



HAL
open science

Des mammouths sous l'autoroute. L'exploitation des données environnementales et leurs apports pour diagnostiquer et étudier les sites paléolithiques : l'exemple des fouilles du Contournement Ouest de Strasbourg (Bas-Rhin)

Sylvain Griselin, François Bachellerie, Olivier Moine, Nathalie Schneider, Patrice Wuscher, Noémie Sévêque, Charlotte Leduc, Héloïse Koehler, Éric Boës

► To cite this version:

Sylvain Griselin, François Bachellerie, Olivier Moine, Nathalie Schneider, Patrice Wuscher, et al.. Des mammouths sous l'autoroute. L'exploitation des données environnementales et leurs apports pour diagnostiquer et étudier les sites paléolithiques : l'exemple des fouilles du Contournement Ouest de Strasbourg (Bas-Rhin). Bioarchéologie: minimums méthodologiques, référentiels communs et nouvelles approches, Carine Carpentier; Rose-Marie Arbogast; Philippe Kuchler, Nov 2019, Sélestat, France. 10.34692/ktsf-c519 . hal-03300664v1

HAL Id: hal-03300664

<https://inrap.hal.science/hal-03300664v1>

Submitted on 27 Jul 2021 (v1), last revised 19 Aug 2021 (v2)

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

Sylvain GRISELIN

Inrap – UMR 7041 ArScAn

sylvain.griselin@inrap.fr

François BACHELLERIE

Archéologie Alsace – UMR 5199 PACEA

francois.bachelierie@archeologie.alsace

Olivier MOINE

CNRS – UMR 8591 LGP

olivier.moine@lgp.cnrs.fr

Nathalie SCHNEIDER

Inrap – UMR 7362 LIVE

nathalie.schneider-schwien@inrap.fr

Patrice WUSCHER

Archéologie Alsace – UMR 7362 LIVE

patrice.wuscher@archeologie.alsace

Noémie SÉVÉQUE

Géoarchéon – UMR 7041 AnTET

noemieseveque@gmail.com

Charlotte LEDUC

Inrap – UMR 8215 Trajectoires

charlotte.leduc@inrap.fr

Héloïse KOEHLER

CCE d'Alsace – Archéologie Alsace

UMR 7044 ArchiMédE

heloise.koehler@archeologie.alsace

Éric BOËS

Inrap – UMR 7044 ArchiMédE

eric.boes@inrap.fr

Mots clés

Paléolithique moyen, paléoenvironnement, loess, archéozoologie, géomorphologie, anthracologie, malacologie, Alsace

Keywords

Middle Paleolithic, paleoenvironment, loess, archaeozoology, geomorphology, anthracology, malacology, Alsace

Référence électronique

GRISELIN, Sylvain, BACHELLERIE, François, MOINE, Olivier, SCHNEIDER, Nathalie, WUSCHER, Patrice, SÉVÉQUE, Noémie, LEDUC, Charlotte, KOEHLER, Héloïse & BOËS, Éric (2021). Des mammouths sous l'autoroute. L'exploitation des données environnementales et leurs apports pour diagnostiquer et étudier les sites paléolithiques : l'exemple des fouilles du contournement Ouest de Strasbourg (Bas-Rhin). Dans C. Carpentier, R.-M. Arbogast & P. Kuchler (dir.), *Bioarchéologie : minimums méthodologiques, référentiels communs et nouvelles approches : actes du 4^e séminaire scientifique et technique de l'Inrap*, 28-29 nov. 2019, Sélestat. <<https://doi.org/10.34692/ktsf-c519>>.

Des mammouths sous l'autoroute. L'exploitation des données environnementales et leurs apports pour diagnostiquer et étudier les sites paléolithiques : l'exemple des fouilles du Contournement Ouest de Strasbourg (Bas-Rhin)

Résumé

Bien que l'Alsace soit connue pour son potentiel archéologique paléolithique depuis le XIX^e siècle, ce n'est que récemment que la recherche en Préhistoire ancienne connaît un nouvel élan. À l'occasion des diagnostics archéologiques menés préalablement au projet autoroutier du Contournement Ouest de Strasbourg, des sondages profonds ont été réalisés. Sept indices de site du Paléolithique moyen ont été identifiés, dont trois ont fait l'objet de fouilles. Les travaux menés sur les séquences loessiques observées sur ces sites ont permis de reprendre le cadre de référence stratigraphique, chronologique et environnemental pour la Préhistoire locale. Ces travaux sont fondés sur une approche pluridisciplinaire à haute résolution (géomorphologie, archéozoologie, malacologie, etc.) afin de restituer le cadre paléoenvironnemental des occupations et de mieux comprendre les interactions hommes/milieu.

Abstract

Alsace has been known for its Paleolithic archaeological potential since the 19th century. Only recently has research in ancient Prehistory been gaining momentum. On the occasion of the diagnostics carried out for the motorway project of the Contournement Ouest de Strasbourg, deep surveys were carried out. Five Middle Paleolithic deposits have been identified, three of which have been excavated. The work carried out on the loessic sequences observed at these sites allows for the reinvestigation of the stratigraphic, chronological and environmental reference frame for local prehistory. This work is based on a multidisciplinary, high-resolution approach (geomorphology, archaeozoology, malacology, etc.) to restore the palaeoenvironmental context of occupations and to better understand human-environment interactions.

1. Introduction

L'Alsace est connue pour son potentiel paléolithique depuis le XIX^e siècle (Schumacher, 1897 ; Forrer, 1925 ; Wernert, 1957). Les recherches sur la Préhistoire ancienne connaissent depuis quelques années un nouvel élan dans la région, notamment grâce à une plus grande attention portée au potentiel paléolithique lors des diagnostics archéologiques préventifs, aux fouilles programmées des sites du Paléolithique moyen de Mutzig (67) et Magdalénien de Wolschwiller (68) et à la création de deux projets collectifs de recherches (Diemer, 2016 ; Wuscher & Moine, 2018). Les opérations d'archéologie préventive menées par l'Inrap et Archéologie Alsace, en amont des travaux engagés sur le Contournement Ouest de Strasbourg (COS), s'inscrivent donc dans cette dynamique marquée par l'intérêt de plusieurs chercheurs, travaillant dans différents domaines sur cette période. Contrairement aux époques plus récentes, les populations paléolithiques ont traversé des changements environnementaux majeurs résultant de la succession de périodes glaciaires et interglaciaires. Le lien entre environnement, gestion et occupation des territoires, adaptation et évolution des populations est donc

questionné depuis longtemps par les préhistoriens. Dès lors, les données bioarchéologiques permettant de reconstituer le milieu de vie des peuplements humains ont très tôt, et au même titre que les données géomorphologiques, intéressé les préhistoriens : étude des faunes quaternaires, palynologie, malacologie, etc. (Heim et coll., 1984 ; Wuscher et coll., 2020).

Les approches bioarchéologiques et géomorphologiques apportent de nombreuses données. Elles ont ainsi permis, dès les diagnostics du COS, de dresser un cadre géomorphologique général pour la dernière période glaciaire (-110 000 à -15 000 ans) et la fin de l'avant-dernière période glaciaire (-230 000 à -130 000 ans). Néanmoins, ce n'est qu'à la suite des fouilles qui ont suivies qu'il a été possible d'exploiter pleinement les données paléoenvironnementales.

Parallèlement aux volets « chronologique » et « environnemental », l'analyse plus spécifique des vestiges fauniques apparaît également comme un objet d'étude fondamental pour la compréhension des sociétés paléolithiques. Ces vestiges sont le plus souvent, avec les artefacts lithiques, les seuls témoins matériels qui sont parvenus jusqu'à nous. Ils permettent d'affiner et de compléter les observations réalisées sur la base des seules industries lithiques : stratégies de chasse, fonction des sites, etc. En s'appuyant sur les recherches engagées dans le cadre des travaux du COS, nous analyserons la place des données bioarchéologiques dans une réflexion globale sur la recherche et la compréhension d'occupations paléolithiques, depuis le diagnostic jusqu'à leur fouille.

2. Le Contournement Ouest de Strasbourg

2.1. Un projet d'aménagement de grande envergure...

D'importants décaissements corrélés au projet de construction de l'autoroute A355 (COS), à l'ouest de Strasbourg, par la société ARCOS – VINCI, ont permis la réalisation de sondages profonds, lors des diagnostics archéologiques. Ces sondages ont offert l'opportunité d'identifier sept indices de site attribués au Paléolithique moyen et/ou supérieur, dont trois ont fait l'objet de fouilles.

