



HAL
open science

L'intérêt archéo-entomologique des anciens puits : le paléoenvironnement du clos-paul à l'époque gallo-romaine, reconstruit par l'analyse des coléoptères fossiles (Charleville-Mézières, Ardennes)

Philippe Ponel, Jean- Hervé Yvinec, Valérie Andrieu-Ponel, Jérôme Marian

► To cite this version:

Philippe Ponel, Jean- Hervé Yvinec, Valérie Andrieu-Ponel, Jérôme Marian. L'intérêt archéo-entomologique des anciens puits : le paléoenvironnement du clos-paul à l'époque gallo-romaine, reconstruit par l'analyse des coléoptères fossiles (Charleville-Mézières, Ardennes). Bulletin de l'Association française pour l'étude du quaternaire, 2018, 29 (4), pp.347-361. 10.4000/quaternaire.10602. hal-02048178

HAL Id: hal-02048178

<https://amu.hal.science/hal-02048178>

Submitted on 25 Feb 2019

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 4.0 International License

L'INTÉRÊT ARCHÉO-ENTOMOLOGIQUE DES ANCIENS PUIITS : LE PALÉOENVIRONNEMENT DU CLOS-PAUL À L'ÉPOQUE GALLO-ROMAINE, RECONSTRUIT PAR L'ANALYSE DES COLÉOPTÈRES FOSSILES (CHARLEVILLE-MÉZIÈRES, ARDENNES)

Philippe PONEL¹, Jean-Hervé YVINEC², Valérie ANDRIEU-PONEL¹ & Jérôme MARIAN³

RÉSUMÉ

L'analyse d'assemblages de Coléoptères fossiles (et plus généralement d'insectes) contenus dans le remplissage sédimentaire d'anciens puits se prête bien à l'élaboration de reconstructions paléoenvironnementales extrêmement précises car ces structures piègent en grande quantité les insectes épigés mobiles et beaucoup d'insectes volants. De plus, contrairement aux sites naturels, les assemblages d'insectes accumulés au fond des puits ne contiennent aucun élément lié au site de dépôt lui-même car les Coléoptères ne peuvent coloniser durablement ce type de milieu. Les assemblages issus de puits contiennent donc essentiellement une faune de Coléoptères qui reflète les environs immédiats de la structure étudiée, alors que les assemblages issus de sites naturels sont parfois majoritairement composés de taxons aquatiques ou ripicoles, qui brouillent l'image de l'environnement extra-local. Par ailleurs, dans de telles structures les conditions taphonomiques sont le plus souvent très favorables à une conservation de longue durée des fragments de Coléoptères. L'exemple du puits gallo-romain du Clos-Paul montre à quel point les assemblages de Coléoptères peuvent être riches et diversifiés, et de ce fait peuvent donner une image très précise du paléoenvironnement. Ce puits était situé dans une ambiance forestière très marquée, suggérée par l'écrasante domination des Coléoptères xylophages, saproxylophages et sciaphiles, et non dans un environnement ouvert de type prairie, comme on pouvait s'y attendre pour une structure qui aurait pu servir à abreuver des troupeaux.

Mots-clés : Coléoptères, puits, archéo-entomologie, paléoenvironnement

ABSTRACT

THE ARCHAEO-ENTOMOLOGICAL INTEREST OF ANCIENT WELLS: GALLO-ROMAN PALAEOENVIRONMENT AT CLOS-PAUL RECONSTRUCTED FROM COLEOPTERAN REMAINS (CHARLEVILLE-MÉZIÈRES, ARDENNES).

Analyses of fossil insect assemblages (mainly Coleoptera) contained in the sedimentary infilling of ancient wells enable to elaborate very precise palaeoenvironmental reconstructions. This type of structure catch in huge numbers epigeous wandering insects, along with flying insects. Moreover, contrary to natural depositional contexts, insect assemblages accumulated at the bottom of wells do not contain any taxa associated with the depositional site itself, because the vast majority of insects are not able to durably colonize this type of environment. Insect assemblages yielded by wells are therefore predominantly made of beetles that reflect the immediate surroundings of the structure, whereas insect assemblages yielded by natural deposits are sometimes made of abundant aquatic and riparian taxa that blur the image of the extra-local environment. Wells provide also taphonomic conditions that are favourable to long term conservation of Coleopteran remains. The example of Clos-Paul Gallo-roman well shows to what extent Coleopteran assemblages from ancient wells may be taxonomically diverse and hence may provide a detailed picture of the palaeoenvironment. This well was obviously located in a dense forest environment, as suggested by the overwhelming dominance of xylophagous, saproxylophagous and sciaphilous Coleoptera, and not in a grassland environment as could be expected for a structure which could have been used to water domestic cattle.

Keywords: beetles, wells, archaeo-entomology, palaeoenvironment

1 - INTRODUCTION

La possibilité d'étudier des assemblages d'insectes, et en particulier de Coléoptères, issus de puits fouillés au cours de recherches archéologiques est une circonstance assez exceptionnelle. Lorsque ces assemblages sont taxonomiquement riches et diversifiés, c'est pourtant un contexte qui offre l'opportunité de reconstruire avec

une excellente précision l'ancien environnement et les activités humaines passées autour du site de dépôt. Ces assemblages associés aux sédiments accumulés au fond de puits présentent diverses caractéristiques intéressantes en archéoentomologie. Ils sont le plus souvent composés de restes d'insectes en très bon état de conservation car les conditions taphonomiques y sont optimales. Ces bonnes conditions résultent de la stabilité des conditions de dépôt

¹ Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Écologie marine et continentale (IMBE), Aix Marseille Université, Université d'Avignon, CNRS, IRD, Technopôle Arbois-Méditerranée, Bât. Villemain, BP 80, FR-13545 AIX-EN-PROVENCE cedex 04. *Courriel* : philippe.ponel@imbe.fr, valerie.andrieu-ponel@imbe.fr

² CRAVO, 17 rue James de Rothschild, FR-60200 COMPIÈGNE. *Courriel* : jhyvynec@free.fr

³ Cellule départementale d'Archéologie des Ardennes, Conseil départemental des Ardennes, Direction de l'Éducation et de la Culture, Service Culture et Patrimoine, Hôtel du Département, CS 20001, FR-08011 CHARLEVILLE-MÉZIÈRES cedex. *Courriel* : jerome.marian@cd08.fr

et de l'absence d'assèchement périodique qui pourrait conduire à une dégradation des fragments chitineux sous l'effet de phénomènes d'oxydation. Enfin, les assemblages issus de puits présentent une particularité intéressante dans la reconstruction du paléoenvironnement local, car leur composition taxonomique ne comprend aucun insecte strictement inféodé au puits lui-même, mais uniquement des insectes tombés accidentellement lors de leurs déplacements au sol ou au vol. En effet aucun Coléoptère aquatique ou ripicole ne peut s'installer durablement et se reproduire de façon permanente au fond d'un puits profond car les conditions de vie sont très défavorables à ces animaux. Le manque de lumière, l'absence de végétation aquatique ou héliophytique, les parois abruptes, sont très défavorables aux Coléoptères. Les ripicoles ne peuvent s'installer sur les parois du puits. En ce qui concerne les Coléoptères aquatiques ils peuvent parfaitement s'adapter à des biotopes d'origine purement anthropique (Pakulnika, 2008), mais non aux puits profonds car il n'existe aucune espèce parmi les Dytiscidae, les Hydrophilidae, les Hydraenidae... capable de passer tout son cycle biologique dans l'eau (Klausnitzer, 2009) : presque tous ont besoin, pour se nymphoser au sec, de quitter le milieu aquatique et de gagner les berges du lac ou de la rivière où s'est déroulée leur vie larvaire (Klausnitzer, 1996). Cette exigence ne peut évidemment pas être satisfaite au fond d'un puits. La présence éventuelle de Coléoptères aquatiques dans des assemblages issus de puits est donc accidentelle, et doit être attribuée à la chute d'insectes volants ou transportés sous l'effet du ruissellement (Osborne, 1989).

En fait, le fonctionnement d'un puits, en ce qui concerne les Arthropodes, est analogue à celui d'un piège Barber géant (Southwood, 1984). Ce type de piège très efficace est utilisé couramment par les écologues qui travaillent sur les communautés actuelles d'Arthropodes. Il se présente sous la forme d'un pot enterré affleurant le sol, et garni d'un liquide conservateur, associé à un agent mouillant qui empêche les petits animaux de flotter à la surface du liquide. Les Arthropodes qui circulent au sol tombent dans le piège où ils se noient. Ce type de piège donne ainsi un excellent reflet de la faune d'Arthropodes terrioles mobiles qui peuple les abords du point de piégeage. Il est évidemment moins efficace pour échantillonner les insectes qui se déplacent peu, et il existe donc un certain biais dans la représentation des communautés locales d'Arthropodes. Malgré ce défaut, il s'agit de l'un des dispositifs d'échantillonnage automatique les plus populaires pour l'étude de la faune épigée (Samways *et al.*, 2010). À l'instar d'un piège Barber, un puits peut donc fournir un assemblage de Coléoptères fossiles qui reflète dans une certaine mesure les communautés qui vivaient et circulaient autour de ce puits, et qui révèle par conséquent la nature de l'environnement biotique et abiotique autour du site. Par exemple, les Coléoptères phytophages sont de bons indicateurs de la flore et de la végétation ligneuse et herbacée qui peuplaient les abords du site, les espèces épigées renseignent sur le degré d'ouverture de la couverture végétale, les coprophages suggèrent la présence de troupeaux, les espèces

synanthropes peuvent indiquer la proximité de granges ou d'étables, de denrées alimentaires stockées, les espèces sténothermes permettent d'estimer les températures, etc.

Les études archéontomologiques de puits ont été particulièrement nombreuses en Angleterre, où cette discipline est pratiquée depuis longtemps (Kenward, 2009). Les Coléoptères ont été beaucoup étudiés mais des publications concernent également les Acariens (Denford, 1980 ; Schelvis, 1989). Parmi les travaux anglais portant sur les Coléoptères, on peut citer (sans prétendre à l'exhaustivité) : Coope et Osborne (1968), Osborne (1975), Alvey (1976), Buckland (1980, 1981), Kenward *et al.* (1986), Sudell (1988, 1990), Girling (1989) et Hakbijl *et al.* (1989). Le puits de Wilsford (Wiltshire) (Osborne, 1969, 1989) est particulièrement remarquable car sa structure présente une certaine analogie avec celui du « Clos-Paul », comme on le verra plus loin. En Belgique citons les travaux de Mertens *et al.* (1986), et Lentacker *et al.* (1992). En France plusieurs puits ont été ou sont encore en cours d'analyse mais n'ont pas encore fait l'objet de publications, à l'exception d'une étude concernant le centre-ville de Marseille où une structure comparable à un puits a fourni une image extrêmement détaillée du paléoenvironnement des abords de la Canebière du XIV^e au XVII^e siècle, à travers l'étude des assemblages de Coléoptères qu'elle contenait (Ponel *et al.*, 2014). Enfin, le site du « Clos-Paul » (Charleville-Mézières, Ardennes), traité dans la présente étude, a fait l'objet d'un rapport préliminaire par Ponel et Yvinec (2017).

