la plus riche en restes est la couche limono-argileuse du fond de la canalisation, US 11036-103, avec 23 macrorestes carbonisés, soit une densité de 2,3 restes par litre de sédiment.

Le spectre obtenu de ces cinq prélèvements se compose de 52 macrorestes végétaux carbonisés (fig. 18). L'assemblage se divise en 36 restes céréaliers, 35 caryopses et une base d'épillet de l'engrain *Triticum monococcum*. Au corpus s'ajoutent neuf fragments de la matière organique carbonisée (MOC) du type pain/galette/bouillie, deux graines de légumineuses cultivées et cinq diaspores de plantes adventices.

Cinq taxons de céréales sont attestés. Le blé nu *Triticum aestivum/durum/turgidum* est la céréale dominante avec 14 caryopses (fig. 19). Ils suivent le blé indéterminé *Triticum* sp. avec huit graines, l'orge vêtue polystylique *Hordeum vulgare* ssp. *vulgare* (fig. 20) avec six grains et l'avoine *Avena* sp. avec deux grains. Concernant le blé nu, son appartenance à l'espèce hexaploïde, le blé tendre *Triticum aestivum* ou à une des espèces tétraploïdes, le blé barbu *Triticum turgidum* ou le blé dur *Triticum durum* n'est pas à préciser car les restes attestés se limitent aux caryopses carbonisés. Néanmoins, le blé nu hexaploïde, le blé tendre reste l'espèce la plus probable. En effet, les éléments discriminants sont les fragments de rachis, absents dans notre corpus. Les grains nus de l'avoine

Avena sp. ne sont également pas attribuables à l'espèce cultivée avec certitude, ces grains provenant soit d'une espèce cultivée (*Avena sativa*, *A. strigosa*), soit d'une espèce sauvage (*Avena fatua*, *A. sterilis*). Finalement, la présence de l'engrain *Triticum monococcum* (fig. 21) se manifeste par une base d'épillet, reste de décortiquage de ce blé vêtue. De plus, il faut signaler l'absence du seigle *Secale cereale* dans ces spectres, espèce céréalière typique du Moyen Âge et du début d'époque moderne.

Le corpus de céréales est un corpus typique de l'Antiquité ou du Moyen Âge avec une dominance du blé nu et la présence du blé indéterminé, de l'orge polystylique vêtue et de l'avoine. La présence des légumineuses cultivées se limite à une semence de lentille issue de la couche supérieure (US 107) et d'une graine de légumineuse cultivée non déterminable provenant de la US 104. De manière générale, les légumineuses fournissent dans l'alimentation végétale, des protéines et de l'amidon. Elles étaient particulièrement utilisées pour les bouillies et les potées.

Le spectre se voit complété par quelques diaspores de plantes adventices. Une vesce sauvage *Vicia hirsuta/tetrasperma* agg. était très probablement une plante messicole qui infestait les céréales d'hiver, très probablement dans notre cas le blé nu. Le chénopode blanc *Chenopodium album*, un petit trèfle *Trifolium campestre/dubium/arvense* et le gaillet gratteron *Galium aparine* sont des mauvaises herbes ubiquistes, infestait les céréales d'été et les cultures sarclées mais ces plantes adventices



Fig. 21. L'orge vêtue polystyrique (*Hordeum vulgare* ssp. *vulgare*) a été une espèce céréalière importante des âges du Fer, de l'Antiquité et du haut Moyen Age (Cliché : J. Wiethold, Inrap).

poussaient sur des terrains vagues et zones rudérales en proximité des bâtiments.

De manière générale, le spectre issu des couches de remplissage de la grande canalisation de la Rue de Ruisseau est un spectre typiquement urbain, composé principalement des macrorestes végétaux des céréales et de leurs adventices, provenant très probablement des divers déchets des activités domestiques. Dans ces couches, ils se trouvent très probablement en position secondaire car ces restes sont arrivés ensemble avec des charbons de bois, fragments de terre cuite et de la matière organique. Ces restes étaient probablement déjà incorporés dans les dépôts sédimentaires du type remblai (US 107) ou ils ont été déplacés par des colluvionnements. Pour mieux interpréter les données carpologiques, il semble indispensable de dater les couches échantillonnées et d'interpréter les données en relation avec des éléments de la chronologie relative et absolue.