L'emprise du COS porte sur le tracé de l'autoroute et des zones annexes nécessaires à l'exécution des ouvrages d'art et des travaux [fig. 1]. L'emprise totalise 462,4 ha répartis sur un linéaire de 25,6 km qui relie l'échangeur A 35/A 4 au nord, à l'échangeur A 35/A 352 au sud.

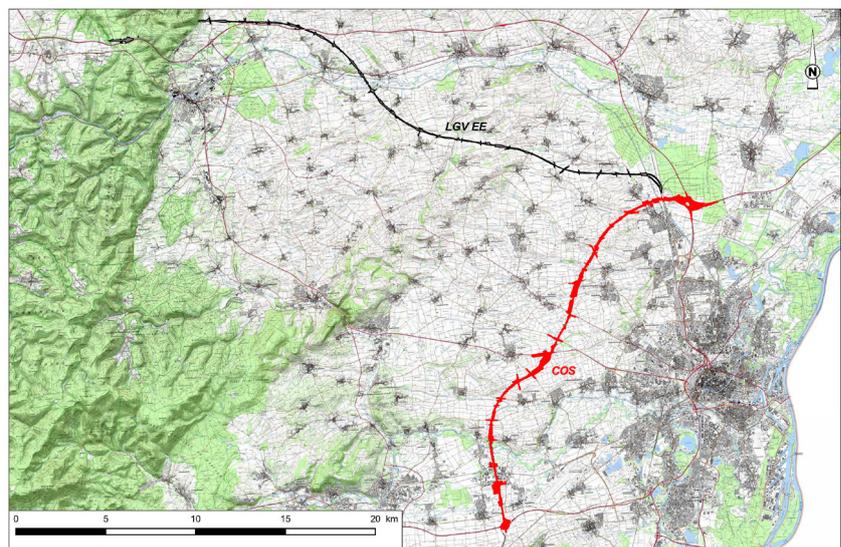


Fig. 1 - Tracé du COS (en rouge) et de la LGV (en noir), à l'ouest de Strasbourg. Fond de carte © IGN). (N. Schneider, Inrap)

Le projet traverse principalement les collines du Kochersberg situées entre le massif vosgien à l'ouest et la plaine rhénane à l'est. Les extrémités sud et nord du tracé passent respectivement au travers des alluvions de la vallée de la Bruche et du cône de déjection de la Zorn. Entre ces deux cours d'eau et le massif des Vosges, des formations lœssiques pléistocènes reposant sur un soubassement oligocène forment le plateau du Kochersberg. La surface topographique ondulée est marquée par des vallées, étroites et symétriques pour la plupart, de 100 à 200 m de largeur, présentant un dénivelé d'une vingtaine de mètres et orientées selon un axe est/ouest. Plusieurs vallons secs d'orientation sud-ouest/nord-est à sud/nord se raccordent à ces vallées.

2.2. ...dans un secteur à fort potentiel pour la recherche sur le Paléolithique en Alsace

L'Alsace est une région riche d'un point de vue sédimentaire. Les contextes stratigraphiques sont bien développés et propices à la conservation de sites paléolithiques dans les plaines où dominent des apports alluviaux et sur les plateaux où se sont accumulés des apports éoliens. Le site d'Achenheim, sur le bord sud-est du Kochersberg à moins d'une dizaine de kilomètres au sud de l'emprise du COS, est, malgré son caractère exceptionnel avec des coupes d'une puissance cumulée de plus de 30 m d'épaisseur, l'illustration même de ces types d'accumulations éoliennes. Étudiées par Paul Wernert (1937, 1952, 1957), les lœssières Hurst, Sundhauser et Schneider/Schaeffer au sud-ouest d'Achenheim ont été exploitées depuis la fin du XIX^e siècle (Schumacher, 1892, 1914 ; Forrer, 1925 ; Sainty & Thévenin, 1978 ; Junkmanns, 1995) de même que les lœssières Jeuch, proches, de Hangenbieten. Réparties le long du talus bordant le versant ouest de la Bruche, elles ont livré de nombreux artefacts au sein de différentes strates marquées par l'alternance de cycles glaciaires et interglaciaires (Bachelier, 2017 ; Heim et coll., 1984 ; Junkmanns, 1995 ; Koehler et coll., 2020 ; Lautridou et coll., 1985 ; Schumacher, 1914 ; Sommé et coll., 1986 ; Wernert, 1936 et 1957 ; Sainty & Thévenin, 1978 ; Thévenin, 1982).

Un positionnement chronologique de ces dépôts et des niveaux archéologiques ont pu être proposés sur la base de l'étude des restes osseux (ours, mammouths, rennes, rhinocéros...) localisés en stratigraphie, qui sert toujours de référence (Wernert, 1957 ; Heim et coll., 1984), mais également de la succession de malacofaunes glaciaires et interglaciaires (Puisségur dans Heim, 1984). En effet, aux variations climatiques répondent des changements sédimentaires : les lœss massifs de couleur claire sont déposés durant les périodes froides glaciaires, alors que le développement de sols de couleur orange ou brune, est quant à lui lié à des périodes plus tempérées interglaciaires ou interstadias [fig. 2]. L'alternance de ces strates permet de proposer une attribution chronologique relative et un contexte climatique général pour les artefacts trouvés en leur sein. Ce n'est qu'à partir des années 1980, que le site a fait l'objet de datations absolues, affinant le cadre chronologique des gisements (Evin et coll., 1980 ; Buraczynski & Butrym, 1984 ; Packman & Grün, 1992 ; Zöller, 1995). Ces datations manquent cependant de précision, notamment pour le dernier cycle glaciaire (Wuscher, 2017).

Le dépouillement de données archivistiques (carte archéologique, données bibliographiques...) réinterrogé dans le cadre de l'archéologie programmée et des découvertes récentes faites en archéologie préventive a permis de recenser plusieurs autres indices liés à la présence des populations paléolithiques dans la région [fig. 3]. Plusieurs éléments lithiques ont ainsi pu être trouvés depuis le début du XX^e siècle (Forrer, 1920 ; Griselin, 2016a ; Rebmann, 2005 ; Schnitzler & Sainty, 1992 ; Wernert, 1957). De nombreuses découvertes, faites à différentes profondeurs, témoignent aussi de la présence de grande faune quaternaire (cheval, renne, mammouths, rhinocéros, etc. ; Schumacher, 1897 ; Gass, 1913 ; Wickersheimer, 1939 ; Sainty, 1996). Quelques découvertes sont signalées le long de la vallée de la Zorn (Anonyme, 2002 ; Denaire et

