



HAL
open science

Mise en évidence d'une fosse à fumure du Haut-Empire au Pont-Chrétien-Chabenet (Indre)

Sandrine Bartholome, Morgane Liard

► **To cite this version:**

Sandrine Bartholome, Morgane Liard. Mise en évidence d'une fosse à fumure du Haut-Empire au Pont-Chrétien-Chabenet (Indre). *Revue Archéologique du Centre de la France*, 2019, 58. hal-02495829

HAL Id: hal-02495829

<https://hal.science/hal-02495829v1>

Submitted on 2 Mar 2020

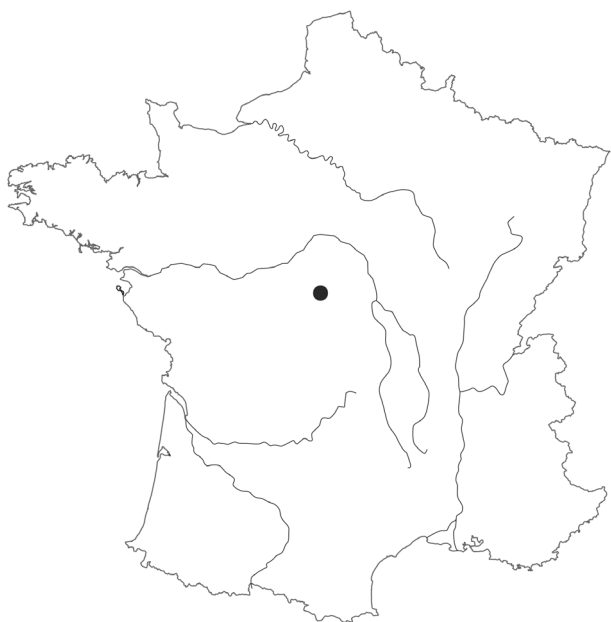
HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

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

Sandrine BARTHOLOME* et Morgane LIARD**



Mise en évidence d'une fosse à fumure du Haut-Empire au Pont-Chrézien-Chabenet (Indre)

HIGHLIGHTING OF A MANURING PIT DATED OF THE EARLY EMPIRE AT PONT-CHRÉTIEN-CHABANET (INDRE, FRANCE)

Mots-clés : Fosse à fumure, structure agricole, *pars rustica*, Haut-Empire, phosphore (P2O5).

Keywords: *Manuring pit, agricultural installation, pars rustica, Early Empire, phosphorus (P2O5).*

Résumé : C'est dans le cadre d'un diagnostic archéologique effectué sur la commune du Pont-Chrézien-Chabenet, dans l'Indre, qu'a été mise au jour une fumièrre ou fosse à fumure liée à une installation agraire dont la datation est comprise entre le I^{er} et le III^e s. de notre ère. Ces structures spécifiques de la *pars rustica* des *villae* antiques, directement liées aux nécessités d'amendement des terres cultivées, sont encore assez mal connues car rarement identifiées. Depuis quelques années, l'intérêt pour l'économie rurale antique et notamment l'organisation fonctionnelle des établissements a permis de s'interroger sur ces structures intimement liées à une pratique essentielle de l'économie agricole antique. Leur localisation et leur morphologie sont aujourd'hui mieux connues même si ces structures restent difficiles à appréhender. Pour la région Centre-Val de Loire, le corpus constitué de cinq établissements ruraux antiques (un en Indre-et-Loire, un en Eure-et-Loir, deux en Loir-et-Cher et un dans le Loiret) vient de s'enrichir d'une nouvelle découverte dans l'Indre. Cette contribution apporte, à un ensemble encore limité, la première fosse à fumure mise en évidence dans l'Indre dont le fonctionnement se situe entre la seconde moitié du II^e et le III^e s. de notre ère.

* Responsable d'opération, Inrap CIF, centre archéologique de Tours, 148 avenue André Maginot, 37100 Tours.

** Géomorphologue, Inrap CIF, centre archéologique de Saint-Cyr-en-Val, 525 avenue de la Pomme de Pin, 45590 Saint-Cyr-en-Val ; Université Clermont Auvergne, CNRS, GEOLAB, 63000 Clermont-Ferrand.

Pour citer cet article, utiliser la référence électronique :

S. Bartholome et M. Liard - Mise en évidence d'une fosse à fumure du Haut-Empire au Pont-Chrézien-Chabenet (Indre), *Revue Archéologique du Centre de la France* [En ligne], Tome 58 | 2019, URL : <https://journals.openedition.org/racf/>

Abstract: *It is within the work of an archaeological diagnosis carried out on the commune of the Pont-Chrétien-Chabenet, Indre, that was discovered a manure pit related to an agrarian installation whose dating is dated between the 1st and 3rd centuries AD. These specific structures of pars rustica of ancient villae, directly related to the need for amendment of cultivated land, are still poorly known because rarely identified. In recent years, interest in the ancient rural economy and in particular the functional organization of the settlements allowed to question about these structures closely linked to an essential practice of the ancient agricultural economy. Their location and their morphology are now better known even if these structures remain difficult to apprehend. About the Center-Val de Loire region, the corpus, including five ancient rural settlements (one in Indre-et-Loire, one in Eure-et-Loir, two in Loir-et-Cher and one in Loiret), is completed by a new discovery in the Indre. This contribution brings to a still limited set, the first manuring pit highlighted in the Indre whose working is dated between the second half of the second and 3rd centuries AD.*

CONTEXTE ARCHÉOLOGIQUE DE LA DÉCOUVERTE

1. ANALYSE DES DONNÉES ARCHÉOLOGIQUES : LES CARACTÉRISTIQUES ARCHITECTURALES ET MORPHOLOGIQUES DE LA FOSSE F54

- 1.1. L'aménagement des bords
de la fosse F54
- 1.2. La fosse F54
- 1.3. Les aménagements autour de la
fosse F54 et leur chronologie
- 1.4. Interprétation de la fosse F54

2. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

- 2.1. Résultats des analyses physico-
chimiques
- 2.2. Interprétation des résultats
des analyses physico-chimiques

CONCLUSION

■ BIBLIOGRAPHIE

CONTEXTE ARCHÉOLOGIQUE DE LA DÉCOUVERTE

Au mois de mai 2017, une opération de diagnostic archéologique¹ a été réalisée par l'Inrap, à la demande du service régional de l'Archéologie, sur la commune du Pont-Chrétien-Chabenet (BARTHOLOME *et al.* 2017). L'emprise de 50 400 m² est limitée au nord par une petite falaise dominant de quelques mètres la vallée de la Bouzanne. Cette situation privilégiée en surplomb de la vallée offre, dans sa partie ouest, un accès aisé à la rivière. Ce contexte topographique propice est à mettre en relation avec quelques abris sous roche. De plus, la vallée de la Bouzanne a livré des vestiges de carrières de pierres et une installation portuaire fluviale antique (PICHON 1995, 2002 ; COULON 2000). Il est communément admis que ces carrières ont servi à la construction du site d'*Argentomagus* distant de 6 km (DUMASY *et al.* 2010). Le diagnostic archéologique se situe entre le bourg, où des découvertes anciennes avaient livré quelques indices antiques, et une zone récemment urbanisée (zone pavillonnaire).

1. Cette opération s'est déroulée pendant treize jours et a permis de réaliser 29 tranchées de sondage ainsi qu'une douzaine d'extensions, soit 12,25 % de surface ouverte par rapport à la surface accessible. Elle a permis de mettre au jour 166 faits archéologiques.