Synthèse

Le remplissage de la canalisation a fait l'objet d'observations géoarchéologiques et archéobotaniques. Les études sédimentologique et stratigraphique du comblement de la canalisation complétées par l'étude des encroûtements carbonatés et l'étude micromorphologique, révèlent une dynamique d'apport d'origine hydrique marquée par des variations du niveau d'eau avec des épisodes plus érosifs et des phases de colmatage progressif.

La stratigraphie séquentielle a mis en évidence, des ruptures dans la séquence de colmatage, indiquant des phases de déblaiements et de remblaiements dans certains tronçons de la canalisation. Les dépôts hétérogènes de la partie supérieure du comblement, pourraient correspondre à un changement dans le mode d'apport, probablement associé à des apports colluviaux voire une évolution du fonctionnement de la canalisation. La micromorphologie permet de voir que des résidus d'activités anthropiques sont mêlés de rebuts de combustion et de matériaux de construction et que la contamination par d'autres types de déchets, notamment excrémenteux apparaît faible.

Trois niveaux d'encroûtement carbonatés ont été mis en évidence. Ils indiquent des phases où la tranche d'eau est peu épaisse mais pas stagnante et ce pendant une durée probable de plusieurs années, et leurs lamines indiquent des cycles qui pourraient être saisonniers. La précipitation de calcite et l'absence d'éléments détritiques dans les encroûtements suggèrent une eau relativement claire au moins pendant les phases d'encroûtement. L'absence de cyanobactéries ou algues unicellulaire à l'origine de la précipitation et l'absence de détritisme tendent ainsi à supposer que la canalisation était couverte au moins au moment de la mise en place des différents niveaux d'encroûtement sauf à proximité du regard aménagé dans la portion 1 où une algue a très nettement servi de support à la précipitation de calcite.

Pour le contenu pollinique des sédiments, les tests réalisés confirment le très mauvais état de conservation des quelques rares grains de pollen présents, ce qui rend malheureusement toute étude pollinique plus approfondie non pertinente.

Concernant les macro-restes végétaux, le spectre issu des couches de remplissage de la grande canalisation de la Rue de Ruisseau est un spectre typiquement urbain, composé principalement des macrorestes végétaux des céréales et de leurs adventices, provenant très probablement des divers déchets des activités domestiques.

Résumé

L'agglomération antique de Grand (Lorraine, Vosges, France) se caractérise par un grand nombre d'installations hydrauliques. La canalisation qui traverse la parcelle de la Rue du Ruisseau a fait l'objet d'une étude pluridisciplinaire. L'étude stratigraphique du comblement de la canalisation, complétée par l'étude fine des dépôts (sédimentologie, micromorphologie) ainsi que celle des encroûtements carbonatés, révèlent une dynamique d'apport d'origine hydrique marquée par des variations du niveau d'eau avec des épisodes plus érosifs et des phases de colmatage progressif. La stratigraphie séquentielle a mis en évidence des ruptures dans la séquence de colmatage indiquant des phases de déblaiements et de remblaiements dans certains tronçons de la canalisation. La micromorphologie permet d'identifier des rebuts de combustion et de matériaux de construction. Elle montre que la contamination par d'autres types de déchets, notamment excrémenteux apparaît faible. Plusieurs

niveaux d'encroûtement carbonatés ont été mis en évidence. Ils indiquent des phases où la tranche d'eau est peu épaisse mais pas stagnante et ce pendant une durée probable de plusieurs années. Par ailleurs, leurs lamines indiquent des cycles qui pourraient être saisonniers. La précipitation de calcite et l'absence d'éléments détritiques dans les encroûtements suggèrent une eau relativement claire au moins pendant les phases d'encroûtement. L'absence de cyanobactéries ou d'algues unicellulaire à l'origine de la précipitation, ainsi que l'absence de détritisme tendent à suggérer que la canalisation était couverte – au moins au moment de la mise en place des différents niveaux d'encroûtement –, sauf à proximité du regard aménagé dans la portion 1 où une algue a très nettement servi de support à la précipitation de calcite. Pour le contenu pollinique des sédiments, les tests réalisés confirment le très mauvais état de conservation des quelques rares grains de pollen présents, ce qui rend malheureusement toute étude pollinique plus approfondie non pertinente. Pour les macro-restes végétaux, le spectre issu des couches de remplissage de la grande canalisation est un spectre typiquement urbain, composé principalement des macrorestes végétaux des céréales et de leurs adventices, provenant très probablement des divers déchets des activités domestiques.