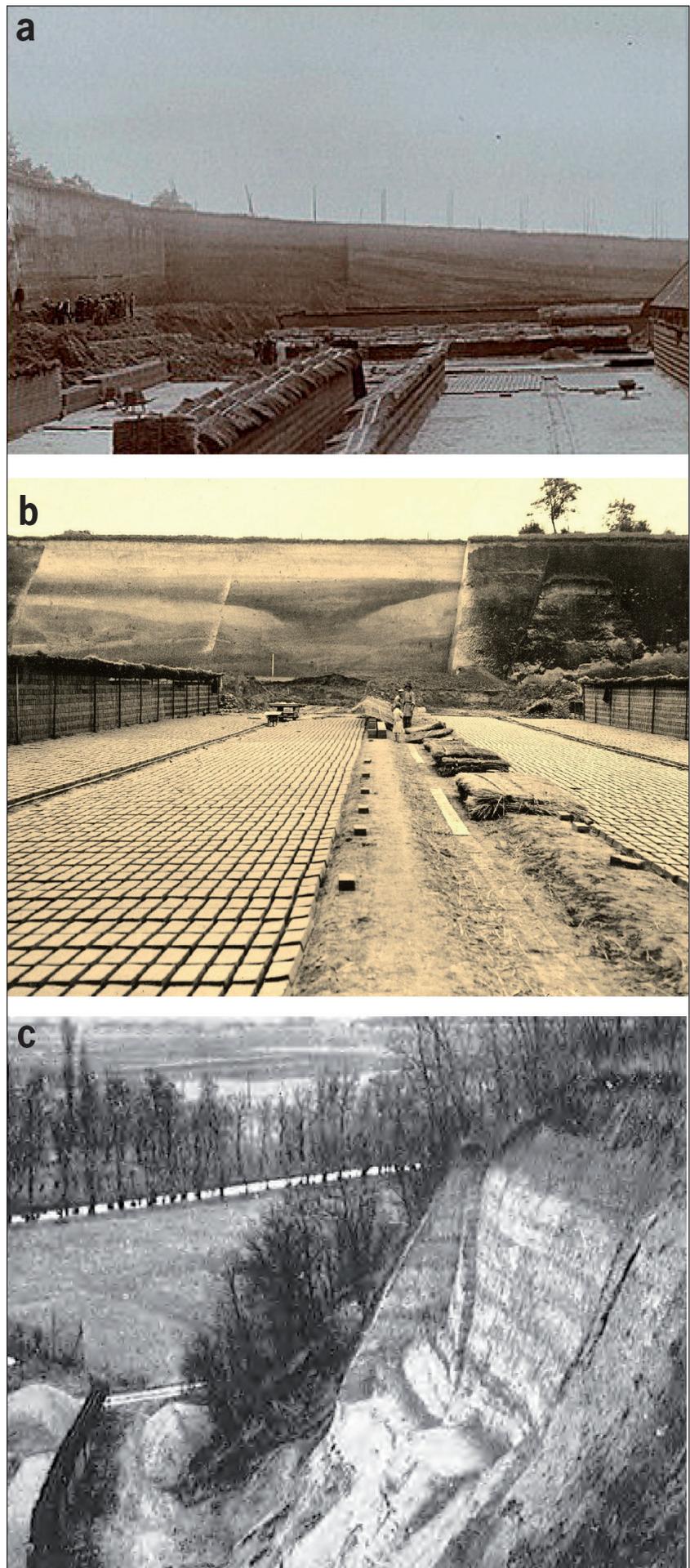


Fig. 2 - Prises de vue des loëssières autour d'Achenheim : **a** – loëssières Sundhauser d'Achenheim, l'un des sites des trouvailles archéologiques, en 1914 (DNA, 18 mai 2016) ; **b** – La briqueterie Hurst à Achenheim, avant 1914 (archives M. Wernert) ; **c** – loëssières Jeuch-Wellen à Hangenbieten, front sud-ouest (Wernert, 1957).

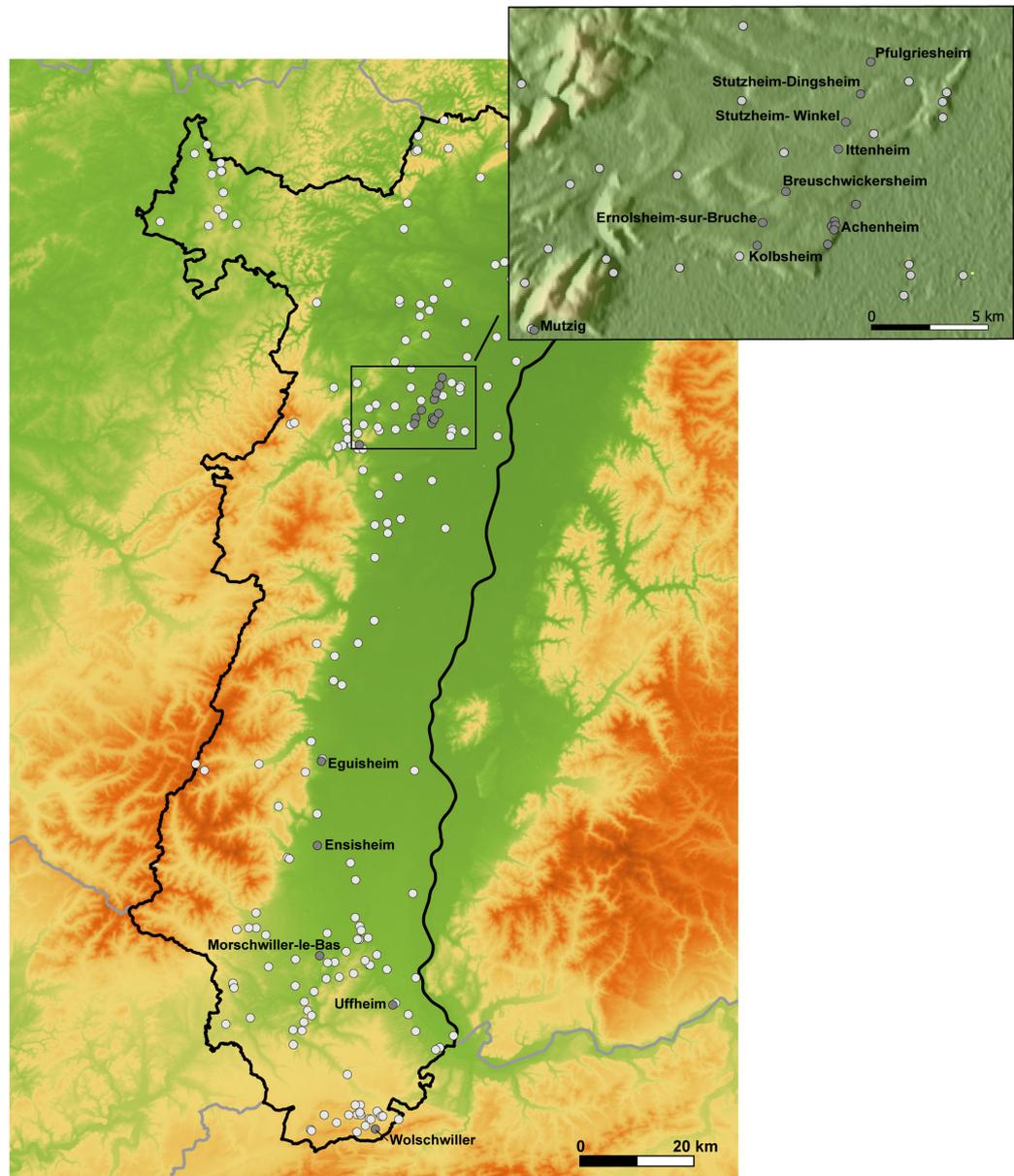


Fig. 3 - Carte de répartition des sites mentionnés dans le texte. (F. Bachelier, Archéologie Alsace)

coll., 2014 ; Ehretsmann, 1991 ; Forrer, 1920 ; Ganter, 2014 ; Kientz, 1989) et le long de la vallée de la Bruche (Forrer, 1925 ; Schneikert, 2013). De manière emblématique le site de Mutzig, localisé dans la vallée de la Bruche, livre plusieurs niveaux d'occupation stratifiés attribués au Paléolithique moyen (début Glaciaire weichselien). Ce site découvert dans les années 1990 (Sainty et coll., 1996), bénéficie de fouilles pluriannuelles depuis 2010 (Koehler et coll., 2016a). La remarquable conservation des vestiges (lithiques, faune, microfaune, charbons, etc.) a nécessité la constitution d'une équipe pluridisciplinaire pour son étude, développant ainsi un grand nombre de problématiques de recherche au sein desquelles s'inscriront les travaux réalisés sur le COS (Koehler et coll., 2020).

Notons aussi l'apport des diagnostics engagés à l'occasion de la construction de la ligne à grande vitesse Paris-Strasbourg (LGVEE), dont le tracé passe dans la partie nord du Kochersberg [fig. 1 et 4] (Ertlen & Schneider, 2018). Les données et datations obtenues attestent de la conservation de paléosols anciens dans certains vallons du Kochersberg, parfois situés à moins de 2 m sous la surface actuelle des coteaux (Griselin et coll., 2018), indiquant un fort potentiel de conservation de sites paléolithiques à de faibles profondeurs dans ces secteurs.