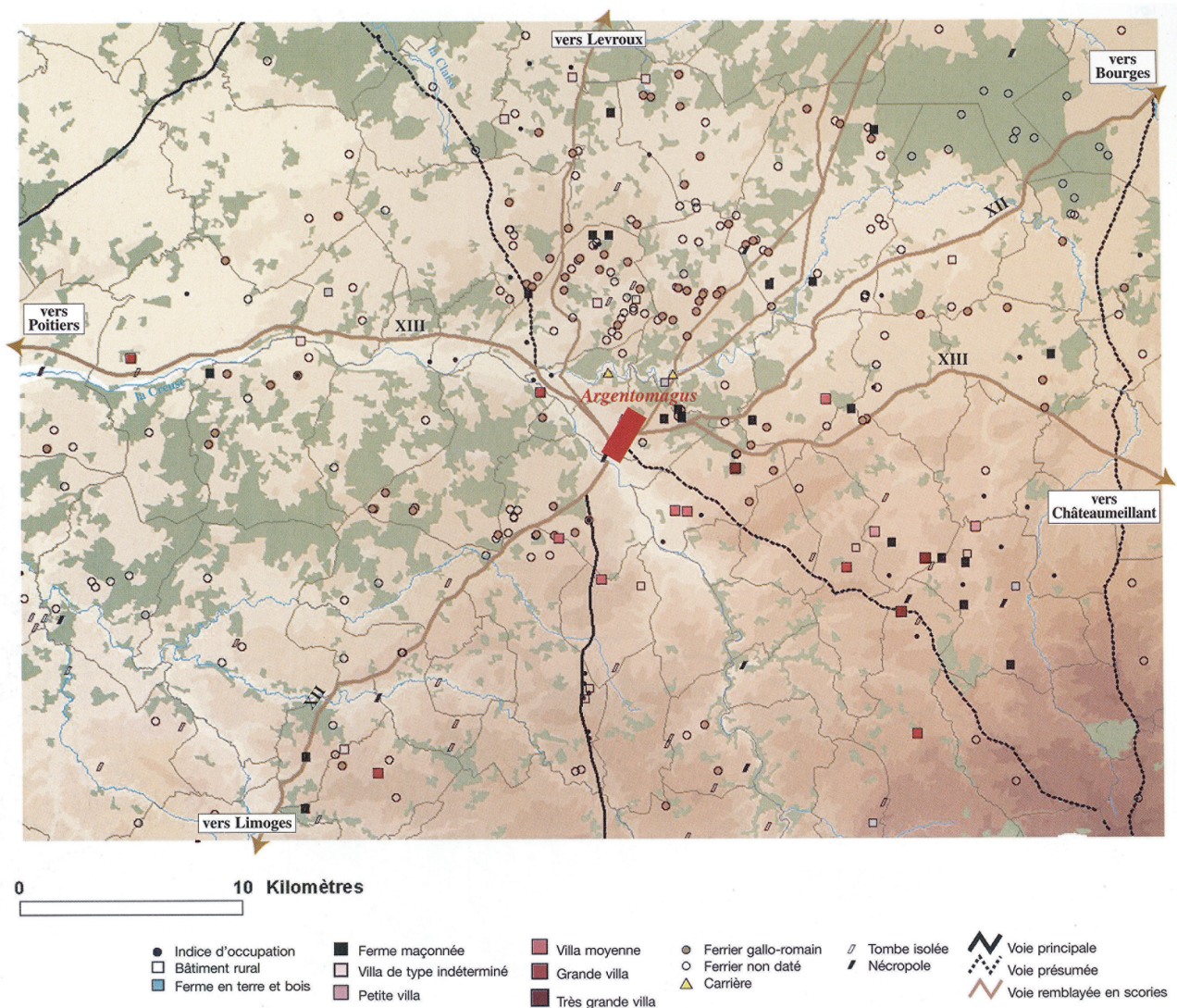


Fig. 1 - Carte de localisation du site dans son environnement topographique et archéologique (DUMASY et PAILLET 2002 : fig. 80).

Le diagnostic a mis en évidence une présence humaine quasi continue du Paléolithique jusqu'à l'époque antique, mais c'est uniquement l'installation comprise entre le I^{er} et le III^e s. de notre ère qui sera abordée ici (Fig. 1). Dans la partie sud de la zone médiane du diagnostic, une aire d'environ 3 500 m² concentre des vestiges gallo-romains. Cette occupation ne correspond qu'à une partie d'un ensemble plus vaste. Plusieurs fossés parcelaires organisent l'espace. Deux fossés, distants de 5 m, correspondent sans doute à des fossés bordiers. Ils délimitent un axe nord-sud vierge de toute structure qui correspond probablement à un chemin d'accès entre le plateau dominant la Bou-

zanne et le reste d'une occupation aujourd'hui sous la zone pavillonnaire récente.

De part et d'autre de cet axe se développent deux zones délimitées par les retours est et ouest des fossés bordiers du chemin. À l'ouest du chemin d'accès, une zone comprenant des fossés et quelques trous de poteau est difficilement qualifiable. À l'est, une vaste structure excavée à l'aménagement complexe (F54) est entourée de fondations de murs. D'autres faits archéologiques, périphériques à F54, suggèrent une organisation de l'espace l'entourant. Immédiatement au sud de cette fosse, le mur F63 partitionne la zone. À l'est on note une concentration de trous

de poteau suggérant la présence d'au moins un bâtiment. À l'ouest quelques rares trous de poteau et de petites fosses occupent l'espace. La structure F54, vaste fosse aménagée qui occupe une superficie de 120 m², retiendra notre attention. Sa morphologie, la complexité de ses aménagements ainsi que son comblement spécifique interrogent sur la présence d'une fumière ou fosse à fumure. Ces aménagements indispensables à l'agriculture, largement traités par les textes des agronomes antiques, restent encore mal documentés archéologiquement. Une synthèse récente (POITEVIN *et al.* 2017) répertorie et analyse les cinq occurrences identifiées lors de fouilles complètes d'établissements ruraux antiques dans la région Centre-Val de Loire. Certaines caractéristiques morphologiques et la dynamique de comblement de F54 ont conduit à envisager cette possibilité. Des prélèvements en vue d'analyse physico-chimiques ont été effectués afin de pouvoir confirmer ou infirmer cette hypothèse. Ces prélèvements ont ensuite été pris en charge par Morgane Liard qui en a géré le traitement et effectué leur interprétation. L'étude de la fosse F54, en analysant caractéristiques architecturales et le contenu organique de la structure, propose un nouvel éclairage sur l'identification de ces structures dans une phase précoce afin de permettre l'enrichissement d'un corpus encore trop limité.

1. ANALYSE DES DONNÉES ARCHÉOLOGIQUES : LES CARACTÉRISTIQUES ARCHITECTURALES ET MORPHOLOGIQUES DE LA FOSSE F54

1.1. L'aménagement des bords de la fosse F54

Par facilité, les structures décrites ici seront qualifiées de murs même si ces aménagements n'ont conservé que leurs niveaux de fondation en pierres sèches composés de blocs calcaires et de quelques blocs siliceux (galets) décimétriques liés par un sable brun (Fig. 2). Ces murs, même mal conservés, sont très visibles dans l'encaissant de grave orange. Ils ceinturent clairement une structure dont ils limitent le comblement final (US 1001). Dans un premier temps, le mur ouest (F119) et l'angle droit qu'il forme avec le mur nord (F111) ont été dégagés dans la tranchée 7. Deux tranchées complémentaires ouvertes perpendiculairement ont été réalisées afin de préciser les limites de la structure. Elles ont permis de

dégager en plan le mur nord (F111) et son angle nord-est, en pan coupé (F112), indiquant l'axe de la limite est de la fosse F54. La seconde tranchée a permis de retrouver le mur F132 (limite est) et le mur F123 (limite sud) de la fosse. F54 est donc apparue comme un fait quadrangulaire dont les pourtours sont systématiquement aménagés. Dans la tranchée 8, le mur F63, légèrement plus au sud, semblait prolonger l'axe du mur F132. Cependant, à la différence des murs F111 et F119, l'encaissant de grave orange apparaît de part et d'autre de ce mur (Fig. 3).

Ces murs sont ici décrits successivement. Le mur F119 correspond à la limite ouest de la fosse F54. Large d'environ 1 m à 1,20 m, il a été observé sur 11 m de longueur. Bien que son angle nord-est n'ait pas été entièrement dégagé, il forme un retour, visible dans la tranchée, avec le niveau de fondation F111.

Le mur F111 correspond à la limite nord de la structure. Il mesure 6,95 m de longueur observée pour environ 0,80 m de largeur. Dans cette même fenêtre, l'angle nord-ouest en pan coupé est également visible (F112). Le mur F112 mesure environ 1 m de largeur pour 3,70 m de longueur observée. Cet angle en pan coupé semblait pouvoir fonctionner avec l'axe du niveau de fondation F132 et F63 vu en tranchée 8.

Le mur limitant la fosse F54 à l'est est le mur F132. Son faible niveau de conservation n'a pas résisté au décapage mais il a été bien observé en coupe. Il mesure 0,74 m de largeur et est constitué d'un niveau de blocs calcaires décimétriques liés par un sable brun conservé sur 0,24 m de profondeur. Le creusement en cuvette de ce niveau de fondation est visible dans le substrat (US 1017). Situé dans l'axe de l'extrémité est du mur F112 (pan coupé) et du mur F63, le mur F132 semble parfaitement aligné avec F112. Le mur F132 apparaît nettement dans la coupe nord de la tranchée mais est absent de sa coupe sud. Cette absence est peut-être le témoin du faible niveau de conservation de la structure à cet endroit de son tracé ; elle peut aussi signifier qu'une interruption s'organise entre la tranchée 22 et la tranchée 8, afin de permettre une communication directe entre le fait F54 et le ou les bâtiments présents immédiatement à l'est. Les murs F112 et F132 ne fonctionneraient dans ce cas pas de façon directe avec le mur F63.