Zusammenfassung

Die römische Stadt Grand (Vosges, Lothringen, Frankreich) besaß eine bedeutende Zahl von hydraulischen Anlagen. Die römische Kanalisation, die im Rahmen einer Forschungsgrabung an der Rue du Ruisseau in Grand freigelegt wurde, konnte anschließend interdisziplinär untersucht werden. Die stratigraphische Untersuchung der Sedimente ihrer Verfüllung sowie die genaue sedimentologischen und mikromorphologischen Analysen der Sedimente sowie der karbonatischen Ablagerungen belegen ein intensives, durch die Wasserführung der Kanalisation bestimmtes Sedimentationsgeschehen. Die abgelagerten Sedimente bezeugen dabei den Wechsel von deutlichen Erosionsphasen und anschließenden Phasen der Sedimentakkumulation. Die stratigraphische Analyse der Ablagerungen hat gestattet, einzelne Hiaten in dem Sedimentationsgeschehen nachzuweisen sowie für die verschiedenen Teilabschnitte der Kanalisation Erosions- und Sedimentationsphasen zu belegen. Die mikromorphologischen Analysen gestatten Aussagen zur Präsenz von Abfällen von Verbrennungsprozessen sowie von Baumaterial in den Sedimenten. Die Kontamination durch andere Abfälle, insbesondere von Fäkalien, scheint jedoch sehr gering gewesen zu sein. Mehrere Schichten karbonatischer Ablagerungen konnten nachgewiesen werden. Sie belegen Phasen, bei der die Wasserführung der Kanalisation zwar gering war, jedoch nicht stagnierte, sowie möglicherweise mehrere Jahre andauernde Phasen, bei denen die Wasserführung höchstens saisonal gewesen sein kann. Die kalzitischen Ablagerungen sowie das beobachtete weitgehende Feh-

len von Abfallmaterial in diesen Kalkkrusten gestatten es, auf relativ klares Wasser zu schließen. Dies gilt zumindest für die Phasen, in denen die Kalkablagerungen entstanden. Das Fehlen von Cyanobakterien oder von einzelligen Algen als Urheber der Ablagerungen sowie das Fehlen von häuslichen Abfällen sprechen dafür, dass die Kanalisation mindestens während der Entstehungsphase der verschiedenen kalkhaltigen Ablagerungen abgedeckt gewesen sein muss. Dies trifft jedoch nicht auf den Nahbereich eines Unterhaltungsschachtes zu, der im ersten Abschnitt der Kanalisation nachgewiesen werden konnte. Dort hat das Auftreten einer Alge die Kalzitablagerungen eindeutig induziert oder zumindest begünstigt.

Was den Pollengehalt betrifft, so haben die an den Sedimenten durchgeführten Pollenanalysen gezeigt, dass die Pollenerhaltung insgesamt sehr schlecht ist. Ferner konnten nur wenige Pollentypen nachgewiesen werden. Deshalb sind weitere Pollenanalysen an den Sedimenten und Auffüllschichten der Kanalisation leider nicht angezeigt. Das Spektrum der botanischen Makroreste, das aus den Auffüllschichten der Kanalisation stammt, ist ein typisches städtisches Spektrum, das insbesondere Getreidekaryopsen sowie Samen und Früchte der mit ihnen vergesellschafteten Unkräuter umfasst. Diese pflanzlichen Makroreste stammen vermutlich aus den Abfällen von häuslichen Aktivitäten im Umfeld der Kanalisation.