Malgré ces découvertes, notre connaissance de la Préhistoire ancienne en Alsace reste lacunaire. Depuis un peu moins de 10 ans, un groupe de travail sur le Paléolithique et le Mésolithique d'Alsace s'est développé et a permis de tisser un réseau de chercheurs sur ces thématiques (Griselin, 2016b et 2019 ; Koehler et coll., 2016b ; Koehler & Wegmüller, 2020 ; Wuscher, 2015, 2016, 2017, 2018 et 2019). Outre la redynamisation de la recherche régionale sur ces périodes anciennes, la mise en place du PCR PaléoEls en 2015, a permis de mettre en évidence plusieurs grands ensembles morphosédimentaires, structurant notre perception du territoire alsacien [fig. 4]. La confrontation des données géomorphologiques aux découvertes réalisées en Alsace, qu'il s'agisse de restes de faune quaternaire ou de vestiges lithiques, a permis de distinguer, dans un premier temps, des secteurs plus favorables à la conservation de sites en fonction des périodes de la Préhistoire ancienne. Dans ce cadre, certaines opérations réalisées en archéologie préventive permettent de tester les modèles de préservation proposés pour les différents ensembles morphosédimentaires. C'est grâce à cette méthode que plusieurs découvertes ont été faites ces dernières années dans le cadre de l'archéologie préventive, avec notamment les occupations mésolithiques d'Ensisheim (Roth-Zehner et coll., 2016 et 2019), du Magdalénien à Morschwiller (Koehler et coll., 2016c) et du Paléolithique moyen à Uffheim (Griselin et coll., 2018) et Eguisheim (Murer et coll., 2016).

C'est donc aussi dans ce cadre que s'est inscrite la recherche d'occupations paléolithiques à l'occasion des diagnostics le long du tracé du COS.

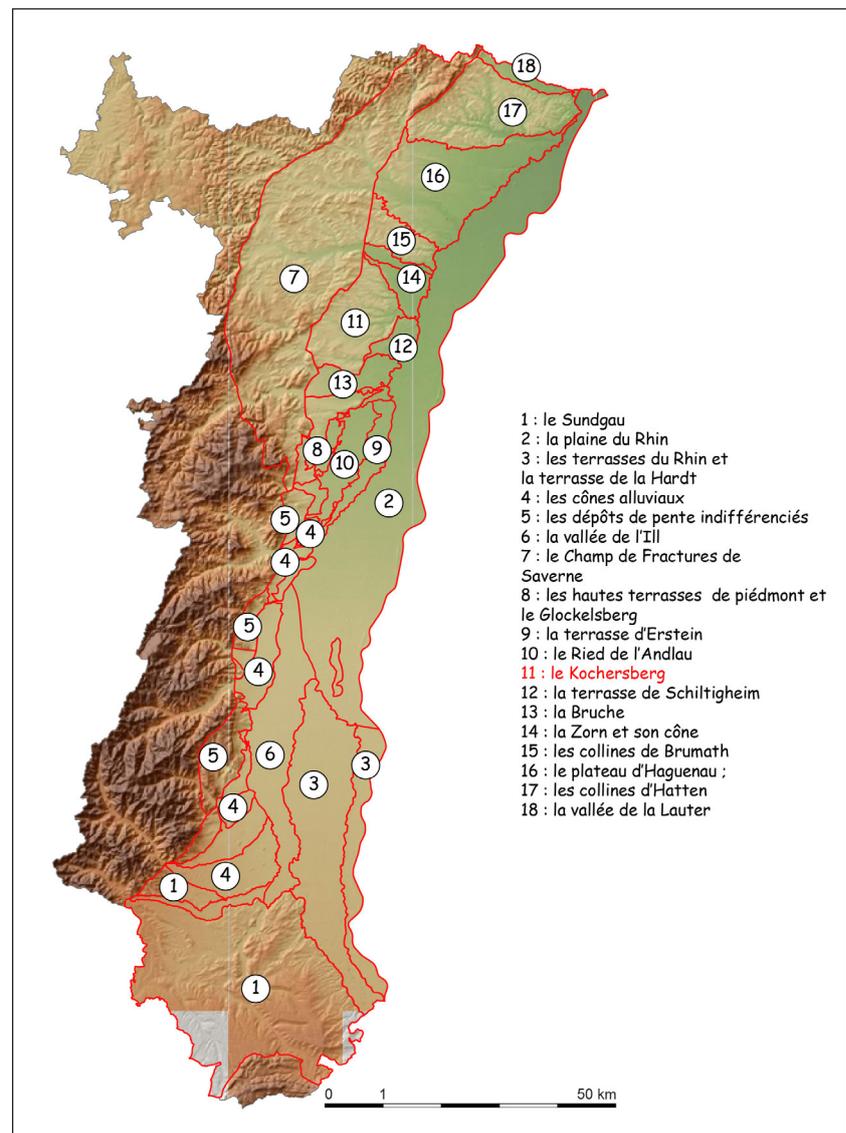


Fig. 4 - Principaux ensembles morphosédimentaires structurant le territoire alsacien. (Wuscher, 2016)

3. Les diagnostics

3.1. Moyens et méthodes

La mise en œuvre des recherches menées dans le cadre du COS s'est depuis le début engagée dans un cadre pluridisciplinaire et interinstitutionnel, nécessitant un dialogue constant entre préhistoriens, géomorphologues, bioarchéologues et les personnes en charge de la mise en œuvre technique.

Une longue phase préparatoire a été nécessaire afin de choisir les moyens et les méthodes adaptés au cahier des charges imposé par l'Etat, incluant notamment la recherche de sites profondément enfouis. Ce type d'investigation est souvent, mais pas nécessairement (Wuscher et coll., à paraître), associé à la recherche de sites paléolithiques, mais il permet aussi dans certains contextes la découverte de sites plus récents. Il n'en demeure pas moins que les méthodologies mises en place pour la recherche de sites profondément enfouis sont généralement le fruit de réflexions engagées entre géomorphologues et paléolithiciens à travers la France (Depaepe & Séara, 2010).

Si, avant les années 90, ce sont de rares suivis de travaux qui ont permis la découverte de sites et quelques fouilles, les bases de la recherche de sites paléolithiques dans le cadre de l'archéologie préventive ont été posées lors de la réalisation des diagnostics le long du tracé de l'A5 (Deloze et coll., 1994). C'est généralement la réalisation de sondages systématiques, en puits ou plus rarement en paliers parfois appelés « pyramide ou ziggourat inversée », qui est opérée en respectant un maillage, en particulier sur des terrains loessiques similaires à ceux impactés par le projet du COS.

Les méthodologies ont principalement été développées dans la région des Hauts-de-France où les couvertures loessiques sont importantes (Locht et coll., 2010). Le faible impact surfacique de ces investigations permet d'intervenir tant sur des opérations de faible importance (notamment sur des projets de lotissements) que sur des projets de grande envergure tels que les projets autoroutiers, comme celui de l'A16 (54 sondages profonds sur les 68 km du tracé), de l'A29 (204 sondages sur 40 km), de l'A29 ouest (183 sondages sur 36 km) (Locht, 2005) et le projet de Canal Seine-Nord Europe où 882 sondages ont été réalisés, soit une couverture de 0,06 % de la surface disponible (Goval & Coutard, 2016). On voit aussi s'opérer dans certains cas des suivis de travaux, notamment en contexte de gravière (Lhomme, 2010). Des études préalables aux diagnostics peuvent également être engagées, afin de cibler les recherches dans certains contextes morphosédimentaires et d'adapter l'implantation des sondages à la microtopographie des parcelles diagnostiquées (Deschodt, 2010).

La recherche de sites paléolithiques dans les lœss alsaciens est récente. Une première tentative a été réalisée en 2012 par le Pôle d'Archéologie Interdépartemental Rhénan (Pair, aujourd'hui Archéologie Alsace) en collaboration avec l'Inrap à l'occasion des diagnostics sur le tracé de la LGV Rhin-Rhône (Haut-Rhin ; Steiner et coll., 2012) [fig. 5]. Une série de sondages profonds a été réalisée au sommet de deux dunes fossiles. Deux sondages en palier ont été effectués afin de relever les coupes stratigraphiques et de réaliser des prélèvements en sécurité, limitant les risques d'effondrement des coupes. Plusieurs sondages en puits ont aussi été réalisés à l'aide d'une pelle mécanique disposant d'un bras rallongé, dite « pelle girafe ». Afin d'observer les stratigraphies et de mesurer la profondeur des strates, une passerelle a été disposée à l'aplomb des puits avec un ancrage de part et d'autre afin d'assurer sa stabilité.



Fig. 5 - Sondages : **a** – en puits ; **b** – en palier de Reiningue-Krebsacker (LGV Rhin-Rhône). (Steiner & coll., 2012)

Fig. 6 - Sondage réalisé à Eckbolsheim. (S. Griselin, Inrap)

En concertation avec Jean-Luc Loch (Inrap – Hauts-de-France), Émilie Goval (SRA – Hauts-de-France) et Frédéric Blaser (Inrap – Centre Île-de-France) qui ont participé au développement des méthodologies employées en Picardie et en Île-de-France, le choix a été fait pour les diagnostics du COS de réaliser des sondages en puits. L'utilisation d'une nacelle a été privilégiée par rapport à celle d'une plateforme afin d'avoir un ancrage plus en retrait du puits en cas d'effondrement des parois. Les premiers tests pour mieux maîtriser les conditions de mise en œuvre de ce type de sondage ont été réalisés dans le courant de l'année 2016 à l'occasion de deux diagnostics archéologiques [fig. 6] (Griselin et coll., 2016 c et d).