Le mur F123 marque la limite sud de l'aménagement. Contrairement aux autres murs dégagés directement sous la terre végétale, il apparaît sous

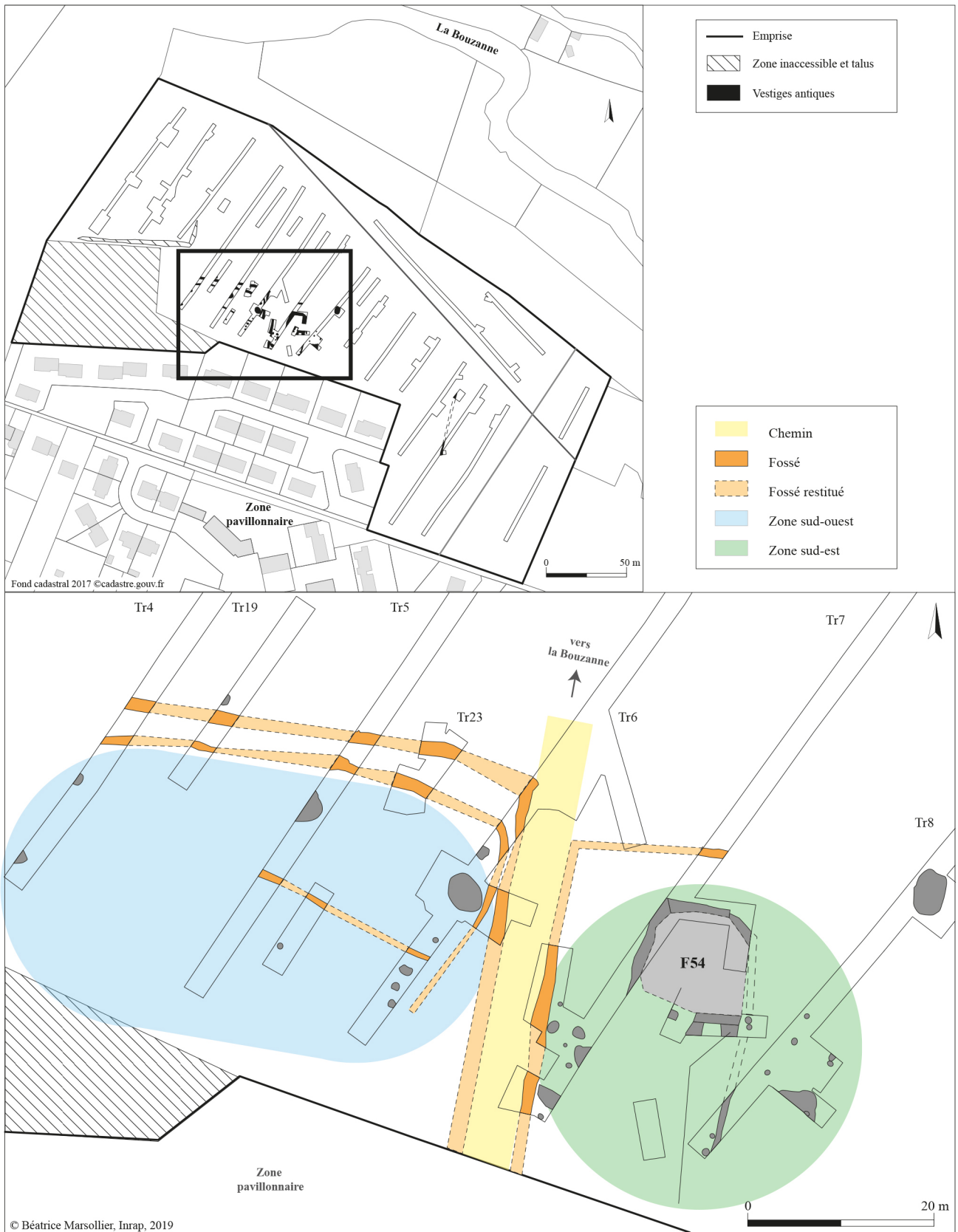


Fig. 2 - Plan général de l'opération avec localisation simplifiée de la zone antique sur l'emprise du diagnostic archéologique de la rue du Parc, Le Pont-Chrétien-Chabenet.

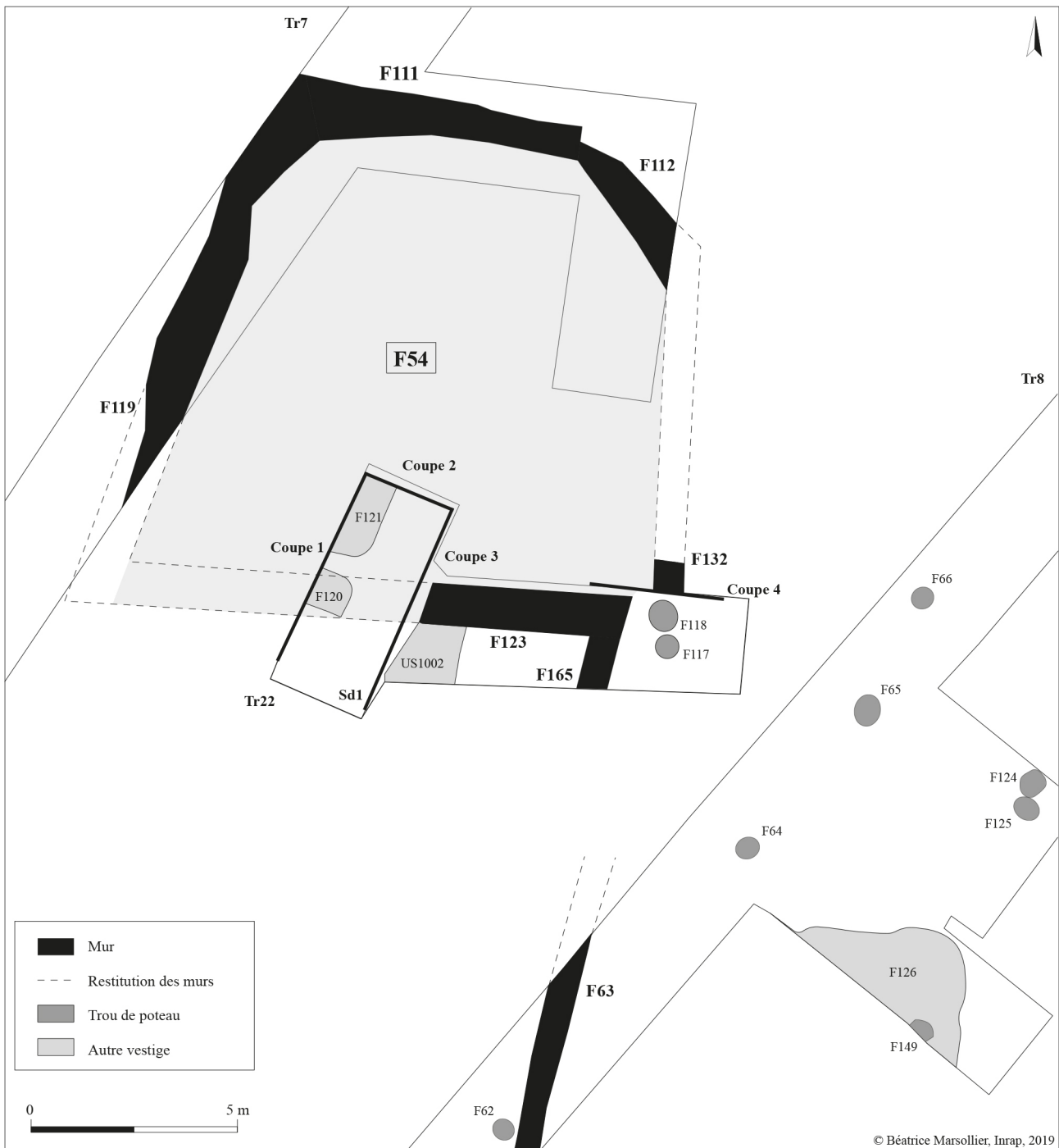


Fig. 3 - Plan simplifié de la fosse F54.

le niveau sédimentaire (US 1001) contenu par les autres murs ceinturant la fosse F54. Au nord de son tracé se trouvent les US de comblement de la fosse F54 alors qu'au sud de son tracé le substrat apparaît. Il mesure 0,70 m de largeur et a été

vu sur 7,58 m de longueur. La composition de ce niveau de fondation est un peu différente des murs précédents. En effet, des blocs calcaires de plus gros modules y sont présents. De même, aucune tranchée de fondation n'est visible en coupe.

Il a été installé sur le bord du creusement de la fosse F54. À ce stade des investigations, ce mur est le seul à être construit dans la fosse F54 alors que celle-ci est déjà en fonctionnement. En effet, il ne repose pas directement sur le creusement de la fosse mais sur un de ces niveaux de comblement (US 1005). Sans doute vient-il compléter le dispositif mis en place sur les trois autres côtés.

Bien que l'angle sud-ouest de la fosse F54 n'ait pas été dégagé en plan, la jonction du mur F123 et du mur F119 est envisageable, puisque le mur F123 se prolongeait vers l'ouest dans le sondage 1. En revanche, il a été constaté que le mur F123 ne fait pas jonction avec le mur F132. De même, F54 et le mur F132 ne sont pas accolés. Le mur F165, apparu au sud du mur F123 et correspondant aux vestiges d'un niveau de fondation parallèle au tracé du mur F63 mais distant d'à peine 0,50 m à l'ouest, semble indiquer une organisation particulière à l'est de la fosse F54.

La présence d'un pan coupé à l'angle nord-est de la structure F54, alors que l'angle nord-ouest est à angle droit, tend à laisser supposer une organisation plus complexe qu'il n'y paraissait au premier abord. Il ne s'agit pas d'un " simple " quadrilatère mais d'un espace organisé autour du creusement d'une fosse dont certains éléments sont peut-être préexistants.

1.2. La fosse F54

Cette structure est une excavation dont la présence est signalée par un vaste niveau sédimentaire, l'US 1001 qui la recouvre entièrement, ceinturé par des murs ou murets se détachant nettement du substrat environnant. Cette US homogène est un sable brun jaune contenant du cailloutis. Sur trois côtés elle est contenue par les fondations des murs F111, F112 et F119. En effet, au nord, à l'est et à l'ouest elle n'est présente qu'entre les fondations précitées. Au sud, une tranchée complémentaire ouverte d'est en ouest entre les tranchées 7 et 8, a montré que cette US se prolonge vers le sud, recouvrant le niveau de fondation de F123 qui limite la fosse F54 au sud.

En plan, la structure F54 délimite un espace quadrangulaire d'environ 11 m de côté, soit approximativement une superficie de 120 m². Un sondage a permis d'ouvrir une petite fenêtre d'exploration de la fosse F54. Celle-ci a mis en lumière la complexité d'occupation de la zone en révélant une série d'aménagements successifs.