2 - LE SITE D'ÉTUDE : LE « CLOS-PAUL » ET « LE TRIOT DU SART »

Un diagnostic archéologique a été prescrit en 2006 par le Service Régional d'Archéologie de Châlons-en-Champagne aux lieux-dits « Le Clos-Paul » et « Le Triot du Sart » préalablement à la création d'un lotissement par Espace Habitat sur la commune de Charleville-Mézières (Ardennes) (Marian, 2016). Ce diagnostic réalisé en 2007 par l'INRAP avait permis de mettre en évidence un site romain datable entre la fin du I^{er} et la fin du III^e siècle ap. J.-C., caractérisé par un établissement rural et des vestiges d'activités liés à la métallurgie des alliages cuivreux, respectivement dans les parties centrale et occidentale du projet. Suite à ce diagnostic, une fouille préventive a été prescrite par le Service Régional de l'Archéologie et fut réalisée par la Cellule départementale d'Archéologie du Conseil Général des Ardennes à la demande de l'aménageur à partir de 2010 en deux campagnes (2010 et 2013). Orienté nord-ouest sud-est, le site étudié, de plan grossièrement rectangulaire, se situe au cœur d'un contexte archéologique dense sur la commune.

L'opération de fouille archéologique préventive a été réalisée en deux campagnes : la première phase (secteur de l'habitat-est) a été effectuée du 5 juillet au 6 août 2010 et a fait l'objet d'un décapage de 8 606 m². La seconde phase (zone artisanale-ouest) a été réalisée du 6 mars au 6 mai 2013 pour un décapage de 6 938 m². Le décapage des deux

phases s'étale sur une étendue de 15 544 m² avec l'extension prévue d'une tranche complémentaire de décapage.

Le premier objectif était d'identifier et d'analyser la nature exacte de l'habitat et du secteur artisanal. Il était également nécessaire d'établir une relation entre ces deux ensembles. Le second objectif s'orientait sur la métallurgie et plus précisément sur l'analyse des restes issus de l'activité métallurgique afin de déterminer l'importance de la production et la période d'activité de l'atelier : la fouille a donc livré les vestiges d'un petit groupe d'habitations et, à l'ouest en haut du coteau, des vestiges exceptionnels d'un atelier de production de laiton (alliage cuivre et zinc). L'habitat s'organise en cinq îlots dispersés d'ouest en est sur l'ensemble de l'emprise de la fouille. Chaque groupe concentre dans un rayon d'environ 40 m une à deux caves, des fosses dépotoirs et des bâtiments soit maçonnés soit en matériaux périssables, et des structures plus atypiques telles que deux coffrages en ardoise (secteur 2) ou encore un puits FT212 (secteur 4). Un chemin creux traverse le site du nord-ouest au sud-est en séparant, de fait, l'habitat de l'atelier. Ce dernier, spécialisé dans l'élaboration du laiton (zinc et cuivre), s'organise sur une superficie comprise entre 70 et 75 m² autour d'un espace central fermé au nord par un four semi enterré FT219 et par une fosse de travail FT218 (chargement en bois du four ou encore rôle préparatoire des creusets avant enfournement),

associés à des fosses. Certaines de ces structures en creux pourraient être interprétées comme un vide sanitaire recevant un plancher destiné à accueillir du charbon de bois (FT210), une fosse cendrier (rejet de charbon suite à une vidange du four ou d'un foyer d'alimentation du four) (FT223) et une fosse d'extraction d'argile (FT228). L'atelier présente un mode de fabrication original de par le volume conséquent des creusets (4 l pour 2 kg de laiton) tourné vers une production de métal sous la forme de gouttes, de masses ou de lingots. De plus, une activité de faux monnayage secondaire a été repérée grâce à la découverte de fragments de moule de monnaies parmi les rejets de la fosse de travail FT218.

3 - LE Puits FT212

Le puits FT212 a été mis au jour dans le secteur 4 aux abords de la cave FT177 construite en schiste dans un îlot d'habitation (secteur 4). Il est aménagé à 209,23 m NGF dans le substrat. Il a été fouillé complètement pour atteindre une profondeur conservée de 12,34 m. La partie sommitale du puits se situe sous un « entonnoir » qui mesure 3,80 m de diamètre sur 0,60 m de profondeur et qui est rempli par deux US (US1 et US15) (tab. 1 ; fig. 1). L'ensemble du comblement a été prélevé pour des

US13	Creusement du puits	Forme le creusement du cuvelage et présente une forme cylindrique aux parois verticales ; diamètre intérieur entre 0,80 m et 1,20 m ; le fond du creusement est plus étroit, aux parois légèrement obliques et fond plat, entre 0,50 m et 0,68 m de diamètre ; le fond du puits ne présente aucun aménagement
US18	Creusement de la partie sommitale	Présente des parois obliques et un fond plat, marquant l'interface entre les US1 et US2 ; dessine un anneau autour de l'entonnoir ; cet entonnoir pourrait être l'indice de l'arasement d'une margelle construite en schiste, représentée par l'US15 et effondrée après l'abandon du puits
US1	Limon brun foncé, meuble et homogène	D'une épaisseur moyenne de 0,60 m, cette couche a livré des restes carpologiques imbibés ; elle recouvre les US15, US2 et US14
US2	Limon gris noir, meuble et homogène, avec des inclusions de charbons	Couche observée sur une épaisseur de 1,10 m sur un diamètre de 0,80 m ; elle se situe sous l'US1 et repose sur la couche US3
US3	Limon argileux gris noir, meuble, avec des inclusions de charbons et de nombreuses pierres calcaires, schiste et quartz	Épaisse d'1,16 m, la strate comporte de nombreuses pierres calcaires, de blocs de schiste et de quartz de dimensions variées (entre 0,10 et 0,60 m de long), certains d'entre eux retrouvés de chant contre le parement du cuvelage nord ; elle couvre l'US4
US4	Argile organique gris noir, compacte et hétérogène, avec des inclusions de charbons et végétaux	D'une épaisseur de 0,74 m pour un diamètre de 0,92 m, cette US comprend de la céramique. Elle recouvre la couche US5
US5-16-17	Schiste	La couche US5 se matérialise par un lit de blocs de schiste d'une épaisseur moyenne de 0,05 m, disposés pêle-mêle sur l'US6 ; la strate US16 se caractérise par un lit de blocs de schiste qui couvre l'US8 d'une épaisseur moyenne de 0,05 m ; l'US17 est formée d'un bloc de schiste de 0,80 m de longueur sur 0,08 m d'épaisseur
US14	Cuvelage du puits en pierres sèches, schiste et quartz	Construit dans des couches géologiques indifférenciées, il présente un plan circulaire d'un diamètre fluctuant entre 0,80 m et 1,20 m ; il se compose d'un parement formé de blocs de taille très variable (0,14-0,30 m de longueur et 0,02-0,20 m de largeur) ; le cuvelage s'interrompt à 197,33 m NGF pour laisser place à une partie non parementée d'une épaisseur de 0,40 m ; le cuvelage du puits est comblé par 13 US
US6	Argile brun gris, compacte et homogène, avec des inclusions de charbons	D'une épaisseur de 1,10 m sur 1,20 m, l'US6 présente des inclusions de charbons, de blocs et de schiste posés à plat au sein du sédiment ; elle repose sur l'US7
US7	Argile grise, compacte et homogène, avec des inclusions de fragments de schiste	Observée sur une épaisseur d'1,50 m pour un diamètre variant entre 0,90 m et 1,20 m, cette US recouvre la strate US16
US8	Argile grise, compacte et homogène	D'une épaisseur d'1,20 m, l'US8 repose sur l'US9
US9	Argile grise, compacte et homogène	Conservée sur une épaisseur de 3 m et sur 0,90 m de diamètre, cette couche comporte un bloc de schiste de 0,80 m de longueur sur 0,08 m d'épaisseur (US17), elle couvre l'US10
US10	Argile organique grise, meuble et homogène, avec des inclusions de fragments de schiste	Cette US présente une épaisseur de 1 m pour un diamètre de 0,80 m, elle recouvre l'US11
US11	Argile sableuse grise, compacte et homogène, avec des inclusions de fragments de schiste	Cette couche épaisse de 0,30 m mesure 0,40 m de diamètre, elle couvre la strate US12
US12	Argile grise avec des inclusions de fragments de schiste	D'une épaisseur de 0,25 m sur un diamètre de 0,60 m, cette couche tapisse le fond du puits
US15	Limon argileux gris, compact et homogène, avec blocs de schiste et schiste concassés	Se singularise par des blocs de schiste de grande dimension (entre 0,15 et 0,30 m) et de schiste concassé (<0,10 m). Cette US repose sur le creusement US18

Tab. 1 : Les unités stratigraphiques du puits FT212.

Tab. 1: Stratigraphic units of the well FT212.