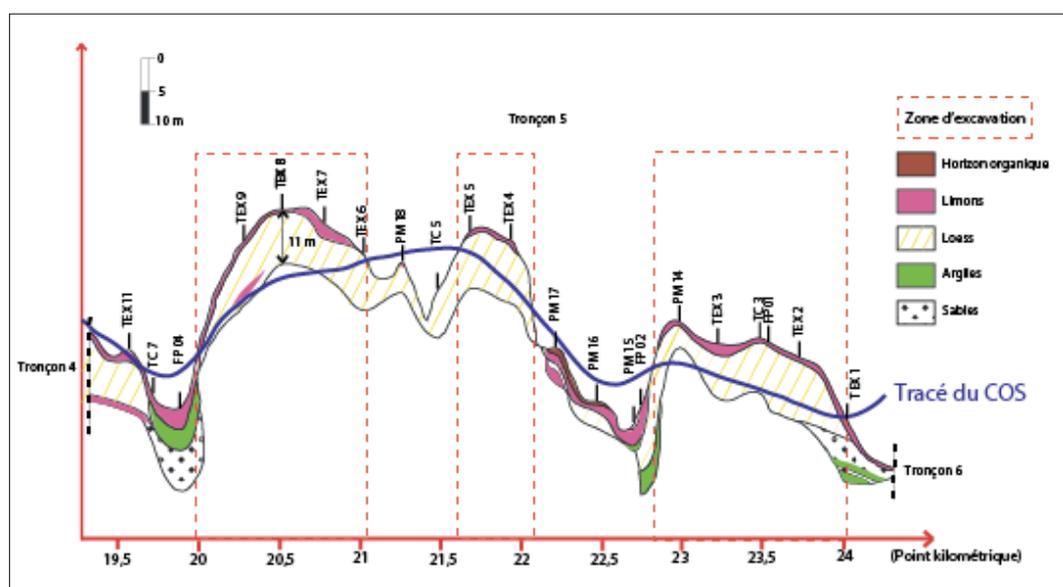
Les diagnostics sur le COS ont été réalisés au cours de l'hiver 2016-2017. Les sondages profonds ont été implantés tous les 50 m au milieu de l'emprise. Les moyens mécaniques et la nature des sondages ont été adaptés à la profondeur de la cote de fond des travaux [fig. 7]. Dans les secteurs en remblais, les sondages n'ont pu excéder 2 m de profondeur. Dans les secteurs décaissés

jusqu'à 7 m de profondeur l'utilisation d'une pelle mécanique 20 tonnes était suffisante alors que l'emploi d'une pelle « girafe » a été nécessaire dans les secteurs décaissés à des profondeurs supérieures [tabl. 1]. L'utilisation de cette dernière a permis de sonder jusqu'à 12 m de profondeur. Ce mode opératoire s'avère relativement chronophage, ne permettant généralement de réaliser qu'un seul sondage par jour à plus de 7 m de profondeur en raison du temps imparti à son rebouchage. L'équipe liée à la recherche de sites profonds était généralement constituée de trois personnes, associant un géomorphologue, un archéologue spécialisé sur la Préhistoire et un technicien, en plus des conducteurs de la pelle mécanique et de la nacelle.

Chaque sondage a fait l'objet d'un relevé stratigraphique à l'échelle 1/20e. Les observations ont été réalisées depuis la nacelle [fig. 8]. Le contenu des godets remontés à la surface a été finement examiné et vidé manuellement afin de caractériser la nature des strates rencontrées et d'y chercher d'éventuels restes fauniques ou traces anthropiques. Sur la base des résultats obtenus dans le nord de la France, les niveaux caractéristiques du Début Glaciaire du Weichselien ont fait l'objet d'une plus grande attention, ceux-ci livrant, en proportion, le plus grand nombre de sites.

Fig. 7 - Coupe géologique le long du tracé du tronçon 5 du COS, d'après les sondages géotechniques Fondasol. (N. Schneider, Inrap)

Tabl. 1 - Surface, nombre de sondage et taux d'ouverture des sondages réalisés sur le tracé du COS.



	Surface prescrite (ha)	Surface sondée (ha)	Nombre total de sondage	Nombre de sondages profonds	Taux d'ouverture du tronçon	Taux d'ouverture à plus de 2 m de profondeur
Tronçon 1	96,29	3,32	648	-	3,4	-
Tronçon 2	66,78	3,67	535	54	5,5	0,09 %
Tronçon 3	88,95	4,58	852	115	5,1	0,17 %
Tronçon 4	74,97	3,69	721	52	4,9	0,09 %
Tronçon 5	57,12	3,06	852	69	5,4	0,15 %
Tronçon 6	31,91	2,70	438	-	8,5	-
Total	416,02	21,02	4046	290	5,1	0,08 %



Fig. 8 - Méthodes employées pour la réalisation des diagnostics : **a** et **b** – exemples de sondages en puits réalisés à l'aide de la pelle hydraulique à bras rallongé (N. Schneider, Inrap) ; **c** – plateforme d'observation mise en place lors d'un sondage en puits à la pelle hydraulique (F. Bachelierie, AA) ; **d** – contrôle manuel du contenu du godet (F. Bachelierie, AA) ; **e** – nacelle utilisée pour l'observation des logs stratigraphiques lors des sondages réalisés à la pelle à bras rallongée (F. Bachelierie, AA). AA = Archéologie Alsace.

Bien que pour le Fossé rhénan, un cadre chronologique et environnemental détaillé ait été élaboré pour le Quaternaire (Preusser, 2004 et 2008), seuls les travaux engagés il y a plusieurs dizaines d'années à Achenheim apportent des informations sur la stratigraphie des lœss alsaciens (Lautridou et coll., 1985). Nous manquons de séquences-repères détaillées et bien datées, permettant de nous orienter chronostratigraphiquement avec précision durant les diagnostics.

Nous nous sommes donc reportés sur les successions lœssiques observées dans le nord de la France afin de proposer, à titre d'hypothèse, certaines corrélations et de les utiliser comme aide à la modélisation et au repérage de gisements au sein d'horizons repères, non identifiés, voire lacunaires en Alsace. En effet, le modèle le plus complet a été construit dans le nord de la France, à partir de plus d'une centaine de séquences corrélées de proche en proche (Locht, 2002 ; Antoine et coll., 2003 et 2016). Les lœss de Nussloch (Allemagne) constituent, quant à eux, la référence ouest-européenne pour le Pléniglaciaire weichselien (Antoine et coll., 2009).

La descente dans les puits n'étant pas autorisée pour des raisons de sécurité, aucune observation fine, ni aucun prélèvement n'ont pu être réalisés directement sur les coupes. Les études bioarchéologiques et sédimentaires n'ont donc pu être mobilisées que ponctuellement dans le cadre des diagnostics. Néanmoins, afin de mieux renseigner certains niveaux par le biais d'études bioarchéologiques et notamment malacologiques, certaines coupes dont la profondeur était inférieure à 2,60 m ont pu être échantillonnées au cours des diagnostics grâce à la mise en place de paliers de sécurité de part et d'autre des sondages. Quelques prélèvements sédimentaires issus de niveaux plus profonds, livrant des restes malacologiques, ont également été effectués en collectant les échantillons dans le godet de la pelle mécanique.

3.2. Bilan de la phase de diagnostic

Le taux d'ouverture pour la recherche de sites profondément enfouis se révèle relativement faible, inférieur à 0,1 % de la surface prescrite (tabl. 1). Malgré tout, plusieurs indices de site ont été trouvés, démontrant l'intérêt de ce type d'approche et surtout le fort potentiel de découverte dans ce secteur marqué par la bonne conservation d'horizons sédimentaires déposés au cours de la Préhistoire ancienne. Malgré un taux d'ouverture sur les niveaux susceptibles de livrer des sites de la Préhistoire ancienne extrêmement faible, les sondages ont permis de trouver 7 indices de sites dont 3 ont fait l'objet de prescriptions de fouille [tabl. 2] (Carbillet et coll., 2017 ; Croutsch et coll., 2017 ; Schneikert et coll., 2017). La totalité des indices a été découverte à des profondeurs supérieures à 3 m, certains vestiges apparaissant parfois à plus de 10 m de profondeur.