F54 est excavée sur un minimum de 0,60 m de profondeur (Fig. 4). Le profil de son creusement (US 1019) montre des bords ouverts et un fond relativement plat. Au nord et à l'est du sondage, le creusement entame le substrat alors qu'à l'ouest il repose sur le comblement d'une structure excavée F121 (US 1004).

Le comblement de F54 est constitué de plusieurs niveaux sableux plus ou moins sombres contenant peu de mobilier souvent altéré et émoussé. L'US 1003, se développe sur une épaisseur de 0,30 à 0,40 m en moyenne. Ce comblement supérieur est un sédiment sableux brun sombre, homogène et meuble avec des inclusions de cailloutis calcaire. Il contenait quelques fragments de TCA et un peu de mobilier céramique altéré et émoussé, ainsi que quatre clous et un outil en fer dont la destination reste inconnue mais qui trouve une correspondance dans le mobilier en fer gallo-romain du Gué-de-Sciaux² (ENEAU 2002).

La céramique correspond à un lot homogène permettant une datation entre 150 et 299 après notre ère, malgré la présence d'un tessou résiduel du début du 1^{er} siècle³.

Sous ce niveau, l'US 1020 constituée d'un sédiment homogène et meuble de sable noir contenant un cailloutis calcaire, se développe sur 0,14 m d'épaisseur au maximum. Malgré sa couleur, cette US ne contenait pas de charbons⁴ et évoque davantage un comblement organique. Dans ce niveau aucun artefact n'a été mis au jour.

L'US 1006, d'environ 0,18 m d'épaisseur, repose directement sur le creusement de la fosse. Elle est constituée d'un sable homogène, brun gris contenant quelques galets. Sa composition semble être le résultat de la percolation de jus de décomposition. Un fragment de pot à lèvres triangulaire rainurée provient de cette US. Il est daté entre 150 et 299 ap. J.-C. (Fig. 5).

2. L'étude du mobilier métallique a été réalisée par Laurent Fournier.

3. L'étude du mobilier céramique antique a été réalisée par Alix Fourré.

4. Des prélèvements ont été effectués et 2 litres de sédiments de l'US 1020 ont été tamisés afin de vérifier la présence de charbons et/ou de battitures. Ce test s'est révélé négatif.



Fig. 4 - Vue des aménagements de la fosse F.54 dans son angle sud-est.

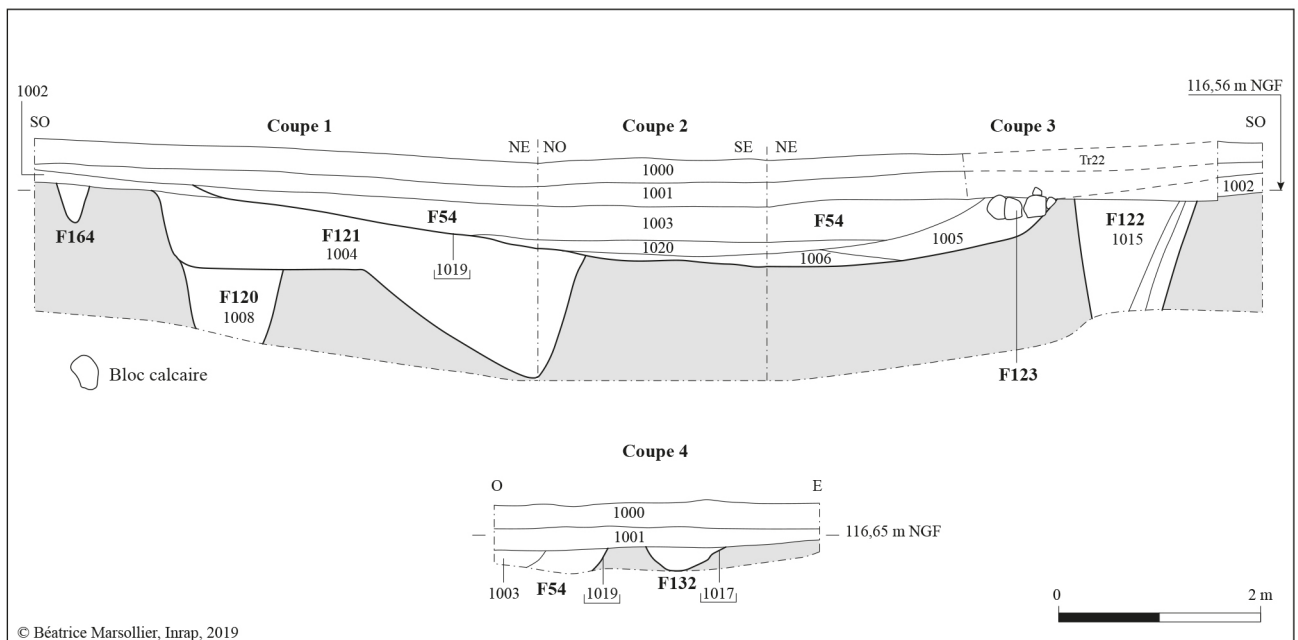


Fig. 5 - Coupes de la fosse F54.

1.3. Les aménagements autour de la fosse F54 et leur chronologie

La fenêtre d'exploration de la fosse, bien que volontairement limitée afin d'être la moins destructive possible en cas de fouille, a permis de découvrir des creusements multiples masqués à la fois par les vestiges de la fosse F54 et par l'US 1002, uniquement présente au sud de la structure, qui les recouvre en partie. Même si ce sondage s'est révélé insuffisant pour appréhender la totalité des aménagements de ce secteur, il a néanmoins permis de mettre en lumière les faits F164, F165, F120, F121, F122 et l'US 1002 qui permettent de proposer une chronologie relative de l'aménagement de cette zone et de la fosse F54.

F164 n'a été vu que dans la coupe ouest du sondage 1. Il pourrait s'agir d'un trou de poteau. Il a un diamètre estimé d'environ 0,30 m et une profondeur conservée de 0,36 m. Son fond est en cuvette et ses parois sont peu évasées. Son comblement est constitué d'un remplissage unique (US 1010) de sable peu argileux brun contenant quelques blocs calcaires, du gravier et de rares galets.

F165 est particulièrement mal conservé et se présente plus comme une tranchée de fondation ou de récupération que comme un niveau de fondation à proprement parler. Il apparaît au sud de F123 et semble avoir un tracé plus ou moins parallèle à F63. Il n'a été vu que sur une petite longueur et ne serait distant de l'axe de F63 que d'une cinquantaine de centimètres à l'ouest.

Le fait F120 se voit nettement dans la coupe SO-NO du sondage 1. Sa forme en plan ne peut être définie. Son fond n'a pas été atteint mais son creusement a été observé sur 0,74 m de profondeur. Ses parois sont peu évasées et sa largeur à l'ouverture est de 0,70 m. Il possède un comblement unique, l'US 1008, constitué d'un limon sableux homogène, brun clair avec des gravillons. Aucun artefact n'a été découvert.

La structure F121 recouvre la structure F120. La fosse F121 n'a été vue que dans les coupes ouest et nord du sondage 1. Sa forme et ses dimensions en plan sont donc inconnues. Le profil de son creusement est irrégulier, au sud il a un bord légèrement évasé marquant un replat à une profondeur de 0,76 m. Deux mètres plus au nord, le creusement de la fosse plonge progressivement. Le sondage mécanique a atteint le fond de la structure à 2,10 m de profondeur. Dans la

coupe nord, le bord du creusement se détache nettement du substrat. Il remonte sans palier avec une paroi très peu évasée. Le comblement de cette fosse (US 1004) est constitué d'un amas de blocs décimétriques très aérés contenant un peu de sédiment brun homogène et meuble. Ce comblement, tout comme l'encaissant naturel de la fosse F54, est drainant. Les ruissellements ponctuels ne peuvent y stagner.

La fosse F121 se trouve à la fois sous l'US 1002 et sous le creusement de la fosse F54.

L'US 1002, constituée d'un limon sableux homogène et brun avec des inclusions de cailloutis contenait de la TCA et quelques blocs calcaires, ainsi que quelques tessons émoussés et/ou altérés. Cette US n'est présente qu'au sud du mur F123 et à l'ouest du fait F165. Elle masquait le trou de poteau F164, le fait F122 et recouvre en partie le comblement de la fosse F121 avant d'être recoupée par la fosse F54.

Le fait F122 se voit nettement dans la coupe SE-NE. Un rapprochement entre F122 et F120 est envisageable car leur profil et leur comblement sont en partie semblables. En effet, l'US 1015 est un limon sableux homogène, brun clair avec des gravillons similaires à l'US 1008 du fait F120. Même si son fond n'a pas été atteint, il a été observé sur 1,16 m de profondeur. Ses parois sont peu évasées et sa largeur à l'ouverture est de 1 m. Il possède un comblement plus complexe. En plus de l'US 1008, deux complements latéraux sont présents le long de sa paroi sud-est. L'US 1013 est directement en contact avec la paroi. Il s'agit d'un sable argileux homogène orangé avec de rares gravillons. L'US 1014 est un mélange de sable brun gris et de cailloutis. Aucun artefact n'a été découvert dans ces US. Contrairement au fait F120 qui est entièrement recouvert par l'emprise de la fosse F54, F122 se trouve hors de son emprise de surface, au sud du mur F123. Il est cependant entièrement recouvert par l'US 1002.