Abstract

The ancient urban area of Grand (Vosges, Lorraine, France) is characterised by numerous hydraulic infrastructures including a canalisation, crossing the 'Rue du Ruisseau' site, which has been in the focus of multidisciplinary investigations. Stratigraphic study and characterisation (sedimentology and micromorphology) of sediments filling of this canalisation and of associated carbonated crusts show a succession of accumulation and erosive phases, driven by variations of the water level. Sequential stratigraphy allows the identification of gaps in the sedimentary sequence corresponding to cleanings and backfills of some sections of the canalisation. Combustion waste and building materials were identified in thin sections while contamination by other types of waste, especially excremental, appears to have been quite low. Several levels of carbonated crusts were identified. They indicate phases during which water was low but not stagnant, for probably several years, as shown by crusts' laminations indicating cycles that might be seasonal. The occurrence of calcite precipitation and the lack of detrital elements in these crusts are suggesting relatively clear water, at least during the crusting phases. There is no evidence of cyanobacteria or unicellular algae associated with calcite precipitation. Together with the absence of detrital material within the crusts, this suggests that the canalisation was covered – at least at the time of the different levels of crusting. An exception was a hole built in the section 1, where *algae* were encrusted by calcite. Palynological tests confirmed the bad

preservation of the few pollen grains present within the sediments; any further pollen study would thus be hampered by taphonomic aspects. Regarding the retrieved plant macrofossils, a typically urban assemblage was identified, mainly comprising carbonized cereal grains and associated weeds, which must be derived from waste from various domestic activities.

Références bibliographiques

- Beijerinck 1947 = W. Beijerinck, Zadenatlas der Nederlandsche Flora ten behoeve van de botanie, bodemcultuur en warrenkennis. Mededeeling van het Biologische Instituut te Wijster 30 (Wageningen 1947, fac-similé Backhuis and Meesters, Amsterdam 1976).
- Bertaux, 1989 = J.-P. Bertaux La problématique archéologique du site gallo-romain de Grand. *Annales de la Société d'Emulation du département des Vosges*, N.S. 7, 1989, 93-105.
- Bottema 1975 = S. Bottema, The interpretation of pollen spectra from prehistoric settlements (with special attention to Liguliflorae). *Palaeohistoria* 17, 1975, 17-35.
- Bullock et al. 1985 = P. Bullock / N. Fedoroff / A. Jongerius / G. Stoops / T. Tursina / U. Babel, Handbook for soil thin section description (Wolverhampton 1985).
- Butzer 1982 = K. W. Butzer, Archaeology as Human Ecology (Cambridge 1982).
- Cammas / Wattez 1999 = C. Cammas / J. Wattez, L'approche micromorphologique : méthodes et applications aux stratigraphies archéologiques. In: A. Ferdière (dir.), Les sciences de la terre. Collection Archéologique (Paris 1999), 139-153.
- Cappers et al. 2006 = R.T.J. Cappers / R.M. Bekker / J.E.A. Jans, Digitale Zadenatlas van Nederland. Groningen Arch. Stud. 4 (Groningen 2006).
- Courty et al. 1989 = M.-A. Courty / P. Goldberg / R.-I. Macphail, Soils and micromorphology in archaeology (Cambridge 1989).
- Courty / Fédoroff 2002 = M.-A. Courty / N. Fédoroff, Micromorphologie des sols et des sédiments archéologiques. In: J.-C. Miskovsky (dir.), *Géologie de la Préhistoire : Méthodes, Techniques* (Paris 2002) 511-554.
- Dechezleprêtre 2015 = Th. Dechezleprêtre, L'agglomération antique de Grand – Histoire des recherches, recherches en cours. In: Th. Dechezleprêtre / K. Gruel / M. Joly (dir.), Agglomérations et sanctuaires. Réflexions à partir de l'exemple de Grand. Actes du colloque de Grand (20-23 octobre 2011). Grand, Archéologie et territoire 2 (Epinal 2015) 19-38.
- Dechezleprêtre 2016 = Th. Dechezleprêtre, La reconstitution graphique comme modèle critique : l'exemple de l'agglomération antique de Grand (Lorraine, Vosges). In: M. Koch (Hrsg.), Archäologie in der Großregion. Archäologentage Otzenhausen 2, Internationales Symposium zur Archäologie in der Großregion in der Europäischen Akademie Otzenhausen 19.-22.02.2015 (Otzenhausen 2016) 193-202.
- Fédoroff / Courty 1994 = N. Fédoroff / M.-A. Courty, Organisation du sol aux échelles microscopiques. In: M. Bonneau / S. Souchier (éds.), *Pédologie* 2, 2^e éd. (Paris 1994) 349-375.
- Guilloré 1985 = P. Guilloré, Méthode de fabrication mécanique et en série des lames minces (Paris 1985).
- Havinga 1984 = A.-J. Havinga, A 20-year experimental investigation into the differential corrosion susceptibility of pollen and spores in various soil types. *Pollen et Spores*, 26 (3-4), 541-558.
- Jacomet / Kreuz 1999 = S. Jacomet / A. Kreuz, Archäobotanik. Aufgaben, Methoden und Ergebnisse vegetations- und agrargeschichtlicher Forschung. UTB für Wiss. 8158 (Stuttgart 1999).
- Jacomet et al. 2006 = S. Jacomet et coll., Bestimmung von Getreidefunden aus archäologischen Ausgrabungen, 2. éd. (Bâle 2006).
- Lambinon / Verloove 2012 = J. Lambinon / F. Verloove, Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des Régions voisines (Ptéridophytes et Spermatophytes), 6^e éd. (Meise 2012).
- Marinval 1999 = Ph. Marinval, Les graines et les fruits : la carpologie. In: A. Ferdière (dir.), La Botanique. Collection « Archéologiques » (Paris 1999) 105-137.
- Neef et al. 2012 = R. Neef / R.T.J. Cappers / R.M. Bekker, Digital Atlas of Economic Plants in Archaeology. Groningen Arch. Stud. 17 (Groningen 2012).
- Reille 1990 = M. Reille, Leçons de palynologie et d'analyse pollinique (Paris 1990).
- Théry-Parisot et al. 2009 = I. Théry-Parisot / L. Chabal / C. Delhon / V. Lebreton / S. Preiss / M. Tengberg / J. Wiethold, Paléobotanique et taphonomie. Rapport interne du Réseau Thématique Pluridisciplinaire (RTP) en Taphonomie (2007-2009) (Valbonne, Paris 2009).
- Verrecchia 2002 = E. Verrecchia, Géodynamique du carbonate de calcium à la surface des continents. In: J.-C. Miskovsky (dir.), *Géologie de la Préhistoire : Méthodes, Techniques* (Paris 2002) 233-251.