Seuls les sites de Pfulgriesheim et d'Ernolsheim-sur-Bruche ont livré des vestiges lithiques clairement anthropiques. Il s'agit de petits éclats [fig. 9]

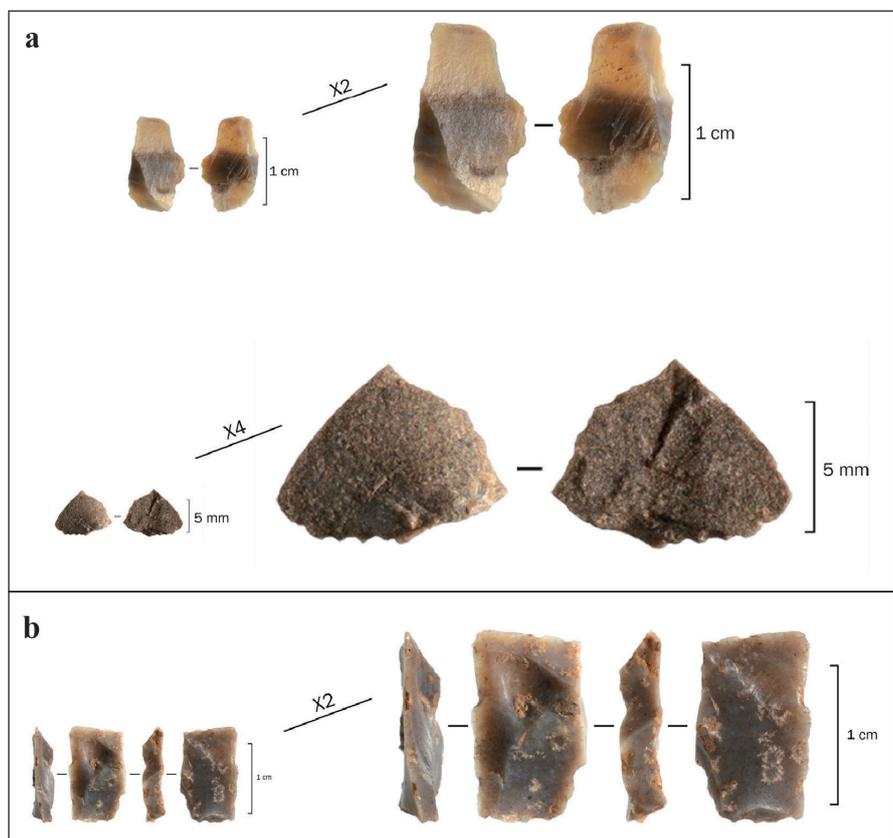
La présence de grande faune est quant à elle avérée sur les 7 gisements dont l'attribution chronologique des niveaux a été réalisée de manière relative et devra être révisée à la lumière du résultat des fouilles [fig. 10]. Dans les dépôts lœssiques, la présence de restes de grande faune est en effet un indice d'activité humaine comme cela a déjà pu être observé sur les sites étudiés par Paul Wernert (1957), en particulier à Achenheim. Le site de Breuschwickersheim est le seul à avoir livré de la faune au sein de niveaux saaliens (entre -230 000 et -130 000 ans). Il s'agit essentiellement de restes de chevaux ne conservant aucun caractère anthropique.

Les niveaux attribués au Début Glaciaire weichselien sont les mieux représentés (entre environ -110 000 et -68 000 ans). On retrouve ces niveaux, contenant souvent de la faune, sur tous les sites à l'exception de ceux de

	Faune	Fracturation anthropique de certains ossements	Lithique	Profondeur des découvertes	Prescription de fouille	Attribution proposée
Kolbsheim	oui	oui	casson	6,5 à 9,9 m	non	Weichselien moyen ou inférieur + Début Glaciaire Weichselien
Ernolsheim-sur-Bruche (site 2-7)	oui	oui	éclat	3 à 4,2 m	oui	Début Glaciaire Weichselien + Saalien
Breuschwickersheim	oui	non	non	9,3 à 10,4 m	non	Interstade Saalien
Ittenheim (site 3-4)	oui	non	non	4 à 6,5 m	oui	Weichselien
Stutzheim-Offenheim Winkel	oui	non	non	3,85	non	Weichselien supérieur
Stutzheim-Offenheim Dingsheim	oui	non	non	8,5	non	Début-Glaciaire Weichselien
Pfulgriesheim (site 4-3)	oui	oui	éclat	4.5 à 6.6 m	oui	Début Glaciaire Weichselien

Tabl. 2 - Informations relatives aux découvertes paléolithiques réalisées lors des diagnostics préalables à l'aménagement du Contournement Ouest de Strasbourg.

Fig. 9 - Industrie lithique trouvée sur les sites d'Ernolsheim-sur-Bruche et de Pfulgriesheim (Clichés I. Déchanez-Clerc, Archéologie Alsace) : **a** – éclat de retouche en schiste phanitique (en bas) et débris en silex (en haut) découverts à la base d'un horizon humifère à Ernolsheim-sur-Bruche ; **b** – éclat de ravivage en silex du Muschelkalk à Pfulgriesheim.



Breuschwickersheim et de Stutzheim-Offenheim Winkel. Il s'agit surtout de restes de grands herbivores et notamment de cheval. Des indices de fracturation anthropique n'ont par contre été observés que sur certains ossements découverts sur les sites de Pfulgriesheim et à Ernolsheim-sur-Bruche.

La faune attribuée au Pléniglaciaire inférieur et moyen est représentée sur les sites de Kolbsheim et d'Ittenheim. Des restes de cheval et plus largement d'ongulés, ainsi que de proboscidiens (mammoth), ont été trouvés. Des traces de fracturation d'origine anthropique ont pu être observées sur certains fragments d'os de petits herbivores trouvés à Kolbsheim.

Le site de Stutzheim-Offenheim Winkel a livré une molaire inférieure gauche d'équidé. Les mesures de cette dent évoquent une appartenance à la sous-espèce *Equus caballus gallicus* présente en France entre environ -30 000 et -18 000 ans, soit au Pléniglaciaire supérieur. Notons à ce propos l'importance du dialogue entre le préhistorien, le géomorphologue et l'archéozoologue. Ce dialogue permet de discuter de l'aspect anthropique ou non des ensembles, notamment fauniques, mis au jour, de discuter de leur position chronostratigraphique au regard des attributions taxonomiques et de préciser les méthodologies à employer pour mieux circonscrire les sites par la mise en place de sondages complémentaires. Le préhistorien a généralement pour rôle d'identifier et de décrire les vestiges d'origine anthropique en les restituant dans leur contexte de découverte. Il s'appuie sur l'archéozoologue, dont la précision des attributions taxonomiques peut permettre de proposer des attributions chronologiques pour certains restes osseux. L'observation de la surface externe des os apporte aussi des informations d'ordre taphonomique relatives à leur état de conservation et peut aussi permettre d'identifier la présence de stigmate d'origine anthropique (fracturation, stries, etc.). Les discussions avec le géomorphologue permettent quant à elles de restituer la géométrie des dépôts, de discuter du caractère remanié ou non des unités sédimentaires et donc des conditions plus ou moins favorables à la conservation des sites. Sa connaissance du contexte chronostratigraphique permet aussi de discuter de l'attribution chronologique des ensembles mis au jour.

L'autre apport des diagnostics est de disposer de données géomorphologiques spatiales, notamment à l'échelle de certains bassins versants [fig. 11]. Ils permettent ainsi de discuter de la géométrie des dépôts, de leur nature et de leur mode de dépôt.

4. Les fouilles

Trois fouilles ont été réalisées sur les communes de Pfulgriesheim, Ernolsheim-sur-Bruche et Ittenheim [fig. 12]. À Pfulgriesheim la fouille a été conduite sous la responsabilité de François Bachelier d'octobre 2018 à février 2019. Elle a porté sur une surface de 3750 m² et a permis d'atteindre 1 500 m² à 7 m de profondeur. À Ernolsheim-sur-Bruche la fouille a aussi été conduite par François Bachelier de mars à juin 2019. Elle a porté sur une surface de 2 000 m² et a permis d'atteindre 1 000 m² à 5 m de profondeur. Enfin, à Ittenheim, la fouille a été dirigée par Sylvain Griselin de février à mai 2019. Elle a porté sur la réalisation de deux fenêtres de 1 200 m², permettant de fouiller 100 m² à 7 m de profondeur.