La chronologie relative des aménagements permet de distinguer différentes étapes dans l'implantation des structures de ce secteur. Cela permet d'envisager plusieurs phases d'utilisation de cet espace complexe.

Les fosses F120, F122 sont les premières installations, de même que le trou de poteau F164. Malheureusement, aucun mobilier archéologique n'a été découvert dans ces structures.

Dans une seconde phase d'aménagement, la structure F120 est recouverte par la fosse F121. Cette dernière est partiellement scellée par

l'US 1002 qui se superpose également à la structure F122. Pour cette seconde phase, l'US 1004 provenant du fait F121 a livré neuf tessons dans un état de conservation moyen et l'US 1002 neuf tessons émoussés et/ou altérés. Ils offrent une fourchette de datation large allant du I^{er} au III^e s. ap. J.-C.

Le mobilier céramique provenant du comblement de la fosse F121 donne une fourchette chronologique de 50 à 299 ap. J.-C., alors que celui provenant de l'US 1002 donne une fourchette de 1 à 299 ap. J.-C. La fourchette chronologique est certes large, du I^{er} au III^e s., mais elle est à pondérer avec la chronologie offerte par la fosse F54.

Dans un troisième temps, la fosse F54 est aménagée et commence à être utilisée (US 1006). Lors de sa réalisation, son creusement recoupe l'US 1002 et s'installe sur la fosse F121. Dans le niveau sédimentaire recouvrant le fond de la fosse (US 1006), de la terre cuite architecturale (TCA) et de la céramique datée de 150 à 299 av. J.-C. ont été découvertes. La fosse commence donc à fonctionner au plus tôt vers le milieu du II^e s. de notre ère.

Les bords de la fosse F54 sont ensuite aménagés au moins en partie. En effet, rien ne permet d'affirmer que tous ces aménagements sont simultanés. Certains étaient peut-être préexistants, d'autres spécialement réalisés. Rien n'exclut l'hypothèse que le mur F132 (limite est) ait pré-existé à l'entrée en fonction de la fosse. La tranchée 22 a révélé que le creusement de la fosse F54 (US 1019) n'est pas jointif de la fondation du mur qui la limite à l'est. Ce niveau de fondation F132 semble pourtant participer à son aménagement et l'angle nord-est en pan coupé (F112) est peut-être le témoin d'une réutilisation partielle. Il est au moins certain que le mur F123, posé sur les niveaux inférieurs du comblement de F54, a été réalisé après la mise en fonction de la structure. En effet, le mur F123 qui borde la fosse F54 au sud, est implanté dans un niveau sédimentaire (US 1005) qui s'intercale entre les US 1006 et 1020. Cette US 1005 est équivalente à l'US 1018 présente dans la coupe nord de la tranchée 22.

Ces deux informations témoignent que le creusement de la fosse et l'aménagement de ses abords ne sont pas simultanés. La structuration de l'espace autour de F54 se met en place progressivement. Une installation préexiste à la réalisation de la fosse F54. Des éléments ont été comblés, d'autres ont pu être utilisés et de nouveaux aménagements ont complété l'ensemble.

Une attention particulière doit être portée sur la partie est de la tranchée 22. Cette zone a livré plusieurs informations. Il a été observé que les murs F123 et F132, formant les limites sud et est de la structure F54, ne sont pas jointifs. De même, le mur F123 semble faire un retour vers le sud avec le mur F165. Au sud du mur F123, les vestiges du niveau de fondation F165 parallèle au tracé de l'axe du mur F63 sont à peine distants de 0,50 m à l'ouest de cet axe. Le mur F132, coupé à cet endroit, semble témoigner de la limite est de la structure F54, au moins dans la coupe nord. Il serait parfaitement dans l'axe du mur F63 présent plus au sud dans la tranchée 8. Pourtant, le mur F132 est absent de la coupe sud, il ne fait donc pas jonction avec le mur F63. De plus, à l'emplacement de cette lacune du mur deux trous de poteau ont été découverts, F117 et F118. Ils peuvent appartenir à un aménagement antérieur à la fosse F54 mais il peut aussi s'agir d'un aménagement entre les murs F132 et F63. Le trou de poteau F117 a d'ailleurs livré de la céramique offrant la même fourchette chronologique que la fosse F54.

Tous ces indices pourraient suggérer qu'un aménagement particulier ouvre l'espace de la fosse F54 vers l'est où se situe le ou les bâtiments sur poteaux repérés ainsi que le mur F63. Dans cet ensemble, en plus du trou de poteau F117, seul le trou de poteau F65 a livré du mobilier céramique qui offre lui aussi une fourchette de la seconde moitié du II^e s. au III^e s.

1.4. Interprétation de la fosse F54

Quelques hypothèses peuvent être d'emblée écartées. La superficie (120 m²) de la structure permet d'éliminer la possibilité d'un cellier ou d'une cave. Une fosse d'extraction n'est pas plus envisageable car le profil de son creusement n'est pas cohérent avec cette activité et une partie de cet aménagement est installée sur de précédentes structures comblées (F120, F121, F122 et F164).

De même, une structure en eau ne peut pas être envisagée au vu de la nature du substrat et de l'absence d'apprêtage des murs et du fond. Il ne peut donc pas s'agir d'une mare, d'un bassin ou de toute autre structure destinée au stockage même provisoire d'eau.

La morphologie de cette fosse, l'aspect organique de son comblement et la pauvreté de son mobilier ont conduit à un questionnement spéci-

fique sur les structures agricoles communément nommées fosse à fumure. D'après Columelle, ces fosses " à engrais [...] seront, comme les piscines, creusées dans un sol légèrement incliné, murées et pavées " (Columelle, I, 6). Les dimensions, le profil, le comblement et les aménagements de murs ou murets bordant la fosse F54 sont compatibles avec la description de l'agronome antique et ce type de vestige déjà mis en évidence en région Centre-Val de Loire (POITEVIN *et al.* 2017). Les fouilles de structures de ce type révèlent souvent des aménagements plus ou moins complexes " [qui] regroupent de nombreux aménagements internes, et parfois (...) empruntent des éléments de structures antérieures. [Les] parois sont (...) évasées dans un substrat tendre (...) [et] le pourtour du creusement est systématiquement empierré de manière plus ou moins sommaire [pour limiter] l'érosion des parois entraînée par les intempéries, les nettoyages successifs et les allées et venues " (POITEVIN *et al.* 2017 : 299). Columelle précise également qu'il " n'ignore pas qu'il est des lieux dans lesquels on ne saurait avoir ni bestiaux ni volailles ; cependant il faut qu'un cultivateur soit bien négligent, si, même dans un tel endroit, il manque de fumier. Ne peut-il pas recueillir des feuilles quelconques, et le terreau qui s'accumule au pied des buissons et dans les chemins ? Ne peut-il pas obtenir la permission de couper de la fougère chez son voisin, auquel cet enlèvement ne fait aucun tort, et la mêler aux immondices de la cour ? Ne peut-il pas creuser une fosse pour recevoir les engrais, ainsi que nous l'avons prescrit dans notre premier livre, et y réunir la cendre, le dépôt des cloaques, les chaumes et les balayures ? " (Columelle, II, 15). Ces fosses sont donc destinées à recevoir l'ensemble des déchets organiques produits par un établissement agricole.

Le comblement de cette structure excavée semblant organique, des prélèvements en vue d'analyses physico-chimiques ont été réalisés. Les échantillons analysés sont au nombre de huit. Les deux échantillons de référence, l'un provenant de l'horizon de labour actuel et l'autre du substrat géologique ont été prélevés dans les secteurs du site les moins touchés par l'anthropisation. Six échantillons ont été effectués dans le comblement de la structure, de l'horizon de labour actuel au substrat, en prélevant chaque US identifiée. Les délais de rendu de rapport inhérents à un diagnostic archéologique ont conduit à choisir un laboratoire d'analyse ne proposant pas la méthode d'analyse du phosphore privilégiée lors de l'étude de

ces structures (méthode Mikkelsen⁵ ; MIKKELSEN et LANGOHR 1996). Par ailleurs, la granulométrie⁶ des sédiments n'a pas été effectuée. Les analyses ont été réalisées par le Laboratoire d'Analyses des Sols d'Arras qui a mesuré pour chacun des prélèvements le carbone organique, l'azote total, le pH, le potassium échangeable, le calcaire total et le phosphore organique uniquement. Ces analyses ne permettent pas de définir la nature exacte des déchets (origine animale, végétale ou mixte) ni la rythmicité des dépôts, mais bien le degré d'anthropisation du sédiment s'illustrant par un enrichissement en matières organiques. Par matières organiques, on entend l'ensemble des rejets domestiques organiques (résidus alimentaires, de découpe de boucherie, de latrines, etc.) et ceux liés aux activités agricoles (fumiers animaux, déchets de coupe de bois, d'élagage, etc.). Enfin, le protocole d'analyse de l'élément phosphore n'étant pas le même que celui mis en place lors des fouilles ayant conduit à l'identification d'autres structures archéologiques de type fumières de la région, et le substrat variant également, l'échantillonnage vaut pour une étude relative des résultats sur ce site. Ils resteront difficilement comparables aux résultats des études déjà menées, même si ces dernières seront évoquées dans l'interprétation. Cependant, ces analyses permettent une première caractérisation en signalant un lieu de déversement des déchets.