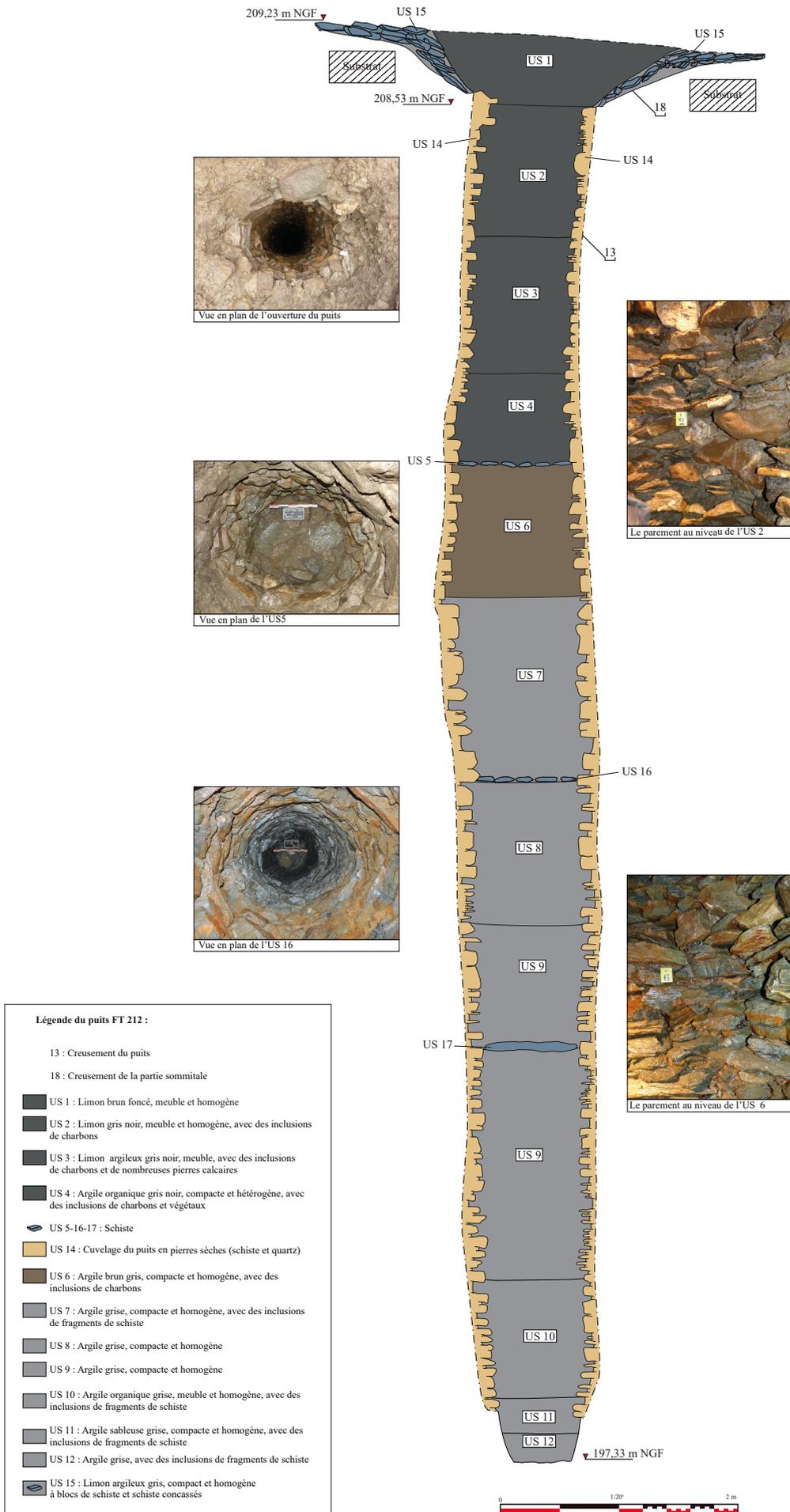


Fig. 1 : Coupe et stratigraphie du puits gallo-romain FT212, Clos-Paul, Charleville-Mézières (Ardennes).

Fig. 1: Cross-section and stratigraphy of the Gallo-roman well FT212, Clos-Paul, Charleville-Mézières (Ardennes).

analyses carpologique, entomologique et dendrologique.

Les données archéologiques recueillies au cours de la fouille du puits permettent de proposer une restitution plausible de cette structure. La mise au jour de l'US15 constituée de blocs de schiste de grandes dimensions et de schistes concassés dans l'entonnoir du puits permet d'imaginer la présence d'une margelle construite en schiste reposant sur le pourtour de la structure. Cette margelle pourrait supporter un système de levage en matériaux périssables associé à des grappins (deux fragments découverts dans l'US11 et US12) pour remonter l'eau dans des seaux. Le cuvelage est construit en pierres sèches ; la cuvette non parementée d'une hauteur de 0,40 m devait stocker l'eau, issue de la nappe phréatique et de la capillarité du parement du cuvelage.

Le mobilier issu du puits FT212, caractérisé notamment par un lot homogène de céramique gallo-romaine, appartient à une période chronologique comprise entre 240/250 et 280 ap. J.-C. Il permet de dater par chronologie relative la phase d'abandon du puits et de le rattacher chronologiquement aux structures gallo-romaines du site. Cette homogénéité du mobilier céramique sur l'ensemble des strates permet d'attester une dynamique de comblement rapide du puits. Ce fait est confirmé par un état de préservation homogène des mêmes espèces végétales (noisettes, merises, glands, noix, prunes et prunelles dans des proportions assez stables) recueillies dans toutes les couches de comblements du puits (de l'US1 à l'US12). Cependant la distinction entre la part naturelle et la part anthropique du comblement du puits n'a pu être réalisée. Par ailleurs, la présence dans les US9 et US11 de nombreux fragments de bois et en particulier de deux planches en chêne datées de 57 ap. J.-C. et d'une poutre en chêne datée sur aubier de 67 ± 10 ap. J.-C. (*terminus post quem* indicatif) atteste d'une occupation dans la seconde moitié du I^{er} siècle après J.-C., qui n'a pas été observée structurellement au cours de cette fouille autrement que par ce mobilier. En effet, cette datation n'est pas perceptible dans l'étude du mobilier céramique. Il apparaît donc des traces d'une occupation anthropique de la fin du I^{er} siècle après J.-C., perceptible uniquement par ces bois travaillés (planches et poutre en chêne) découverts au sein de comblements du puits FT212, datés de la deuxième moitié du III^e siècle après J.-C.

4 - MATÉRIEL ET MÉTHODES : PRÉLÈVEMENTS, TRAITEMENT DU SÉDIMENT, EXTRACTION DES RESTES D'INSECTES ET INTERPRÉTATION DES ASSEMBLAGES

La fouille de la structure a été réalisée par Jean-Pierre Féménias (Archéopuits) entre les 17 et 28 juin 2013. Le puits a été fouillé complètement pour atteindre une profondeur conservée de 12,34 m. Il se compose de quinze US. Il est surmonté d'un « entonnoir » composé de deux US. La fouille a permis le dégagement complet de la structure et l'enregistrement de toutes les US de comblement. Quatre prélèvements pour l'analyse entomologique ont été effectués, sur les US 8, 9, 11 et 12. Le volume de sédiment

prélevé dans les quatre US analysées est inégal : 5 kg pour l'US12, 5,1 kg pour l'US11, 14 kg pour l'US9 et 2,4 kg pour l'US8. Comme on le verra plus loin, ces disparités affectent la diversité spécifique des quatre assemblages puisque c'est justement le plus petit prélèvement de l'US8 qui est le plus pauvre en taxons, et le plus gros prélèvement de l'US9 le plus riche. Ceci doit être gardé à l'esprit dans l'interprétation des assemblages, même si ce sont surtout les proportions des différentes catégories écologiques qui sont analysées dans ce travail.

L'extraction des restes d'Arthropodes a été effectuée selon la méthode habituelle préconisée par Coope (1986). Elle implique tout d'abord la désagrégation du sédiment dans l'eau, au besoin après un séjour prolongé dans une solution de carbonate de sodium qui facilite la défloculation du sédiment, puis le criblage des particules en suspension sur un tamis à maille de 300 μ m. L'abondante masse de détritiques qui constitue le refus du tamis est mêlée à du pétrole, puis, après élimination du pétrole en excès, les détritiques sont placés dans un récipient rempli d'eau propre. Après décantation les restes d'Arthropodes flottent à la surface dans le film de pétrole alors que les débris végétaux se déposent au fond du récipient. La fraction flottante est récupérée sur le même tamis de 300 μ m, puis lavée à l'aide d'un détergent, rincée à l'alcool et triée à l'aide d'une loupe binoculaire de manière à éliminer les débris indésirables qui ont pu subsister. Les restes d'Arthropodes sont conservés en alcool à 90°, dans des tubes hermétiques. L'identification des fragments se fait par comparaison directe avec des spécimens provenant d'une collection de référence actuelle. On sait que l'identification de ces restes d'insectes subfossiles est très souvent possible au niveau spécifique (Coope, 1986). Or les insectes, et en particulier les Coléoptères, présentent des exigences écologiques très précises, qui sont propres à chaque espèce. Ce sont donc de bons marqueurs paléoenvironnementaux. Les informations tirées de la littérature entomologique permettent d'affiner les reconstructions paléoenvironnementales, avec d'autant plus de précision que les assemblages fossiles sont plus diversifiés. Rappelons qu'il existe près de 11 000 espèces de Coléoptères recensées actuellement en France, et que cette multitude est adaptée à une diversité d'habitats incroyablement variés : il existe par exemple des Coléoptères « terricoles » liés à des conditions édaphiques particulières (granulométrie, humidité...), des Coléoptères phytophages liés plus ou moins exclusivement, selon les espèces, à des plantes ligneuses ou herbacées particulières, des Coléoptères aquatiques liés aux eaux courantes ou dormantes, des Coléoptères associés aux cadavres, aux excréments, aux denrées alimentaires stockées par l'homme, des espèces propres aux climats chauds, d'autres aux climats froids, etc. Il est cependant parfois délicat de placer telle ou telle espèce dans une catégorie déterminée, toutefois les données de la littérature et l'expérience de terrain des auteurs ont permis de classer les Coléoptères du Clos-Paul en quatre catégories majeures, retenues pour leur intérêt interprétatif : aquatiques, coprophiles, forestiers, synanthropes (tab. 2), afin de mieux percevoir

Tab. 2 : Insectes du puits gallo-romain FT212, Clos-Paul, Charleville-Mézières (Ardennes).

A/ aquatiques ; C/ coprophages/coprophiles ; S/ synanthropes ; F/ forestiers ; Ind/ autres catégories écologiques ou écologie indéterminée. Les nombres représentent le nombre minimal d'individus présent dans chaque échantillon pour un taxon donné, estimation effectuée par comptage des éléments diagnostiques de l'exosquelette. La nomenclature adoptée suit Tronquet (2014).

Tab. 2: Insects from the Gallo-roman well FT212, Clos-Paul, Charleville-Mézières (Ardennes). A/ aquatics; C/ coprophagous/coprophilous; S/ synanthropics; F/ forest dependent; Ind/ other ecological categories or indeterminate ecology. Numbers indicate for each taxon the minimal number of individuals occurring in each sample, obtained by counting the diagnostic elements of the exoskeleton. Nomenclature follows Tronquet (2014).