Malgré le caractère impressionnant de ce type de fouilles en raison de leurs profondeurs et des excavations nécessaires pour atteindre les niveaux archéologiques, les méthodes employées sont communes à celles utilisées pour la fouille de sites de plein air de la Préhistoire ancienne [fig. 13]. Le décapage mécanique est réalisé par paliers successifs jusqu'à l'apparition de vestiges.

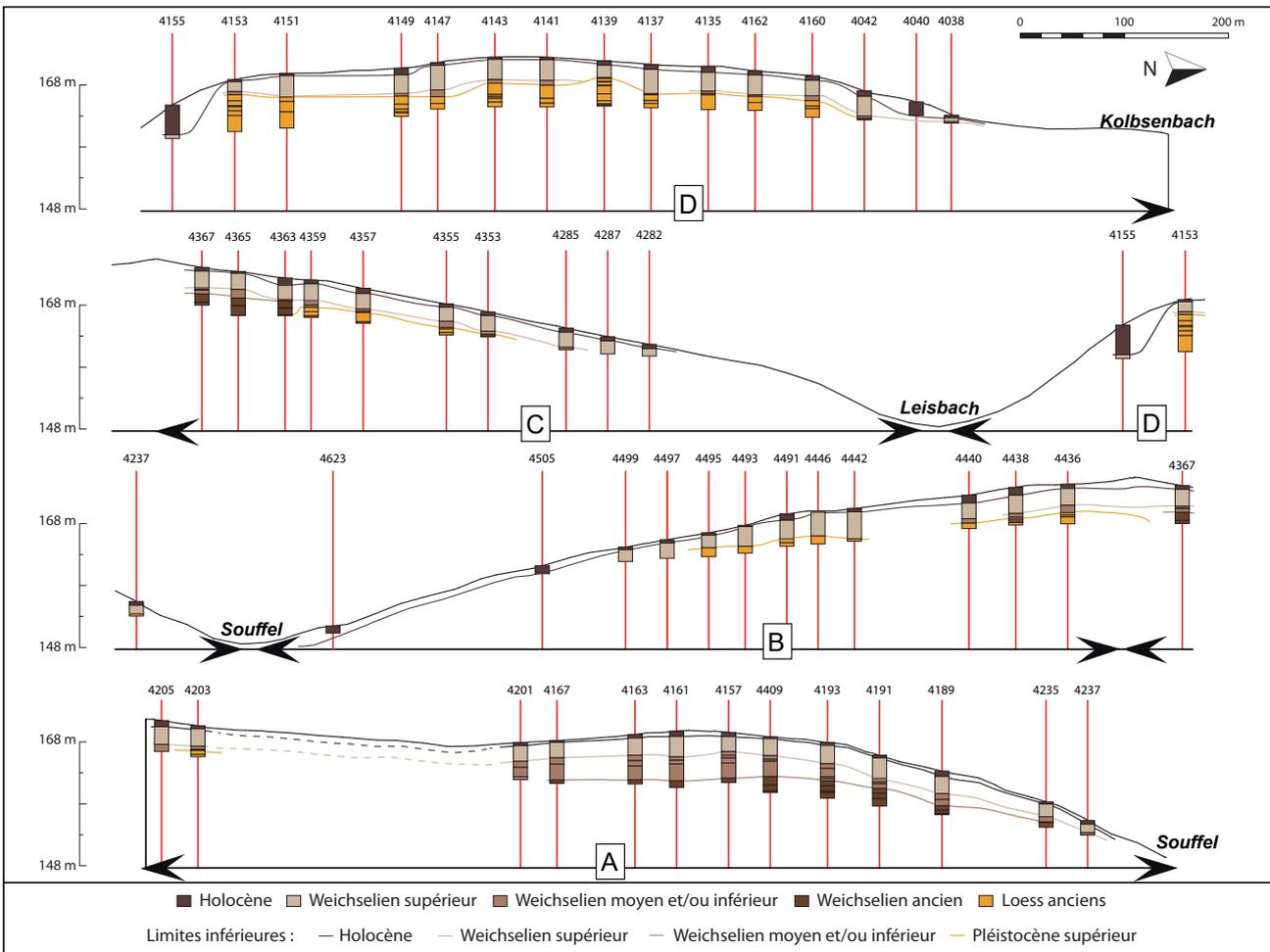


Fig. 11 - Restitution stratigraphique le long du tracé du tronçon 4 du COS. (V. Villa et P. Wuscher, Archéologie Alsace)



Fig. 12 - Les fouilles réalisées dans le cadre du COS : a – Pfulgiesheim (RO François Bachelier, Archéologie Alsace, octobre 2018-février 2019, 3750 m² en surface, env. 1500 m² à 7 m de profondeur) ; b – Ernolsheim-sur-Bruche (RS François Bachelier, Archéologie Alsace, RO Alexandra Cony, mars-juin 2019, 2000 m² en surface, env. 1000 m² à 5 m de profondeur) ; c – Ittenheim (RS Sylvain Griselin, Inrap, RO Philippe Lefranc, février-mai 2019, 2 fenêtres de 1200 m² en surface, env. 100 m² à m de profondeur).

Fig. 13 - Méthodes opérées sur les fouilles : **a** – décapage mécanique des niveaux humifères du site de Pfulgiesheim (F. Bachelier, AA) ; **b** – test manuel autour des ossements découverts à Ittenheim (L. Sornin, Inrap) ; **c** – prélèvement en bloc d'un ossement à Ittenheim (L. Sornin, Inrap) ; **d** – fouille manuelle sur le site de Pfulgiesheim (F. Bachelier, AA) ; **e** – coupe et répartition stratigraphique des vestiges découverts sur le site de Pfulgiesheim (F. Basoge et F. Bachelier, AA).
AA = Archéologie Alsace.



Des tests manuels sont réalisés pour dégager ces vestiges et ouvrir les surfaces de fouille autour de ces derniers. Dans le cas d'une faible densité en mobilier, les éléments sont démontés, leur position est relevée en 3D à l'aide d'un tachéomètre avant de poursuivre le décapage. Si les densités en vestiges sont significatives une fouille planimétrique est réalisée manuellement. Un carroyage est installé afin d'organiser la fouille et le référencement du sédiment prélevé pour être tamisé. Les objets sont ensuite démontés et leur position en 3D est enregistrée.

Au fur et à mesure du décapage, les coupes sont nettoyées et relevées par palier. À la fin de l'opération et en concertation entre préhistoriens, géomorphologues, malacologues, etc., le choix des secteurs à privilégier pour réaliser les analyses et les prélèvements sont déterminés [fig. 14].

Le passage du sondage à la fouille permet de changer de prisme et de passer à des analyses environnementales à haute résolution en colonnes continues, notamment au travers des niveaux ayant livré de la faune et/ou des traces d'occupation humaine. Les analyses engagées ont pour principaux objectifs de définir le cadre chronostratigraphique et environnemental des sites et de chercher à définir la nature et la vocation des occupations.

Ainsi, divers prélèvements ont été réalisés afin de poursuivre en post-fouille l'étude géomorphologique du site, notamment pour mieux caractériser les dynamiques de dépôts et d'érosion (sédimentologie, micromorphologie). Des prises de

Fig. 14 - Réalisation des prélèvements malacologiques sur le site d'Ittenheim : **a** - nettoyage des coupes et dessin des profils où seront réalisés les prélèvements (S. Griselin, Inrap) ; **b** - prélèvement de 10 litre de sédiment par tranches de 5 cm d'épaisseur (L. Sornin, Inrap) ; **c** - état de la coupe après réalisation des prélèvements (S. Griselin, Inrap). Inserts : assemblage malacologique du remplissage du thermokarst de Nussloch (Allemagne) à gauche et coquilles d'*Arianta arbustorum* « fouillées » dans les dépôts loessiques du Pléiglaciaire moyen weichselien de Nussloch (Allemagne) à droite (O. Moine, CNRS).



mesure par susceptibilité magnétique ont été réalisées afin de tester cette méthode pour la reconnaissance de paléosols et de secteurs ayant pu subir une chauffe volontaire.