5. La méthode dite " Mikkelsen " permet d'obtenir les mesures du phosphore total (Pt) et du phosphore inorganique (Pi), ainsi que du phosphore organique (Po) par la soustraction des deux premiers résultats et en effectuant une extraction à l'acide sulfurique. Cette méthode est employée par d'autres collègues en France (DEVOS, FECHNER et MIKKELSEN 2011 : 22) et permet, pour des sites aux contextes physico-chimiques similaires, des comparaisons possibles à l'avenir.

6. L'étude granulométrique permet de caractériser les familles sédimentaires et la rythmicité des dépôts.

2. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Morgane Liard

2.1. Résultats des analyses physico-chimiques

Numéro	pH	Calcaire total (CaCO ₃) g/kg	K échangeable, mg/kg	C, g/kg	N, g/kg	C/N, g/kg	Matières organiques, g/kg	Po (P ₂ O ₅), mg/kg
TR 26 TV PR9	4,88	<1	74	10,1	1,04	9,7	17,4	681
F54 SD1 US1001 CPB PR2	7,81	7	37	5,33	0,58	9,2	9,23	548
F54 SD1 US1003 CPB PR3	8,46	18	369	6,59	0,61	10,8	11,4	549
F54 SD1 US1020 CPB PR4	8,47	13	277	8,51	0,83	10,3	14,7	605
F54 SD1 US1006 CPB PR5	8,39	1	166	2,78	0,26	10,7	4,81	261
F121 SD1 US1004 CPA PR7	8,15	14	391	5,32	0,51	10,4	9,21	391
F121 SD1 CPA TN PR8	8,38	8	45	2,9	0,37	7,8	5,02	313
TR 26 TN PR10	5,44	<1	115	2,7	0,31	8,7	4,66	247
Médiane	8,3	10,5	140,5	5,3	0,5	10,0	9,2	469,5
Moyenne	7,5	10,2	184,3	5,5	0,6	9,7	9,6	449,4

Tabl. 1 - Tableau des analyses physico-chimiques.

Dans un premier temps, les résultats du pH peuvent être observés. Le pH varie généralement en fonction des caractères pédogénétiques des horizons de sols, influencés par le matériau parental, entre autres. Un sol argileux et enrichi en matières organiques présentera peu de variations de son pH dans le temps, en relation avec les propriétés texturales du sol. Un sol sur substrat calcaire présentera des pH proches de 8, basiques, contre des pH neutres ou acides sur sols dégradés ou sur la plupart des matériaux peu argileux, sinon sableux. En contexte archéologique, le pH peut être influencé par les apports d'origine anthropique et devient plus alcalin en leur présence, en raison de l'augmentation de la teneur en cations notamment (BIRKELAND 1999 ; HOLLIDAY 2004), observation qui peut être couplée à celle de la CEC, mais celle-ci n'a cependant pas été testée à Pont-Chrétien. Les résultats obtenus montrent un pH acide pour l'horizon de labour actuel, une acidité d'origine peut être organique (cf. le taux élevé de C et de MO), alors que le substrat est peu acide, l'ensemble des US archéologiques et le prélèvement du TN n° 8 étant quant à eux nettement basiques. La médiane de la série est donc logiquement à 8,3. L'influence des apports anthropiques pourra être discutée en fonction des autres résultats et des caractéristiques macroscopiques des US.

Les résultats du calcaire total (CaCO₃) oscillent entre <1 et 18 g/kg, la médiane étant à 10. Si l'horizon de labour et le substrat ne contiennent pas ou peu de calcaire, trois US présentent des taux élevés allant de 13 à 18, dont deux sont associés à des pH élevés, basiques pour les prélèvements 3 et 4 (US1003 et 1020). Il est par ailleurs intéressant de noter la similitude des variations relatives de la série pour les taux de potassium échangeable et de calcaire, qui interroge la relation de ces deux éléments.

Le potassium échangeable (K) présente des taux entre 37 et 391 mg/kg, pour une médiane à 140. Les prélèvements 3 et 7 présentent les plus forts taux, 369 et 391 mg/kg, alors que le labour actuel a un taux faible de 74 mg/kg et le substrat un taux moyen de 115. Rappelons que l'intérêt de la mesure du potassium, outre le fait qu'il constitue un indicateur général d'activités humaines, réside dans l'identification de la présence ou l'absence de cendres de bois (SCHULDENREIN 1995 ; ENTWISTLE *et al.* 2000), le potassium étant aussi associé aux surfaces de sol brûlées et aux restes animaux ou humains décomposés dans le sol (HOLLIDAY 2004).

Le carbone organique (C), associé à la mesure de l'azote (N), permet d'obtenir le rapport C/N, qui révèle la plus ou moins bonne décomposition de la

matière organique, selon que les mesures sont < à 8-9 ou > à 9. Le carbone renseigne généralement sur la quantité de matières organiques contenues dans les sols, mais illustre aussi la présence de matières carbonées, tels les charbons de bois. En contexte archéologique, les taux dépassent fréquemment les 9 g/kg de C, en relation avec les apports d'origine anthropiques et les recouvrements rapides associés aux mouvements volontaires de matériaux. Les résultats de C sont fréquemment associés à ceux de la quantité de matières organiques, logiquement. Ainsi, c'est le cas à Pont-Chrétien, les taux de C varient entre 2,7 (le substrat) et 10 g/kg, mais ce taux est extrême et uniquement associé au labour actuel, la médiane étant de 5,3. Là encore les prélèvements 3 et 4 (US 1003 et 1020) se démarquent par des taux élevés. Ils se retrouvent dans le C/N ainsi que dans l'évaluation de la quantité de matières organiques. Le rapport C/N permet d'isoler les prélèvements 3, 4, 5 (F54) et 7 (F121) : les taux de C/N observés, supérieurs à 10, traduisent outre le caractère très anthropisé des matériaux, la mauvaise décomposition de la matière organique, stoppée dans ce processus pédologique par des apports réguliers et/ou un scellement par la mise en place d'une nouvelle couche de matériaux. En surface en revanche, (exemple de l'US 1001, PR2, située juste sous l'horizon de terre végétale actuelle), les matériaux ont évolué vers des taux entre 9 et 10, en relation avec une activité pédologique de surface et une décomposition de la matière organique plus accentuée (NORNBERG et DALSGAARD 1982).

Enfin, le phosphore organique (Po) apporte un ultime élément à la réflexion relative à la présence et l'importance de matières organiques, sans toutefois pouvoir en comparer les résultats aux taux de phosphore total (Pt) et de phosphore inorganique (Pi), incluant le phosphore minéralisé, qui n'ont pas été analysés. Rappelons que le Po mesuré sur les échantillons de Pont-Chrétien correspond à une mesure selon la méthode de l'INRA SOL-0609 et que nous ne savons pas si ces taux peuvent être comparés, en contextes physico-chimiques similaires, à ceux obtenus par la méthode Mikkelsen. L'extraction est faite dans les deux cas à l'acide sulfurique (H₂SO₄), mais la méthode Mikkelsen obtient le Po par soustraction des mesures initiales de Pt et Pi. Les résultats de Po sur la série étudiée varient entre 247 et 681 mg/kg, pour une médiane de 469. Le substrat a un taux faible de 247 mg/kg, alors que le labour, qui contient de la matière organique " fraîche " a un taux de 681 mg/kg, sans surprise. Ainsi, se démarquent trois US correspondant aux prélèvements

n^{os} 2, 3 et 4, qui comprennent beaucoup de Po (taux supérieurs à la médiane), observation confirmée par les taux de C et de Mo, surtout pour les n^{os} 3 et 4 (US 1003 et 1020).

2.2. Interprétation des résultats des analyses physico-chimiques

À la fois les C/N élevés, supérieurs à 10, l'importance de la matière organique et les pH basiques de 8,4 se conjuguent pour confirmer la présence de matériaux enrichis en résidus organiques, d'origine anthropique vraisemblablement, dans les US du comblement de F54. Pour comparaison, à Mer "Beaudisson" la médiane des taux de Po était de 186 mg/kg (pour une trentaine d'échantillons) et, à Mer "la Gueule" de 138, contre 469 à Pont-Chrétien mais les conditions physico-chimiques différentes des sites de Mer et de Pont-Chrétien ne permettent pas de comparer leurs taux de Po, outre la différence de méthode d'analyse du phosphore déjà évoquée. En revanche, les rapports C/N des trois sites sont proches de 10 sinon > à 10, en relation avec des matériaux anthropisés. Les rapports se révèlent de bons moyens de comparaison des données entre sites, le rapport P_{tot}/P_{org} a ainsi fréquemment été utilisé par certains auteurs en contexte d'occupations archéologiques (MACPHAIL *et al.* 2000), ainsi que le Po/Pi par moi-même pour évaluer rapidement l'importance du Po par rapport au Pi.