		US12	US11	US9	US8
		5 kg	5,1 kg	14 kg	2,4 kg
COLEOPTERA					
Carabidae					
<i>Carabus nemoralis</i> Müller 1764	F			1	3
<i>Carabus auronitens</i> F. 1792	F			1	1
<i>Carabus violaceus purpurascens</i> F. 1787	F		1	1	1
<i>Carabus coriaceus</i> L. 1758	Ind			1	1
<i>Cychrus attenuatus</i> (F. 1792)	F				1
Nebriidae					
<i>Nebria salina</i> Fairm. & Lab. 1854/ <i>brevicollis</i> (F. 1792)	Ind		1	1	
<i>Notiophilus biguttatus</i> (F. 1779)	Ind			1	
Loricidae					
<i>Loricera pilicornis</i> (F. 1775)	Ind	1		1	
Scaritidae					
<i>Clivina</i> sp.	Ind			2	
<i>Dyschirius globosus</i> (Herbst 1784)	Ind			2	
Trechidae					
<i>Asaphidion</i> gr. <i>curtum</i> (Heyden 1870)	Ind	1	1		
<i>Bembidion</i> (<i>Philochthus</i>) <i>guttula</i> (F. 1792)	Ind			1	
<i>Bembidion</i> (<i>Phyla</i>) <i>obtusum</i> Audinet-Serville 1821	Ind			1	
<i>Trechoblemus micros</i> Herbst 1784	Ind			1	
<i>Trechus obtusus</i> Er. 1837/ <i>quadristriatus</i> (Schrank 1781)	Ind	1	1	2	
Harpalidae					
<i>Ophonus</i> sp.	Ind		1	1	
<i>Pseudoophonus rufipes</i> (DeG. 1774)	Ind	1			
<i>Microlestes</i> sp.	Ind	1			
<i>Agonum muelleri</i> (Herbst 1784)	Ind		1		
<i>Abax parallelepipedus</i> (Pill. & Mitt. 1783)	F	1	1		2
<i>Abax parallelus</i> (Dufts. 1812)	F				2
<i>Pterostichus</i> (<i>Argutor</i>) <i>vernalis</i> (Panzer 1796)	Ind			1	
<i>Pterostichus</i> (<i>Morphnosoma</i>) <i>melanarius</i> (Ill. 1798)	F	1	2		
<i>Pterostichus</i> (<i>Phonias</i>) <i>strenuus</i> (Panzer 1797)	Ind			1	
<i>Pterostichus</i> (<i>Steropus</i>) <i>madidus</i> (F. 1775)	F		1		1
<i>Amara</i> sp.	Ind	1	1	1	
Helophoridae					
<i>Helophorus</i> sp.	A	1	1		
Hydrophilidae					
<i>Cryptopleurum minutum</i> (F. 1775)	C			1	
<i>Megasternum concinnum</i> (Marsh. 1802)	C		2	22	
Histeridae					
<i>Abraeus perpusillus</i> (Marsh. 1802)	F			1	
<i>Onthophilus striatus</i> (Forst. 1771)	C		1		
Hydraenidae					
<i>Ochthebius</i> sp.	A			1	
Leiodidae					
<i>Cholevinae</i> g. & sp. indet.	Ind	1		5	
<i>Leiodinae</i> g. & sp. indet.	Ind			3	
<i>Agathidium</i> sp.	F			1	
<i>Leptinus testaceus</i> Müll. 1817	F			3	
Silphidae					
<i>Phosphuga atrata</i> (L. 1758)	F		1	2	1
Staphylinidae					
<i>Scydmaeninae</i> g. et sp. indet.	Ind			1	
<i>Acidota cruentata</i> Mann. 1830	Ind			1	
<i>Anthobium unicolor</i> (Marsh. 1802)	F		1	15	
<i>Lesteva longoeolytrata</i> (Goeze 1777)	Ind	3			
<i>Olophrum fuscum</i> (Grav. 1806)	Ind			3	
<i>Omalius</i> sp.	Ind	1	1	1	
<i>Megarthus</i> sp.	Ind			1	

<i>Proteinus</i> sp.	C			1	
<i>Micropeplus porcatus</i> (Payk. 1789)	F			1	
<i>Micropeplus staphylinoides</i> (Marsh. 1802)	F	1		7	1
<i>Pselaphinae</i> g. et sp. indet.	Ind			3	
<i>Lordithon</i> sp.	Ind			1	
<i>Mycetoporus</i> sp.	Ind			1	
<i>Tachinus</i> spp.	Ind		1	1	
<i>Tachyporinae</i> g. & sp. indet.	Ind			1	
<i>Habrocerus capillaricornis</i> (Grav. 1806)	Ind			1	
<i>Drusilla canaliculata</i> (F. 1787)	Ind			3	
<i>Zyras haworthi</i> (Steph. 1832)	F			1	
<i>Ocalea picata</i> (Steph. 1832)	Ind			6	
<i>Aleocharinae</i> g. & sp. indet.	Ind		2	14	1
<i>Coprophilus striatulus</i> (F. 1792)	C		1	3	
<i>Anotylus rugosus</i> (F. 1775)	Ind		1	1	
<i>Anotylus sculpturatus</i> (Grav. 1806)	C			20	
<i>Platysthetus alutaceus</i> Thoms. 1861	C		1		
<i>Stenus bimaculatus</i> Gyll. 1810	Ind		1	1	
<i>Stenus</i> spp.	Ind			7	
<i>Astenus</i> sp.	Ind			1	
<i>Lathrobium</i> sp.	Ind			2	
<i>Paederus</i> sp.	Ind	1		1	
<i>Othius punctulatus</i> (Goeze 1777)	F			1	
<i>Philonthus decorus</i> (Grav. 1802)	F			1	2
<i>Quedius levicollis</i> (Brullé 1832)	Ind			1	
<i>Quedius/Philonthus</i> spp.	Ind	1	4	5	
<i>Tasgius morsitans</i> (Rossi 1790)	F			1	
<i>Xantholinus</i> sp.	Ind		1	2	
Staphylinidae indet.	Ind			3	1
Trogidae					
<i>Trox</i> sp.	Ind	1			
Geotrupidae					
<i>Anoplotrupes stercorosus</i> (Scriba 1791)	F	1	1	5	18
Aphodiidae					
<i>Aphodius (Melinopterus)</i> sp.	C			1	
<i>Aphodius</i> spp.	C	2	1	4	
<i>Oxyomus sylvestris</i> (Scop. 1763)	C	2			
Scarabaeidae					
<i>Serica brunnea</i> (L. 1758)	Ind			1	
Clambidae					
<i>Clambus</i> sp.	Ind			1	
Byrrhidae					
<i>Simplocaria semistriata</i> (F. 1794)	F			1	
<i>Chaetophora spinosa</i> (Rossi 1794)	F			1	
Dryopidae					
<i>Dryops</i> sp.	Ind	2			
Elateridae					
<i>Agriotes cf. pallidulus</i> (Ill. 1807)/ <i>acuminatus</i> (Steph. 1830)	Ind			9	
<i>Athous</i> sp.	Ind		1		
G. & sp. indet.	Ind			2	
Ptinidae					
<i>Ptinus</i> sp.	Ind		1		
<i>Anobium cf. punctatum</i> (DeG. 1774)	S	1	3		
<i>Stegobium paniceum</i> (L. 1758)	S		1		
Sphindidae					
<i>Aspidiphorus orbiculatus</i> (Gyll. 1808)	F			1	1
Kateretidae					
<i>Brachypterus urticae</i> (F. 1792)	Ind			1	
Nitidulidae					
<i>Eपुरaea</i> sp.	F				
<i>Meligethes</i> sp.	Ind			2	
Monotomidae					
<i>Rhizophagus</i> spp.	F			6	
Cryptophagidae					
<i>Cryptophagus</i> sp.	Ind		1		
<i>Atomaria</i> sp.	Ind			5	

Cerylonidae					
<i>Cerylon</i> sp.	F			5	
Alexiidae					
<i>Sphaerosoma</i> sp.	F			1	
Endomychidae					
<i>Mycetaea subterranea</i> (F. 1801)	Ind		1		
Latridiidae					
<i>Enicmus</i> spp.	Ind	3	1	3	
<i>Lathridius</i> spp.	Ind			2	
<i>Stephostethus</i> sp.	Ind			1	
Corticariinae g. & sp. indet.	Ind	1		2	
Ciidae					
G. & sp. indet.	Ind			4	
Pyrochroidae					
<i>Pyrochroa serraticornis</i> (Scop. 1763)	F			1	
Scaptiidae					
<i>Anaspis</i> sp.	Ind			1	
Chrysomelidae					
<i>Gastrophysa polygoni</i> (L. 1758)	Ind			1	
<i>Chrysolina</i> sp.	Ind			1	
<i>Apteropeda</i> sp.	Ind			4	
<i>Longitarsus</i> sp.	Ind			5	
<i>Phyllotreta</i> sp.	Ind	1			
<i>Phyllotreta</i> sp.	Ind	1			
Alticinae g. & sp. indet.	Ind			5	
Rhynchitidae					
<i>Neocoenorrhinus germanicus</i> (Herbst 1797)	Ind			1	
Apionidae					
<i>Apion</i> s. l. spp.	Ind		1	7	
Curculionidae					
<i>Hylesinus varius</i> (F. 1775)	F			5	
<i>Scolytus ratzeburgii</i> E.W. Janson 1856	F			1	
Scolytinae g. & sp. indet.	Ind			1	
<i>Anthonomus</i> sp.	Ind			1	
<i>Orchestes quercus</i> (L. 1758)	F				1
<i>Ceutorhynchus</i> sp.	Ind			2	
<i>Nedyus quadrimaculatus</i> (L. 1758)	Ind		1	9	
<i>Parethelcus pollinarius</i> (F. 1771)	Ind		1	1	
<i>Rhinoncus pericarpus</i> (L. 1758)	Ind			1	
<i>Acalles</i> sp.	F	1		2	
<i>Graptus triguttatus</i> (F. 1775)	Ind			2	
<i>Strophosoma</i> sp.	Ind			1	
<i>Phyllobius/Polydrusus</i>	Ind		1	2	
<i>Barypeithes araneiformis</i> (Schrank 1781)	F	1	1	22	1
<i>Sciaphilus asperatus</i> (Bonsd. 1785)	F			7	
<i>Coelositona cambricus</i> (Steph. 1831)/ <i>cinerascens</i> (Fahr. 1840)	Ind			1	
<i>Trachyphloeus</i> sp.	Ind			3	
<i>Hypera zoilus</i> (Scop. 1763)	Ind			1	
? <i>Hypera</i> sp.	Ind			1	
<i>Leiosoma</i> cf. <i>defflexum</i> (Panz. 1795)	F			3	
<i>Trachodes hispidus</i> (L. 1758)	F			5	
HETEROPTERA					
Saldidae g. & sp. indet.				1	
Aradidae					
<i>Aneurus laevis</i> (F. 1775)/ <i>avenius</i> (Dufour 1833)		1		1	
HYMENOPTERA					
Formicidae					
<i>Myrmica</i> sp.				29	
<i>Lasius</i> cf. <i>fuliginosus</i> (Latr. 1798)				3	1
<i>Stenammas</i> sp.				1	4
SIPHONAPTERA g. & sp. indet.		1			
ORTHOPTERA					
Gryllotalpidae					
<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i> (L. 1758)		1			

les caractéristiques de chaque échantillon. Toutes les espèces n'ont pu être affectées à ces catégories, c'est le cas par exemple de celles dont l'identification n'a pas pu être menée au niveau de précision requis, ou des espèces ubiquistes, ou de celles qui ne relevaient d'aucune de ces grandes catégories. C'est le cas pour les deux tiers des taxons et un peu moins de 50 % des individus. Cette classification a été effectuée à partir des données de la littérature, principalement les travaux de Koch (1989-1992) et Tronquet (2014) pour la majorité des taxons, sauf mention particulière. Pour les grands groupes phytophages (charançons, chrysomèles), les travaux de Hoffmann (1950-1958), Balachowsky (1949) et Doguet (1994) ont aussi été consultés.