Adresses des auteurs

Henri-Georges Naton M. Sc.
Géoarchéon SARL
30, rue de la Victoire
F-55210 Viéville-sous-les-Côtes
geoarcheon@geoarcheon.fr
Equipe d'Ethnologie préhistorique UMR 7041, ArScAn

Dr. Julian Wiethold
Institut national de recherches archéologiques préventives (Inrap)
Direction interrégionale Grand-Est Nord
Laboratoire archéobotanique
12, rue de Méric
CS 80005
F-57063 Metz cedex 2
julian.wiethold@inrap.fr
UMR 6298 ArTeHiS, Dijon

Dr. Carole Vissac
Géoarchéon SARL
30, rue de la Victoire
F-55210 Viéville-sous-les-Côtes
carole.vissac@geoarcheon.fr

Dr. Julie Dabkowski
Laboratoire de Géographie Physique : environnements quaternaires et actuels
UMR 8591
1, place A. Briand
F-92195 Meudon cedex
julie.dabkowski@lgp.cnrs.fr

Dr. Thierry Dechezleprêtre
Conservateur en chef du patrimoine
Conseil départemental des Vosges
8, rue de la Préfecture
F-88000 Epinal
tdechezlepretre@vosges.fr
UMR 8546 ENS-CNRS

Muriel Boulen M.A.
Palynologue - Inrap
Institut national de recherches archéologiques préventives (Inrap)
Centre Archéologique
Abbaye Saint-Jean-des-Vignes
3, impasse du Commandant Gérard
F-02200 Soissons
muriel.boulen@inrap.fr
UMR 7209 Archéozoologie, Archéobotanique : Sociétés, Pratiques et Environnements