Les échantillons étudiés proviennent à la fois des fosses F121 (PR7 et 8) et F54 (PR3, 4 et 5). La fosse F121 se développe sous F54 et est représentée par l'échantillon 8, considéré comme le substrat et le 7 (US 1004), issu du comblement de la fosse. Ce comblement est très grossier et constitué de blocs calcaires d'après les observations macroscopiques, caractéristique illustrée dans les résultats par un taux de calcaire élevé. Il est également associé à un taux de potassium échangeable élevé pour la série étudiée. Ces caractéristiques sont comparables à celles de l'US1003, PR3, de F54, qui contient un cailloutis calcaire et qui présente par ailleurs des taux élevés de Po et de matières organiques. Il est possible de questionner la nature archéologique des US 1020 et 1003, PR4 et 3 : il peut s'agir de rejets de matériaux très organiques, scellés par le dépôt de l'US 1001. Cette US a évolué en surface, expliquant ses taux de C, C/N et MO associés à une meilleure décomposition et donc minéralisation de la matière organique que les US sous-jacentes. Pour F121, notons que la moindre importance du Po, en

comparaison des autres résultats de la série, fait de l'US de comblement très calcaire 1004 un remblai certes enrichi en matières organiques mais n'ayant pas *a priori* les caractéristiques d'une US à vocation initiale de "compostage" de rejets organiques.

L'hypothèse de "fumière", au sens d'espace dévolu un temps au compostage de matières organiques est vraisemblable au regard des caractéristiques physico-chimiques des US du comblement de F54. Quant à l'origine des matières organiques, elles peuvent être excrémentielles mais pas uniquement. Les exemples des sites de Mer montrent la variabilité des contenus et l'absence d'indices prégnants parfois de résidus de fumiers : malgré l'impression de terrain de grande homogénéité, ces matériaux présentent des faciès différents au sein des US mêmes, liés aux pratiques de "compostage" ou de gestion de la fumure. L'approche pratiquée à Pont-Chrétien reste donc limitée et ne permettra pas d'affiner la réflexion relative à la nature première des matières organiques.

CONCLUSION

Les analyses effectuées ne permettent pas de discriminer les multiples origines possibles des dépôts en accord avec les textes antiques, très clairs sur cette pratique. Columelle indique que le fumier peut être à la fois animal et humain et que l'on peut y ajouter "toutes sortes de feuilles, couper les buissons, ratisser des herbes et enlever des fougères. On peut y jeter des cendres, le curage des fossés, des égouts, le chaume, et en général tout ce que l'on balaye dans les bâtiments" (COLUMELLE, II, 14). À moins de rencontrer des écofactes signifiants (tels que parasites ou graines caractéristiques), il est impossible d'élaborer un raisonnement sur la présence d'un cheptel, sur un type d'élevage ou de culture. On peut cependant s'interroger sur les rapports entre l'amendement et le terroir, sur la gestion agraire et son rapport à l'économie ou encore obtenir des informations sur la morphologie du site antique du Pont-Chrétien-Chabenet.

Pline l'Ancien, dans son *Histoire Naturelle*, indique un vaste ensemble de cultures nécessitant l'amendement des terres, des productions céréalières et vivrières en passant par les vergers et les prairies (Pline l'Ancien, XVII, 8). La différence de tonnage est certes liée à la qualité de la terre à amender mais aussi aux différentes cultures pratiquées. Dans un article récent, Nicolas Poirier et

Laure Nuninger se livrent à un calcul d'estimations permettant de restituer les besoins d'amendement des terres par jugère⁷ puis par hectare d'après les textes de Columelle et de Pline l'Ancien (POIRIER et NUNINGER 2012 : 18). Les fourchettes sont de 14,4 à 25,2 t par ha pour Pline l'Ancien et 19,2 à 33,6 t par ha pour Columelle. Sachant qu'1 m³ de fumier pèse environ 600 kg et que la fosse F54 a une capacité de 72 m³, elle était en mesure de fournir 43,2 t d'amendement pour les terres agricoles. Si l'on estime qu'une seule collecte de fumier est effectuée par an, elle est en capacité d'enrichir les sols de 1,5 à 3 ha environ.

Il ne faut pas perdre de vue que, même si la pratique est générale dans l'Antiquité, son coût est relativement élevé. Nicolas Poirier et Laure Nuninger indiquent que, d'après Pline l'Ancien, une charretée de fumier (soit environ 500 kg) coûte 16 as alors que le cadastre B d'Orange indique que la location de terres s'effectue à une moyenne de 4 as au jugère. Il faut justement 500 kg de fumier pour amender un jugère (POIRIER et NUNINGER 2012 : 18). Ces informations permettent de restituer l'énorme valeur marchande de ces résidus organiques transformés, devenant " de véritables produits commercialisables " (POITEVIN *et al.* 2017 : 286).

La fosse F54 représente une source de revenus mais elle offre un prisme de lecture trop restreint pour évaluer l'étendue d'un terroir. En effet, à cet amendement organique, il faut également ajouter d'autres sources d'enrichissement des terres. Les déjections animales peuvent être directement répandues sur les parcelles par la pratique du pacage, les animaux étant placés sur une jachère. De même, l'amendement minéral se pratique régulièrement en fonction des carences du sol liées à l'exploitation agraire (POIRIER et NUNINGER 2012 : 13-14). La fosse F54 est en capacité d'enrichir de 1,5 à 3 ha environ et Pierre Ouzoulias estime la production nécessaire de blé nu à 4 ha par an dans la configuration de l'exploitation théorique, c'est-à-dire pour une exploitation faisant vivre deux adultes, deux adultes âgés et deux jeunes adultes (OUZOULIAS 2006).

La fosse F54 éclaire davantage sur la morphologie du site antique du Pont-Chrétien-Chabenet. Les textes des agronomes antiques préconisent une proximité entre fumière, habitat et étable. Varron précise que " pour ménager les bras, la fosse à fumier doit être à proximité de la ferme " (Varron, *Res*

rustica, I, 38). La présence d'une fosse destinée à la collecte et au stockage des déchets organiques renseigne sur la présence de la *pars rustica* d'une simple exploitation familiale ou d'une *villa*. De même, toutes les structures répertoriées en région Centre-Val de Loire sont situées dans la *pars rustica* des établissements fouillés, à l'exception de l'établissement rural de " Villeneuve ", à Poupry dans le Loiret, où elle est située dans l'enclos principal. Au Pont-Chrétien-Chabenet, comme à Poupry, ou à la " Chapelle Saint-Nicolas " à Saint-Brice-sous-forêt dans le Val-d'Oise, elle est située à proximité d'un bâtiment sur poteaux (POITEVIN *et al.* 2017 : 297). De plus, la grande capacité d'élaboration et de stockage de cette fumière est comparable aux capacités des fosses du site de " la Gueule II " à Mer, proche des 80 m³ (COUVIN 2014) et d'une des fumières du site des " Petites Vallées " à Ymonville de 70 m³ (POITEVIN *et al.* 2017 : 299) (Fig. 6).

En plus de permettre la compréhension de la structuration de l'espace et de l'organisation des implantations agricoles antiques, une fumière de par son importance dans l'économie agraire antique n'est pas une structure anodine. La transformation des déchets indispensable au maintien ou/et à l'amélioration des rendements agricoles a une fonction économique essentielle. Tous les exemples connus à ce jour en région Centre-Val de Loire sont datés des II^e et III^e s., hormis celle de " Beaudisson " à Mer un peu plus tardive (III^e-IV^e). Elles concordent avec la datation de la seconde moitié du II^e s. au III^e s. de la fumière découverte au Pont-Chrétien-Chabenet. Ces exemples témoignent-ils d'un changement des pratiques agricoles en région Centre-Val de Loire au tournant du II^e s. ou sont-ils le reflet d'une méconnaissance des fumières antérieures et/ou postérieures ? Aussi anecdotique que pourrait paraître la présentation de ce type de découverte dans le cadre d'un diagnostic archéologique, elle enrichit un corpus encore très limité en région Centre-Val de Loire en apportant un premier exemple dans l'Indre. La reconnaissance des caractères morphologiques de ces structures, confirmés par la mise en œuvre d'analyses, est donc essentielle à l'enrichissement d'une problématique plus globale permettant à la fois d'envisager l'organisation et/ou la standardisation des aménagements des établissements ruraux (POITEVIN *et al.* 2017 : 299, FERDIÈRE *et al.* 2017 : 166) mais aussi d'apporter " un éclairage différent sur leur fonction économique, trait d'union entre l'agriculture et l'élevage " (POITEVIN *et al.* 2017 : 302).