5 - RÉSULTATS

L'ensemble des insectes identifiés dans les assemblages du puits FT212 figure dans le tableau 2. Il s'agit d'assemblages très riches en nombre de taxons, contenant des restes d'insectes dans un état de conservation remarquable. En ce qui concerne les Coléoptères, qui est de loin l'ordre le mieux représenté dans les assemblages, le nombre total de taxons est de 136, soit 27 dans l'US12, 38 dans l'US11, 110 dans l'US9 et 17 dans l'US8. La domination de l'US9 est donc écrasante. Ce déséquilibre est probablement dû en partie à la masse de sédiment analysée qui est bien plus importante pour cette US. Les autres ordres sont très mal représentés, sauf les Hyménoptères Formicidae avec trois taxons. L'analyse qui suit est donc basée presque exclusivement sur les Coléoptères. La composition des quatre assemblages étant assez homogène, l'analyse écologique ci-dessous traite ces assemblages dans leur ensemble. Les particularités de chacun seront traitées dans la partie « discussion ».

5.1 - LES TAXONS AQUATIQUES

Ils sont extrêmement rares dans les assemblages du puits FT212, avec seulement deux taxons, *Helophorus* et *Ochthebius*, représentés au total par trois individus. Comme on l'a évoqué ci-dessus, le puits analysé ne se prête évidemment pas, par sa profondeur, à une colonisation par une faune aquatique variée et ces deux taxons sont purement accidentels. Ils sont probablement tombés dans le puits au cours d'un déplacement en vol, ou peut-être apportés par des eaux de ruissellement, mais dans ce second cas les insectes aquatiques devraient être bien mieux représentés dans les assemblages.

5.2 - LES TAXONS SYNANTHROPES

Les espèces synanthropes classiques sont également très mal représentées, avec uniquement *Stegobium paniceum* dans l'US11, et *Anobium* (peut-être *punctatum*, identification incertaine effectuée sur de très petits fragments) dans les US11 et US12, pour un total de quatre individus. *Stegobium paniceum*, la vrillette du pain, est une espèce classique des lieux habités par

l'homme, elle se développe dans diverses denrées stockées : céréales, farine, pain, épices diverses, peaux, cuirs... (Delobel & Tran, 1993) et pullule souvent dans les sédiments archéologiques provenant d'habitations. *Anobium punctatum* est un Coléoptère xylophage associé aux bois ouvrés et il n'est pas impossible que les individus découverts aient pu se développer dans une superstructure en bois de type treuil qui devait surmonter le puits et servir à puiser l'eau (Osborne, 1989). Cette pauvreté en synanthropes suggère la rareté des habitations à proximité immédiate du puits. Cette déduction n'est pas en contradiction avec les données archéologiques, qui témoignent de la présence de constructions et d'ateliers, car les activités métallurgiques qui étaient pratiquées à proximité ne sont pas favorables au développement de la faune classique de Coléoptères synanthropes, qui recherche surtout les locaux comportant des lieux de stockage de denrées alimentaires et des déchets de cuisine, les étables ou autres abris pour troupeaux, les accumulations de fumiers ou de paille, etc.

5.3 - LES TAXONS COPROPHAGES/COPROPHILES/NITROPHILES

Ils sont assez nombreux, avec en particulier le géotrupe *Anoplotrupes stercorosus* qui est présent dans toutes les US mais qui abonde particulièrement dans l'US8. Il faut cependant rappeler que ce bousier est aussi capable de consommer des champignons en décomposition et même des cadavres (Bordat & Inglebert, 1997). Les *Aphodius* sont présents aussi sans être abondants. Parmi les espèces fréquemment rencontrées dans les excréments (mais aussi dans les accumulations de débris végétaux en décomposition) on note aussi *Cryptopleurum minutum*, *Coprophilus striatulus*, *Megasternum concinnum* (22 individus), *Anotylus sculpturatus*, ces deux derniers très abondants dans l'US9. *Oxyomus sylvestris* et *Onthophilus striatus* sont trouvés régulièrement dans les fumiers et les composts. Enfin plusieurs espèces phytophages sont associées à des plantes nitrophiles qui poussent dans les lieux fréquentés par les troupeaux : *Brachypterus urticae*, *Nedyus quadrimaculatus*, *Parethelcus pollinarius* sur les orties, *Rhinoncus pericarpus* sur les *Rumex*, *Gastrophysa polygoni* sur les *Rumex* et les renouées (*Polygonum aviculare* et *maritimum*). Cet important contingent de phytophages liés à des plantes nitrophiles indique que des troupeaux devaient stationner à proximité immédiate du puits où, par leurs déjections, ils enrichissent le sol en matières azotées. Il n'existe cependant pas de données archéozoologiques soutenant l'hypothèse de la présence de bétail autour du puits, mais l'importance du contingent de Coléoptères liés à des plantes nitrophiles, et de Coléoptères coprophages/coprophiles évoque bien un lieu fréquenté par des troupeaux, et il est fort possible que le puits ait pu alimenter un abreuvoir pour ces animaux, même si les preuves formelles font défaut.

5.4 - LES TAXONS FORESTIERS

Il s'agit de Coléoptères relevant de plusieurs catégories trophiques et écologiques : espèces prédatrices

forestières (comme certains carabes), espèces coprophages, saprophages et saproxylophages associées aux vieux bois, espèces corticoles, espèces muscicoles, etc. Ces insectes forestiers sont de loin l'élément dominant dans les assemblages. Les carabes forestiers sont représentés par trois taxons : *Carabus nemoralis*, *Carabus auronitens*, *Carabus violaceus purpurascens*, et par un *Cychrus*, *C. attenuatus*. Parmi les Harpalidae, *Abax parallelipedus*, *Abax parallelus* et *Pterostichus melanarius* sont aussi essentiellement forestiers. Il s'agit de grands prédateurs de larves diverses et d'escargots. Le géotrupe *Anoplotrupes stercorosus* dont il a été question au paragraphe précédent est un coprophage/saprophage forestier. Il est représenté par des effectifs importants (25 spécimens). Nous avons récemment expérimenté dans le sud de la Suède ce lien d'*Anoplotrupes stercorosus* avec une couverture forestière : onze placettes dont deux forestières ont été échantillonnées au moyen de pièges Barber. Les pièges des deux placettes forestières ont fourni 189 spécimens d'*Anoplotrupes stercorosus*, contre seulement deux spécimens dans les neuf autres placettes non forestières (Ponel, inédit). Ces résultats montrent clairement que ce géotrupe peut être utilisé comme indicateur de couvert forestier. *Abraeus perpusillus* vit dans le bois pourri, *Agathidium* dans les bois pourris riches en mycélium. La plupart des Staphylinidae identifiés sont aussi forestiers, et souvent associés aux mousses du sous-bois : *Anthobium unicolor*, *Olophrum fuscum*, *Micropeplus* spp., *Othius punctulatus*, *Philonthus decorus*, *Tasgius morsitans*... Les Byrrhidae *Simplocaria semistriata* et *Chaetophora spinosa* sont des muscicoles. *Aspidiphorus orbiculatus* et *Sphaerosoma* sont des petits Coléoptères typiques des litières forestières. Le premier a une écologie très particulière puisqu'il se nourrit de champignons lignicoles et qu'on le retrouve très souvent sur les myxomycètes, un groupe qui se développe sur le bois pourri en milieu forestier. On note aussi une abondante communauté d'espèces corticoles, avec non seulement des Coléoptères (*Rhizophagus* et *Cerylon*), mais aussi des punaises corticoles du genre *Aneurys*. Ces insectes indiquent que du bois mort avec des écorces déhiscentes était disponible sur place. Le grand et spectaculaire Pyrochroidae *Pyrochroa serraticornis* se développe dans le bois pourri des souches et des troncs abattus où sa larve carnassière chasse sous les écorces. Parmi les charançons, les *Acalles* et *Trachodes hispidus* sont aussi des saproxylophages. La biologie de *Leptinus testaceus* est originale puisque cette espèce pholéophile recherche les nids de rongeurs, elle est fréquente dans les troncs d'arbres creux en milieu forestier. La plupart de ces Coléoptères forestiers volent peu ou pas du tout et donc ont une faible capacité de dispersion. En dehors des Coléoptères, *Stenammina* est un genre de fourmi dont les représentants sont rarement rencontrés. Ces fourmis vivent aussi dans les mousses et les litières forestières dont elles sortent peu. La présence de tous ces insectes dans le puits FT212 indique que la forêt devait entourer le site étudié. Il est intéressant de noter que de nombreux habitats du milieu forestier sont représentés, depuis les petits insectes de la litière ou des mousses forestières jusqu'aux grands prédateurs circulants sur le sol en milieu fermé, mais

les assemblages contiennent aussi des insectes liés aux bois vivants, morts, aux cavités d'arbres, aux écorces déhiscentes ou même aux champignons qui poussent sur les troncs et les branches. Nous avons donc au niveau des insectes une représentation très complète de la diversité des habitats forestiers et des niches écologiques.

La découverte de plusieurs espèces conduit cependant à moduler l'interprétation précédente car elles suggèrent que le couvert forestier devait aussi être entrecoupé de clairières, ou du moins de zones mieux éclairées, où une végétation herbacée devait pouvoir se développer (peut-être aux abords immédiats du puits). Ces espèces sont tout d'abord un petit hanneton, *Serica brunnea*, qui est une espèce radicicole ne recherchant pas les milieux forestiers complètement fermés. Parmi les charançons, l'espèce dont l'effectif est le plus abondant est un petit insecte de 4 mm de long, *Barypeithes araneiformis*, une espèce forestière mais dont la larve se développe sur les racines d'herbacées (Alford, 1994). Les adultes de *Barypeithes* vivent dans la litière et peuvent être nuisibles aux jeunes plantules de bouleau ou de chêne car ils s'attaquent aux premières pousses ou à l'écorce des jeunes plants. Ils peuvent aussi s'attaquer aux bourgeons et aux feuilles de jeunes arbres. Un autre charançon, *Sciaphilus asperatus*, se développe aussi sur la végétation herbacée des bords des layons et des clairières. Il en est de même pour la plupart des altises (Chrysomelidae) contenues dans les assemblages, qui ne sont pas des insectes de forêt dense.

5.5 - LES TAXONS INDICATEURS DE PLANTES HÔTES PARTICULIÈRES

Ils sont relativement peu nombreux. Les espèces indicatrices de plantes nitrophiles (orties, *Rumex*, *Polygonum*) ont déjà été évoquées plus haut. Les altises du genre *Phyllotreta* recherchent les Brassicacées, le genre *Apteropeda* se développe aux dépens des Scrophulariacées, Plantaginacées et Lamiacées, selon les espèces. Les fragments d'*Apteropeda* recueillis n'ont malheureusement pas été suffisants pour identifier le taxon au niveau spécifique, ce qui aurait permis d'apporter une précision supplémentaire concernant la plante-hôte. Le rhynchite *Neocoenorrhinus germanicus* vit sur *Fragaria*, *Rubus* et *Rosa*. Parmi les charançons, *Leiosoma deflexum* vit sur diverses Ranunculaceae : *Ranunculus*, *Anemone*, *Caltha* ; *Hypera zoilus* se développe sur la luzerne et les trèfles ; *Coelositona cambicus/cinerascens* sur *Lotus uliginosus* et *L. corniculatus*. Les espèces indicatrices de ligneux se rencontrent parmi les scolytes : *Hylesinus varius* est associé aux frênes, *Scolytus ratzeburgi* au bouleau et *Orchestes quercus* aux chênes. Ainsi, bien que peu nombreuses, les espèces de Coléoptères phytophages oligophages fournissent des informations précieuses pour reconstituer le couvert végétal autour du puits.

5.6 - LES TAXONS INDICATEURS DE CONDITIONS CLIMATIQUES PARTICULIÈRES

Tous les taxons identifiés dans les assemblages du puits FT212 sont potentiellement présents dans la région où se situe le site d'étude. Il n'existe pas d'indicateurs de

climat plus chaud ou plus froid parmi les Coléoptères sténothermes identifiés. De même les proportions des différents genres de coprophages contenus dans les assemblages ne fournissent pas d'indices probants de climat plus chaud, contrairement à ce qu'a pu montrer Osborne à propos de la faune du Bronze tardif identifiée dans le puits de Wilsford (Osborne, 1969, 1989). Il est donc très probable que les assemblages du puits se soient déposés dans des conditions climatiques très proches des conditions actuelles, voire identiques.

5.7 - CARACTÉRISTIQUES DES ÉCHANTILLONS ET DYNAMIQUE DE REMPLISSAGE

Afin de mieux percevoir les caractéristiques de chaque échantillon et la dynamique de remplissage, on a essayé de classer un maximum d'espèces dans les quatre catégories retenues pour leur intérêt interprétatif : aquatiques, coprophiles, forestiers, synanthropes (tabs. 2, 3 & 4). Une première approche, par US et en nombre d'individus, permet de mieux visualiser la part de chacune des quatre catégories. Les insectes aquatiques sont présents en petit nombre au fond du puits, US11 et US12, et de manière résiduelle US9. Leur proportion diminue de 8 à 5 puis 0,6 % du nombre d'individus. Les coprophiles/coprophages sont plus abondants et représentent environ 30 % de l'effectif sauf dans la couche supérieure. Le contingent le plus important est sans conteste celui des insectes forestiers, qui sont dominants tout au long de la séquence. La place des synanthropes est réduite alors que dans un assemblage d'habitat type c'est la catégorie généralement la mieux représentée. Ils disparaissent même à partir de l'US9.

	Nb taxons	US12	US11	US9	US8	Total
Aquatiques	2	1	1	1	0	3
Coprophiles	11	4	6	52	0	62
Forestiers	36	6	9	104	36	155
Synanthropes	2	1	4	0	0	5
Déterminés	51	12	20	157	36	225
Indéterminés	85	22	26	171	3	222
Total	136	34	46	328	39	447

Tab. 3 : Nombre de taxons de Coléoptères par catégories écologiques dans les quatre unités stratigraphiques analysées.

Tab. 3: Numbers of Coleopteran taxa per ecological categories in the four analyzed stratigraphic units.

	Nb taxons	US12	US11	US9	US8	Total
Aquatiques	3,9	8,3	5,0	0,6	0,0	1,3
Coprophiles	21,6	33,3	30,0	33,1	0,0	27,6
Forestiers	70,6	50,0	45,0	66,2	100,0	68,9
Synanthropes	3,9	8,3	20,0	0,0	0,0	2,2
Déterminés	37,5	35,3	43,5	47,9	92,3	50,3
Indéterminés	62,5	64,7	56,5	52,1	7,7	49,7
Total	136	34	46	328	39	447

Tab. 4 : Pourcentages des principales catégories écologiques de Coléoptères dans les quatre unités stratigraphiques analysées.

Tab. 4: Percentages of the main Coleopteran ecological categories in the four analyzed stratigraphic units.

La représentation de ces mêmes données mais par US et en pourcentage d'individus permet de voir que les deux premières US (11 et 12) livrent des profils très semblables (figs. 2 & 3). Dès le fond du puits, la part des insectes forestiers approche les 50 % du total des individus classés, et sur l'ensemble des quatre échantillons ils représentent près de 70 % de l'effectif, ce qui est exceptionnellement élevé. De plus l'évolution est très nette avec un accroissement en US9 puis une suprématie totale en US8. Il n'est pas exclu dans cette dernière US, ils aient été favorisés par des facteurs taphonomiques mais même si seules les grandes espèces sont représentées, il n'en demeure pas moins que nous n'avons trouvé que des insectes forestiers. Si nous n'avions affaire qu'à des niveaux de comblement post-occupation, ils pourraient être associés avec un retour logique de la forêt, après abandon du site, mais ce n'est pas le cas. D'une part, l'étude archéologique globale du puits montre que le comblement a été rapide et on peut penser qu'il n'y a pas eu de curage peu de temps avant l'abandon. En effet, la présence de mobilier métallique (grappins) permettant de remonter les seaux d'eau hors du puits tend à prouver que les US11 et US12 sont bien des niveaux d'utilisation. Dès lors, il est fort surprenant d'y observer déjà de tels taux d'insectes forestiers. Ceci pose la question de l'environnement proche du site et doit faire envisager une implantation dans une zone boisée ou au mieux dans une clairière forestière.

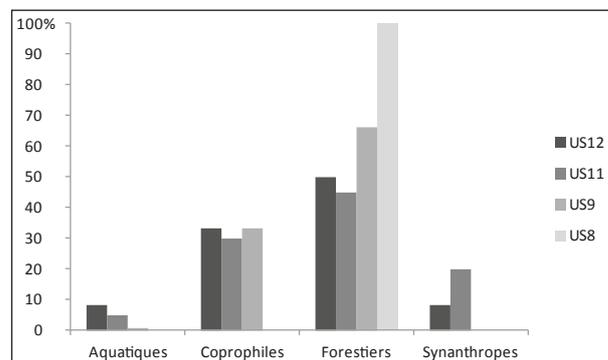


Fig. 2 : Pourcentage d'individus de Coléoptères des différentes catégories écologiques dans les quatre unités stratigraphiques analysées.
Fig. 2: Percentage of Coleopteran individuals of the different ecological categories in the four analyzed stratigraphic units.

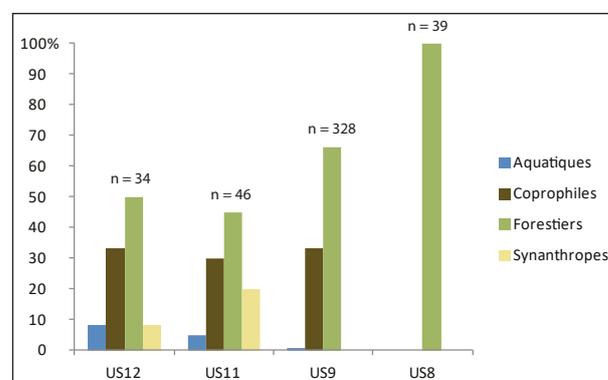


Fig. 3 : Composition en pourcentage d'individus des différentes catégories écologiques de Coléoptères dans les quatre unités stratigraphiques analysées.

n/ nombre total de taxons par unité stratigraphique.

Fig. 3: Composition in percentage of individuals of the different Coleopteran ecological categories in the four analyzed stratigraphic units. n, total number of taxa per stratigraphic unit.

Les insectes synanthropes (liés à l'homme) disparaissent dès l'US9. L'abandon par l'homme du secteur du puits a dû être rapide puisque les rares témoins d'activités humaines, de la présence de bâtiments, sont totalement absents des deux US supérieures, US9 et US8. Ceci pourrait partiellement être dû à la vitesse de remplissage qui pourrait masquer leur présence. Mais ce n'est pas le cas pour les autres catégories et il n'y a pas de raison que seule une composante de la faune, qui plus est une composante importante, disparaisse brusquement dans nos échantillons. Peut-être l'intensité d'occupation était-elle déjà très basse au moment où intervient le comblement du puits. C'est en tout cas ce que tendraient à prouver les taux peu élevés d'insectes liés à l'homme. Au-delà de l'US9, les coprophiles disparaissent aussi. Mais l'échantillon est petit et constitué uniquement de grandes espèces, ce qui fait suspecter un problème taphonomique. Malgré tout il se situe dans la logique de cette évolution et on ne peut l'écarter.

Afin de tenir compte de possible biais dû à la surreprésentation de certaines espèces, un décompte global a été effectué en occurrence d'espèces au sein des quatre US, en parallèle au décompte global par individus (tab. 5). Le graphique qui en est tiré (fig. 4) ne fait apparaître que de légères modifications entre ces deux modes de décompte. Les catégories mal représentées, aquatiques et synanthropes en profitent un peu, au détriment des coprophiles.

	Nb individus	% individus	Nb occurrences	% occurrence
Aquatiques	3	1,3	3	3,8
Coprophiles	62	27,6	14	17,9
Forestiers	155	68,9	58	74,4
Synanthropes	5	2,2	3	3,8
Déterminés	225	50,3	78	40,4
Indéterminés	222	49,7	115	59,6
Total	447		193	

Tab. 5 : Pourcentages des nombres d'individus et des occurrences, par catégories écologiques de Coléoptères.

Tab. 5: Percentages of individual numbers and occurrences of taxa per Coleopteran ecological categories.