7. Un jugère est l'équivalent de 25 ares.

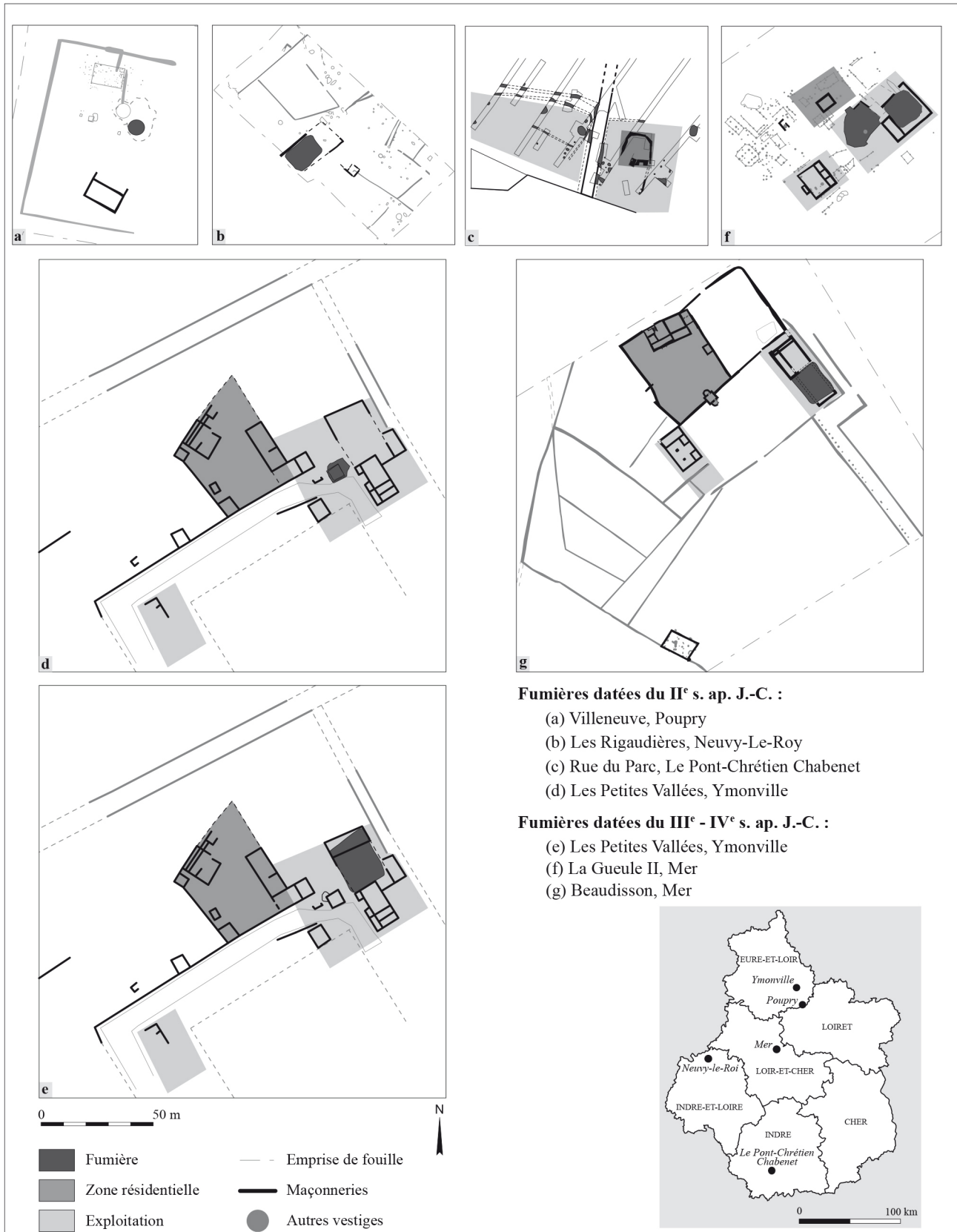


Fig. 6 - Les fosses à fumure du Centre-Val de Loire et leur carte de répartition (d'après POITEVIN *et al.* 2017 : fig. 2).

BIBLIOGRAPHIE

- BARTHOLOME *et al.* 2017
 Bartholome S., Di Napoli F., Fourré A., Gardère Ph., Hamon T., Lang L. et Liard M. - Le Pont-Chrétien-Chabenet, 36 rue du parc, Rapport de diagnostic archéologique, Inrap CIF, SRA Centre, septembre 2017.
- BIRKELAND 1999
 Birkeland P. - *Soils and Geomorphology*, Oxford University Press, Oxford, 3^e édition, 448 p.
- Columelle
 Columelle - *De l'Agriculture*, traduction de Saboureaux de la Bonnetterie, revue par M. Nisard, publié en 1864, éditions Errance, Paris, 2002, 366 p.
- COUVIN 2014
 Couvin F. - Mise en évidence de deux fosses à fumures sur le site antique de Mer "La Gueule II" (Loir-et-Cher, <http://ager.hypotheses.org/636>)
- COULON 2000
 Coulon G. - Le transport des blocs de la carrière à l'agglomération, in : Lorenz J., Tardy D. et Coulon G. (dir.), *La pierre dans la ville antique et médiévale, Actes du colloque d'Argentomagus*, 18^e suppl. à la RACF, FERACF, Tours : 36-40.
- DEVOS, FECHNER et MIKKELSEN 2011
 Devos Y., Fechner K. et Mikkelsen J. H. - The application of phosphorus cartography to archaeological sites and structures: a state of the art and proposal of a protocol applicable for Belgium, Luxembourg and northern France, in : Fechner K., Devos T., Leopold M. et Völkel J. (dir.), *From microprobe to spatial analysis-enclosed and buried surfaces as key sources in Archaeology and pedology, Archaeology, Soil and Life Sciences applied to enclosures and fields, EAA 12th Annual Meeting Krakow, Poland, 19th to 24th September 2006*, BAR International, 2222, Archaeopress, Oxford : 9-28.
- DUMASY et PAILLET 2002
 Dumasy F. et Paillet P. (dir.) - Argentomagus, *Nouveau regard sur la ville antique*, catalogue d'exposition 13 juil.-17 nov. 2002, Musée archéologique d'Argentomagus, Saint-Marcel, 200 p., 154 fig.
- DUMASY *et al.* 2010
 Dumasy F., Dieudonné-Glad N. et Laüt L. - *Travail de la terre, travail du fer : l'espace rural autour d'Argentomagus, Saint-Marcel, Indre*, Ausonius, Bordeaux, 525 p. (Mémoires ; 23).
- ENEAU 2002
 Eneau T. - *Les objets en fer du sanctuaire gallo-romain du Guè-de-Sciaux (Antigny, Vienne)*, Association des Publications Chauvinoises, Chauvigny : 22 et 91, pl. 7 (Mémoire ; 21).
- ENTWISTLE, ABRAHAMS et DODGHSON 2000
 Entwistle J. A., Abrahams P. W. et Dodghson R. A. - The geoarchaeological significance and spatial variability of a range of physical and chemical soil properties from a former habitation site, Isle of Skye (English), *Journal of archaeological science*, 27, 4 : 287-303.
- FERDIÈRE *et al.* 2017
 Ferdière A., Gandini C., Nouvel P. *et al.* - Les Granges de plan carré à porche entre deux pavillons, un édifice plurifonctionnel emblématique de la Gaule centrale, in : *Produire, transformer et stocker dans les campagnes des Gaules romaines. Problèmes d'interprétation fonctionnelle et économique des bâtiments d'exploitation et des structures de production agro-pastorale, Aquitania*, supplément 38, Bordeaux : 157-180.
- HOLLIDAY 2004
 Holliday V. T. - *Soils in archaeological research*, Oxford University Press, New York, 448 p.
- MIKKELSEN et LANGOHR 1996
 Mikkelsen J. et Langohr R. - A pedological characterisation of the Aubechies soil, a well preserved soil sequence dated to the earliest Neolithic agriculture in Belgium, in : *13th International congress on Prehistoric and Protohistoric Sciences, Forlì, Italy, Proceedings of the XIII congress of the International Union of Prehistoric and Protohistoric Sciences* [En ligne], ABACO, Italie : 143-149.
- NORNBERG et DALSGAARD 1982
 Nornberg P. et Dalsgaard K. - A comparative study of present and ancient dark-coloured topsoil for the purpose of evaluating soil fertility in the past, in : *Second nordic conference on the application of scientific methods in archaeology ; Helsingor, Denmark, 1981 PACT, 7.2*, Council of Europe, Strasbourg : 247-256.
- Pline l'Ancien
 Pline l'Ancien, *Histoire Naturelle*, traduction de Émile Littré, d'après Dubochet, Le Chevalier et cie, 1848.
- POIRIER et NUNINGER 2012
 Poirier N. et Nuninger L. - Techniques d'aménagement agricole et témoins matériels. Pour une approche archéologique des espaces agricoles anciens, *Histoire et Sociétés Rurales*, 38 (2012/2) : 11-50.
<https://www.cairn.info/revue-histoire-et-societes-rurales-2012-2-page-11.htm>
- OUZOULIAS 2006
 Ouzoulias P. - *L'économie agricole de la Gaule : aperçus historiographiques et perspectives archéologiques* ", Thèse soutenue sous la direction de F. Favory à l'Université de Franche-Comté, Besançon, [archives-ouvertes.fr/tel-00011567].
- POITEVIN *et al.* 2017
 Poitevin G., Carlier M., Hamel A., Couvin F., Gardère Ph., Liard M., Martin S., Verdin P. et Vissac C. - La question des fumures antiques dans le secteur de la Loire moyenne : identification, caractérisation et interprétation des structures archéologiques, in : *Produire, transformer et stocker dans les campagnes des Gaules romaines. Problèmes d'interprétation fonctionnelle et économique des bâtiments d'exploitation et des structures de production agro-pastorale, Aquitania*, supplément 38, Bordeaux : 285-302.
- PICHON 1995
 Pichon M. - Le canal gallo-romain et les carrières du pont de Tendu (Indre), DFS de fouilles préventives, Orléans, SRA Centre, 121 p.

PICHON 2002

Pichon M. - Le transport par voie navigable. L'exemple du site du Tendu (Indre), *Gallia*, 59 : 83-88.

SCHULDENREIN 1995

Schuldenrein J. - Geochemistry, phosphate fractionation, and the detection of activity areas at prehistoric North American sites, *in* : *Soil Science Society of America annual meeting*. 8 Nov. 1993, *Pedolog-*

ical perspectives in archaeological research, SSSA special publication series, Collins M. E., Carter B. J., Gladfelter B. G., Southard R. J., Cincinnati : 107 à 132.

Varron

Varron, *Res rustica*, livre 1, chapitre 38, *in* : *Les agronomes latins*. Caton, Varron, Columelle, Palladius, traduction de M. Nisard, Firmin-Didot et cie, Paris, 1877.