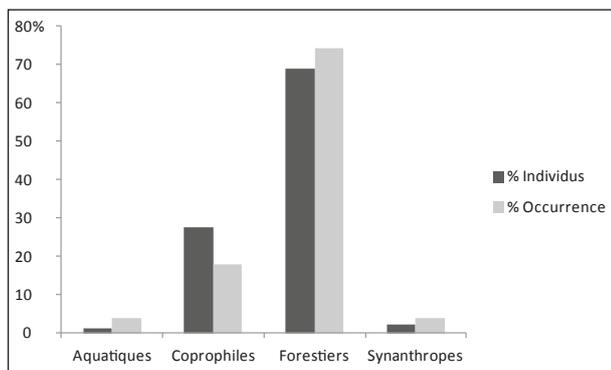


Fig. 4 : Pourcentages globaux des nombres d'individus et des occurrences des taxa, par catégories écologiques de Coléoptères.

Fig. 4: Overall percentages of individuals and occurrences of taxa per Coleopteran ecological categories.

6 - DISCUSSION

L'interprétation est basée principalement sur l'assemblage de l'US9, de loin le plus riche. Il s'agit d'un assemblage de Coléoptères qui évoque un milieu forestier très caractérisé, très proche du puits, avec aussi bien des taxons directement liés aux arbres (xylophages et saproxylophages, par exemple) que des taxons sciaphiles épigés. La couverture forestière très dense (à base de chênes, de bouleaux et de frênes, au moins en partie) devait ménager localement du sous-bois, des clairières, des zones plus lumineuses ou du moins des zones plus ouvertes correspondant peut-être aux abords du puits, qui devait être fréquenté et piétiné par le passage d'hommes et de troupeaux comme le suggère la conjonction de Coléoptères coprophages et de Coléoptères phytophages associés à des plantes nitrophiles (orties en particulier). Ces espaces plus ouverts sont aussi évoqués par des Coléoptères comme le petit hanneton *Serica brunnea*, et diverses espèces phytophages, charançons et chrysomèles (altises). La pauvreté en synanthropes suggère qu'à proximité, il n'y avait pas ou peu d'habitations, de lieux de stockage de denrées alimentaires, d'étables... La pauvreté en aquatiques est à mettre au compte de la profondeur du puits, qui ne peut convenir à la vie de Coléoptères, et non à un épisode de comblement ou d'assèchement.

Il est difficile de mettre en évidence une dynamique dans la succession de ces quatre assemblages, en raison du fort déséquilibre des volumes de sédiment traité et des richesses taxonomiques très différentes, toutefois on peut quand même noter que les deux taxons synanthropes *Anobium punctatum* et *Stegobium paniceum* sont présents uniquement dans les deux US inférieures. L'US9 bien que très riche n'en comprend aucun. L'US8 ne présente pas d'éléments originaux par rapport à l'US9, si ce n'est la présence d'*Orchestes quercus* du chêne, et l'abondance extrême du géotrupe sapro-coprophage *Anoplotrupes stercorosus*.

La synthèse des données par catégories permet une meilleure visualisation de ces phénomènes. La situation initiale correspond aux US11 et US12. Le puits est sans doute encore en eau et une petite présence humaine s'y fait sentir au travers des insectes synanthropes qui tombent dedans. Ils disparaissent à partir de l'US9, comme les insectes aquatiques. Toutefois les Coléoptères aquatiques sont très mal représentés dans l'ensemble car leur présence est fortuite, certainement due à un apport accidentel, leur absence dans les US8 et US9 ne peut être interprétée comme un assèchement du puits. En revanche, la part des insectes coprophages ou coprophiles reste stable ce qui signifie probablement que, tant qu'il y a de l'eau, des troupeaux continuent à venir s'y abreuver. Ceci ne semble plus être le cas par la suite, puisque seule la composante forestière perdure.

6.1 - COMPARAISON AVEC LES DONNÉES DENDROLOGIQUES, CARPOLOGIQUES ET BRYOLOGIQUES

La fouille du puits a mis au jour 35 fragments de bois dans six US de comblement (US1, US8, US9, US10, US11, US12), identifiant six essences : l'aulne, le chêne, le frêne, un arbre fruitier à noyau, l'orme et le saule, avec une prépondérance pour le chêne. Il n'est pas possible de connaître l'espèce de chêne en question sur la base de critères anatomiques, il peut s'agir du chêne pédonculé (*Quercus robur*), du chêne sessile ou rouvre (*Quercus petraea*) ou du chêne pubescent (*Quercus pubescens*) (Tegel, 2017). Ces essences plaident en faveur d'une exploitation de forêts humides, à proximité de cours d'eau. La présence du bouleau, évoquée par les Coléoptères, n'est pas confirmée par l'analyse dendrologique, contrairement à la présence du chêne et du frêne. Inversement, aucun Coléoptère strictement lié à l'aulne n'est enregistré, alors que du bois d'aulne a été identifié ; mais il est possible que la présence de cette essence dans le puits résulte d'un apport par l'homme depuis les rives d'un cours d'eau éloigné.

L'excavation du puits a révélé un grand nombre de plantes identifiées dans des restes imbibés et recueillis dans six US de comblement (US1, US8, US9, US10, US11, US12). L'étude carpologique (Toulemonde, 2017) montre la présence de graines et de fruits de 18 taxons de plantes ligneuses et de semences de 12 taxons d'herbacées sauvages. Parmi les ligneux sont identifiées des espèces arborées (chêne, charme, houx, tilleul, pommier, merisier, prunier, noyer, sureau, noisetier, prunellier, aubépine, liane, églantier et murier-ronce). Ces espèces, vivant dans les forêts ou les clairières permettent d'entrevoir un environnement très fermé autour du puits FT212. La présence de fruits à coque et à noyau, de noisette et de noix conservés entièrement ou peu fragmentés permet également d'avancer une formation naturelle pour les dépôts de ces espèces croissant autour du puits. Numériquement plus faibles, les herbacées les plus représentatives sont des espèces forestières d'ombre et de demi-ombre, comme *Circaea lutetiana*, *Chaerophyllum temulum* et *Agrimonia eupatoria*. Ce constat s'expliquerait par un environnement très fermé, c'est-à-dire un espace forestier autour du site. Les plantes nitrophiles comprennent *Arctium lappa*, *Lamproloma communis* et *Urtica dioica*. Selon Toulemonde (2017), ces assemblages proviennent probablement de dépôts accumulés au fond du puits sous l'effet de facteurs naturels plus que de facteurs anthropiques : chute des fruits à maturité, apport du vent, de la pluie, transport par des animaux... L'image qui se dégage des assemblages carpologiques est donc très comparable à celle tirée des assemblages de Coléoptères, à savoir un milieu forestier dense et ombragé mais entrecoupé de clairières avec une végétation nitrophile typique des sols enrichis en nitrates, qui paraît bien résulter de la fréquentation de troupeaux.

Cette analyse carpologique est également complétée par l'examen des bryophytes découverts dans les US11 et US12 (Hébrard, 2017), qui confirment la présence d'une forêt dense entrecoupée de clairières dans lesquelles se développait notamment l'espèce *Campylopus* sp.

6.2 - COMPARAISON AVEC LE Puits DE WILSFORD (WILTSHIRE, ANGLETERRE)

La comparaison des présents résultats obtenus sur le puits du Clos-Paul avec ceux obtenus par Osborne (1969, 1989) sur le puits de Wilsford est intéressante car pour des structures archéologiques très comparables (mais d'âges bien différents) l'image des paléoenvironnements tirés des assemblages de Coléoptères est totalement différente. À Wilsford il s'agit en effet d'un puits cylindrique vertical de 2 m de diamètre et de 30 m de profondeur. C'est un puits de l'Âge du Bronze tardif. Une très ancienne date ¹⁴C obtenue à la cote 29,4-29,8 m a fourni un âge de 3 330 ± 90 BP (National Physical Laboratory, N.P.L. 74) (Ashbee, 1966). C'est cette couche qui a fourni un assemblage de Coléoptères extrêmement riche (138 taxons) et composé de restes bien préservés. Le puits du Clos-Paul atteint une profondeur de 12,34 m, pour un diamètre intérieur du cuvelage qui oscille entre 0,80 m et 1,20 m. Le nombre de taxons identifiés au total est quasiment identique, avec 136 taxons.

L'assemblage de Coléoptères de Wilsford révèle un environnement local très éloigné de celui du Clos-Paul (où la suprématie des éléments forestiers est remarquable) : le groupe écologique qui domine de très loin l'assemblage est celui des coprophages/coprophiles, qui au total réunit 50 % des individus. Outre ces insectes principalement liés aux excréments de grands mammifères, Osborne rapporte la présence d'une série d'espèces dont les larves consomment des racines de diverses herbacées (*Phyllopertha horticola*, *Homaloptia ruricola*, *Adelocera murina*, *Agriotes sputator*...). Enfin, beaucoup de charançons et de chrysomèles sont associés à des plantes dont la plupart pousse dans des milieux ouverts, particulièrement dans ceux fréquentés par des troupeaux. *Crepidodera ferruginea* vit sur les chardons, *Hypera punctata* sur le trèfle et la luzerne, *Mecinus pyraister* sur le plantain, etc. L'image qui se dégage de cet assemblage de Wilsford est donc clairement celle d'un milieu très ouvert, de prairies pâturées, avec absence quasi totale de ligneux. La faune aquatique est réduite à un très petit nombre de genres et d'individus, ce qui évoque le puits du Clos-Paul, et qui est aussi interprété par Osborne (1989) comme des spécimens tombés accidentellement dans le puits.

En ce qui concerne les conditions climatiques, il n'existe pas de taxon clairement indicateur de climat plus chaud ou plus froid que l'actuel, en revanche chez les Coléoptères coprophages, Osborne (1989) interprète le pourcentage élevé d'individus d'*Onthophagus* par rapport aux *Aphodius* comme indicateur de conditions plus tempérées. Les *Onthophagus* représentent en effet près de 50 % du total, ce qui n'est pas du tout le cas dans les communautés actuelles de coprophages de la région du Wiltshire mais serait comparable à ce qu'on peut rencontrer actuellement en région méditerranéenne française. Cette hypothèse originale mériterait d'être discutée, mais en tout état de cause ne peut s'appliquer au Clos-Paul en raison de la rareté

des représentants de ces deux genres. Enfin, il existe d'assez nombreux indicateurs d'activités humaines, comme *Stegobium paniceum* et *Ptinus fur*, associés aux denrées alimentaires entreposées, et *Anobium punctatum* (une vrillette qui se développe dans les bois ouverts), présente en grand nombre à Wilsford et qui, selon Osborne (1989), aurait pu se développer sur des structures en bois surmontant le puits (garde-corps, treuil...).

7 - CONCLUSIONS

L'analyse d'assemblages de Coléoptères (et plus généralement d'insectes) contenus dans le remplissage sédimentaire des anciens puits se prête bien à l'élaboration de reconstructions paléoenvironnementales extrêmement précises. De tels assemblages contiennent essentiellement une faune qui reflète les environs immédiats de la structure étudiée, alors que les assemblages provenant de carottage de sites naturels (lacs, étangs, tourbières...) sont parfois majoritairement composés de taxons aquatiques ou ripicoles, qui occultent ou brouillent l'enregistrement extra-local.

L'exemple du puits du Clos-Paul montre à quel point l'analyse d'une telle structure est en mesure de fournir des assemblages de Coléoptères riches et diversifiés, dont l'interprétation donne une image originale et détaillée de l'environnement, bien plus précise que celle qui peut être obtenue à partir d'autres marqueurs en raison de la grande diversité des exigences écologiques des Coléoptères (il existe près de 11 000 représentants de cet ordre en France, chacun ayant ses particularités biologiques et sa niche écologique propre). Un puits dont on pouvait imaginer que le rôle était probablement d'abreuver le bétail, et donc se situer dans un milieu ouvert de type pâturage, s'avère finalement s'ouvrir dans une ambiance forestière caractérisée. Les assemblages du Clos-Paul sont en effet marqués par l'écrasante domination des Coléoptères xylophages, saproxylophages et sciaphiles. Cette situation est d'autant plus remarquable que l'analyse du puits de Wilsford, étudié autrefois par Osborne (1969, 1989), et de structure très proche de celui du Clos-Paul, conduit à des conclusions radicalement différentes : au lieu d'une faune de Coléoptères forestiers, le très riche assemblage de Wilsford contient exclusivement des insectes associés à des prairies : coprophages liés aux excréments des troupeaux, phytophages liées aux Poacées et à diverses plantes herbacées souvent associées aux terrains pâturés.

REMERCIEMENTS

Merci à Allison Bain et Dominique Sordoillet pour leur relecture et leurs remarques constructives.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALFORD D.V., 1994 - *Ravageurs des végétaux d'ornement : arbres, arbustes, fleurs*, 2^e éd. Editions Quae, Versailles, 480 p.
- ALVEY R.C., 1976 - A Roman well at Bunny, Nottinghamshire. *Transactions of the Thoroton Society of Nottinghamshire*, **71**, 8.
- ASHBEE P., 1963 - The dating of the Wilsford Shaft. *Antiquity*, **40**, 227-228.
- BALACHOWSKY A., 1949 - *Coléoptères Scolytides*. Faune de France, **50**. Librairie de la Faculté des Sciences, Paris, 320 p.
- BORDAT P. & INGLEBERT H., 1997 - *Catalogue des Coléoptères de l'Île de France, VI, Lucanidae, Scarabaeoidea*. Bulletin de Liaison de l'Association des Coléoptéristes de la Région Parisienne, Supplément, **29**. ACOREP, Paris, 65 p.
- BUCKLAND P.C., 1980 - Insect remains from the well. In I.M. Stead (ed.), *Rudston Roman Villa*. Yorkshire Archaeological Society, Leeds, 162-167.
- BUCKLAND P.C., 1981 - An Insect Fauna from a Roman Well at Empingham, Rutland. *Transactions of the Leicestershire Archaeological and Historical Society*, **60**, 1-6.
- COOPE G.R., 1986 - Coleoptera analysis. In B.E. Berglund (ed.), *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. Wiley & Sons, Chichester, 703-713.
- COOPE G.R. & OSBORNE P.J., 1968 - Report on the Coleopterous Fauna of the Roman Well at Barnsley Park, Gloucestershire. *Transactions of the Bristol and Gloucestershire Archaeological Society*, **86**, 84-87.
- DELOBEL A. & TRAN M., 1993 - *Les Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes*. Faune tropicale, **32**. Orstom & CTA, Paris, 425 p.
- DENFORD S.M., 1980 - Mites from selected contexts from the Roman well. In A.R. Hall, H.K. Kenward & D. Williams (eds.), *Environmental evidence from Roman deposits in Skeldergate*. The Archaeology of York supplementary series, **14** & The Past Environment of York, **3**. Council for British Archaeology, London, 139-141.
- DOGUET S., 1994 - *Coléoptères Chrysomelidae. Volume 2, Alticinae*. Faune de France, **80**. Fédération française des Sociétés de Sciences naturelles, Paris, 694 p.
- GIRLING M.A., 1989 - The Insect Fauna of the Roman Well at the Cattlemarket. In A. Down (ed.), *Chichester Excavations. 6*. Philimore, Chichester, 234-241.
- HAKBIJL T., PALS J.P. & TROOSTHEIDE C.D., 1989 - Plant and insect remains from the Late Neolithic well at Kolhorn. *Palaeohistoria*, **31**, 157-163.
- HÉBRARD J.-P., 2017 - Les Bryophytes du site gallo-romain du Clos Paul. In J. Mariani (ed.), *Charleville-Mézières, «Le Clos Paul», «Le Triot du Sart» (Ardennes). Rapport final d'opération, fouille archéologique, Volume II, Études des spécialistes*. Cellule départementale d'archéologie, Conseil départemental des Ardennes, 226-227.
- HOFFMANN A., 1950-1958 - *Coléoptères Curculionides (Première Partie) (1950), (Deuxième Partie) (1954), (Troisième Partie) (1958)*. Faune de France, **52**, **59** & **62**. Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, Paris, 1839 p.
- KENWARD H.K., 2009 - *Invertebrates in archaeology in the North of England*. Northern Regional Review of Environmental Archaeology, Research Department Report Series, **12-2009**. English Heritage, 625 p.
- KENWARD H.K., HALL A.R. & JONES A.K.G., 1986 - Environmental Evidence from a Roman Well and Anglian Pits in the Legionary Fortress. The Archaeology of York supplementary series, **14** & The Past Environment of York, **5**. Council for British Archaeology, London, 47 p.
- KLAUSNITZER B., 1996 - *Käfer im und am Wasser*. Westarp Wissenschaften, Magdeburg & Spektrum Akademische Verlag, Heidelberg, 200 p.
- KLAUSNITZER B., 2009 - *Scirtidae der Westpalaäarktis. Insecta: Coleoptera: Scirtidae. Süßwasserfauna von Mitteleuropa*, **20/17**. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 326 p.
- KOCH K., 1989-1992 - *Die Käfer Mitteleuropas*, Ökologie, vol. 1, 2 & 3. Goecke & Evers, Krefeld, 440, 382 & 389 p.
- LENTACKER A., BAKELS C.C., VERBEECK M. & DESENDER K., 1992 - The Archaeology, Fauna and Flora of a Roman Well at Erps-Kwerps (Brabant, Belgium). *Helinium*, **32**, 110-131.
- MARIAN J., 2016 - *Charleville-Mézières "Le Clos Paul-Le Triot du Sart". Rapport final d'opération, fouille archéologique*. Service Régional d'Archéologie de Champagne-Ardenne, Direction Régionale des Affaires Culturelles, Charleville-Mézières, 5 vols., p.

- MERTENS J., DESENDER K. & VAN KERCKVOORDE M., 1986** - Insect fauna from a Roman well at Maldegem (Belgium). *Scholae Archaeologicae*, **6**, 45-48.
- OSBORNE P.J., 1969** - An insect fauna of Late Bronze Age date from Wilsford, Wiltshire. *Journal of Animal Ecology*, **38**, 555-566.
- OSBORNE P.J., 1975** - The Coleoptera from the Roman Well (on the intervallum road, east of the gyrus). *Transactions of the Birmingham and Warwickshire Archaeological Society*, **87**, 44-46.
- OSBORNE P.J., 1989** - Insects. In P. Ashbee, M. Bell & E. Proudfoot (eds.), *Wilsford Shaft, Excavations 1960-62*. English Heritage, London, 96-99 + fiche C1-7.
- PAKULNICKA J., 2008** - The formation of water beetle fauna in anthropogenic water bodies. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, **37** (1), 31-42.
- PONEL P., ANDRIEU-PONEL V. & BOUIRON M., 2014** - Vegetation and landscape from 14th to 17th century AD in Marseille city centre, reconstructed from insect and pollen assemblages. *Quaternary International*, **31**, 152-171.
- PONEL P. & YVINEC J.-H., 2017** - Les assemblages d'insectes du puits FT212 du site gallo-romain du Clos Paul à Charleville-Mézières (Ardennes). In J. Marian (ed.), *Charleville-Mézières, «Le Clos Paul», «Le Triot du Sart» (Ardennes). Rapport final d'opération, fouille archéologique, Volume II, Études des spécialistes*. Cellule départementale d'archéologie, Conseil départemental des Ardennes, Charleville-Mézières, 211-224.
- SAMWAYS M.J., MCGEOCH M.A. & NEW T.R., 2010** - *Insect conservation: a handbook of approaches and methods*. Oxford University Press, Oxford, 441 p.
- SCHELVIS J., 1989** - Mites (Acari) from the Late Neolithic well at Kolhorn (The Netherlands). *Palaeohistoria*, **31**, 165-171.
- SOUTHWOOD T.R.E., 1984** - *Ecological methods, with particular reference to the study of insects populations*. Chapman and Hall, London, 524 p.
- SUDELL T.L., 1988** - *The Insect Remains from the Well (5500) at the Dalton Parlours Roman Villa Site, West Yorkshire*. Master of Arts dissertation, University of Sheffield, p.
- SUDELL T.L., 1990** - The insects from Well 1. In S. Wrathmell & A. Nicholson (eds.), *Dalton Parlours: Iron Age settlement and Roman Villa Site*. Yorkshire Archaeology, **3**. West Yorkshire Archaeology Service, Wakefield, 267-271.
- TEGEL W., 2017** - Dendrochronologie, Charleville-Mézières (08) "Clos Paul". In J. Marian (ed.), *Charleville-Mézières, «Le Clos Paul», «Le Triot du Sart» (Ardennes). Rapport final d'opération, fouille archéologique, Volume II, Études des spécialistes*. Cellule départementale d'archéologie, Conseil départemental des Ardennes, 231-239.
- TOULEMONDE F., 2017** - Rapport d'étude carpologique des structures gallo-romaines de Charleville-Mézières «Le Clos Paul» 2010 et 2013 (Ardennes). In J. Marian (ed.), *Charleville-Mézières, «Le Clos Paul», «Le Triot du Sart» (Ardennes). Rapport final d'opération, fouille archéologique, Volume II, Études des spécialistes*. Cellule départementale d'archéologie, Conseil départemental des Ardennes, Charleville-Mézières, 193-208.
- TRONQUET M. (coord.), 2014** - *Catalogue des Coléoptères de France*. Association roussillonnaise d'Entomologie, Perpignan, 1052 p.