La question du choix des indicateurs environnementaux a rapidement été tranchée [tabl. 3]. En effet, parmi le panel des disciplines en bioarchéologie, certains écofacteurs sont rarement conservés dans les loess alsaciens (microfaune, charbons) ou difficilement extractibles (pollens). La présence des charbons est souvent un indice d'anthropisation des milieux. Ainsi, seul un secteur sur le site de Pfulgriesheim a livré des concentrations charbonneuses, indiquant probablement la présence de foyers. À Ittenheim, des prélèvements ont été réalisés afin d'y chercher l'éventuelle conservation de microcharbons, indicateurs de feux d'origine naturelle.

Les restes archéozoologiques et malacologiques constituent les principales données disponibles pour restituer l'évolution des biotopes et pour tenter de caractériser la fonction des sites fouillés. Des prélèvements en colonnes continues ont été réalisés pour la quasi-totalité des dépôts par tranches de 5 cm pour l'étude malacologique. À défaut de pouvoir procéder rapidement à l'analyse complète d'un très grand nombre d'échantillons, il est possible de sélectionner ceux situés à proximité des niveaux archéologiques et ceux permettant de reconstituer l'évolution paléoenvironnementale générale du site afin de répondre en priorité aux questionnements archéologiques.

Tabl. 3 - Marqueurs bioarchéologiques présents sur les sites paléolithiques ayant fait l'objet d'une fouille préventive préalable à l'aménagement du Contournement Ouest de Strasbourg.

	Nombre de restes osseux Diagnostic/fouille	Malacologie	Anthracologie
Pfulgiesheim	17/480	oui	microcharbons
Ernolsheim-sur-Bruche	7/115	oui	non
Ittenheim	8/41	oui	microcharbons

Les fouilles de Pfulgiesheim et d'Ernolsheim-sur-Bruche ont permis de considérablement augmenter le nombre de vestiges fauniques trouvés sur ces sites. Leurs études permettront de réaliser des analyses archéozoologiques plus fines et d'améliorer la compréhension de ces occupations, notamment en ce qui concerne leur fonction : site d'habitat, halte de chasse, site de boucherie et de traitement des carcasses, etc. L'étude des isotopes permettra également de préciser l'évolution des différents écosystèmes en relations avec les niveaux ayant livré de la faune.

L'inconvénient de cette approche est qu'elle n'est possible que dans les niveaux qui ont livré de la faune, limitant notre compréhension diachronique de cette évolution.

À l'inverse, les restes malacologiques sont généralement préservés sur la totalité des séquences lœssiques. L'étude de l'évolution des espèces au sein de chaque horizon permettra ainsi de proposer une restitution relativement fiable de l'évolution climatique (température et humidité).

Les mollusques terrestres sont présents dans de nombreux types de contextes naturels et archéologiques dès lors que leurs dépôts sédimentaires sont carbonatés et leur analyse nécessite la mise en œuvre d'un protocole particulier (Puisségur, 1976a). Toutefois, lors des phases de diagnostic, leur intérêt se limite à l'information environnementale ou chronostratigraphique qu'ils sont capables de fournir en direct sur le terrain, au cours de la campagne de diagnostics ou après mais dans un laps de temps suffisamment bref pour que l'information puisse intégrer le rapport.

En l'absence de moyen pour réaliser des tamisages à l'eau, des observations *in situ* peuvent être réalisées afin d'obtenir quelques informations indicatives en gardant à l'esprit que :

- l'œil nu peut suffire pour déterminer un certain nombre de genres, d'autant plus qu'en contexte lœssique la diversité n'est pas très importante (Puisségur, 1976a ; Ložek, 1990) ;
- les collectes manuelles sont systématiquement biaisées en faveur des taxons les plus visibles par leur taille ou leur couleur (Evans, 1972) ;
- l'absence de coquilles dans un sédiment constatée à l'œil nu ne peut être confirmée que par tamisage.

Concernant la quantité de coquilles dans les lœss, d'après l'analyse de l'enregistrement malacologique de référence ouest-européens de Nussloch (vallée du Rhin, Allemagne) (Moine et coll., 2005 et 2008) et de quelques séquences du nord de la France (Moine 2011), à l'échelle de la dernière période glaciaire, i.e. le Weichselien, les très fortes abondances (plusieurs milliers d'individus pour 10 litres), caractérisées par de nombreuses coquilles visibles à l'œil nu sur le terrain, affectent la quasi-totalité des horizons du Pléniglaciaire moyen weichselien (~55-35 ka ; MIS 3), alors qu'elles sont limitées aux horizons pédogéniques (sol brun arctique) ou hydromorphes

(gleys de toundra) dans les dépôts du Pléniglaciaire inférieur (~70-55 ka ; MIS 4) et supérieur (~35-15 ka ; MIS 2), les unités de lœss étant très pauvres (le plus souvent quelques dizaines d'individus). Ces observations n'ont bien évidemment de valeur que lorsque les sédiments sont suffisamment carbonatés. Par exemple, les dépôts lœssiques du Pléniglaciaire moyen weichselien du nord de la France sont le plus souvent stériles étant quasi-systématiquement décarbonatés. De même, trop peu d'enregistrements malacologiques datant de l'Eemien (~130-110 ka ; MIS 5e) et du Début Glaciaire weichselien (~110-70 ka ; MIS 5d-a) sont connus pour permettre de fournir une orientation sur la quantité de mollusques qu'ils renferment.

L'apport biostratigraphique des taxons est plus important du point de vue paléoenvironnemental que du point de vue chronologique. Si l'écologie des taxons modernes est plutôt bien connue (Welter-Schultes, 2012), la distribution paléogéographique et stratigraphique des taxons reste encore trop lacunaire en raison de la faible quantité de données acquises et du manque de précision de leur âge (e.g. Moine, 2014 pour le Pléniglaciaire weichselien supérieur d'Europe de l'Ouest). Ainsi, la majorité des données de l'Alsace proviennent de quelques études spatiales (e.g. Mazenot, 1963 ; Geissert, 1972) et de l'étude plus complète des séries lœssiques d'Achenheim (Puisségur, 1976a et 1978 ; Rousseau, 1987), les seules à avoir fait l'objet de datations numériques (e.g. Zöller, 2004). Ainsi les quelques informations biostratigraphiques régionales à caractère chronologique disponibles dans la littérature sont soit rarement applicables en raison de la rareté des taxons concernés (Wernert, 1955), soit rendues caduques par des découvertes plus récentes (Rousseau, 1986). En raison de la variabilité spatiale des malacofaunes, l'information biogéographique revêt donc un caractère tout au plus régional avec lequel il convient d'être très précautionneux (Limondin, 1987 ; Ložek, 1990). En conséquence, même si le biais des proportions est inévitable, il peut être utile de savoir identifier des taxons de base et de rechercher des associations de taxons indicatrices de types d'environnements typiques de périodes climatiques (Puisségur, 1976b). Les dépôts du Pléniglaciaire moyen et supérieur weichselien, du Début Glaciaire et de l'Eemien sont légitimement identifiables à condition de récolter des taxons qui leur sont régionalement propres. La distinction du Pléniglaciaire inférieur weichselien, plus rare, est quant à elle plus difficile, de même que la différenciation du Saalien supérieur (~191-130 ka ; MIS 6) du Pléniglaciaire supérieur weichselien, aux malacofaunes similaires. En résumé, l'étude des malacofaunes fossiles est primordiale dans les séries lœssiques, où ils sont le seul bioindicateur commun ubiquiste à défaut de pouvoir extraire des spectres polliniques exploitables. Elle prend tout son sens avec les reconstitutions paléoenvironnementales fondées sur l'étude de séries d'échantillons prélevés en conditions bien contraintes lors de fouilles ou de diagnostics, mais peut néanmoins se révéler utile lors des diagnostics de par la distribution des coquilles et des taxons dans les sédiments pouvant fournir des indications susceptibles de contribuer à l'attribution chronostratigraphique des dépôts en complément de leur nature sédimentaire.

5. Conclusion

En contexte lœssique, les séquences quaternaires peuvent atteindre plusieurs dizaines de mètres. Dans ce contexte, la stratégie de détection des sites paléolithiques s'avère plus contraignante que dans le cadre de la détection de sites plus récents, qui sont généralement conservés au sommet de ces séquences quaternaires. Il est donc important d'établir une stratégie et des méthodes efficaces pour tester les séquences propices à la conservation des sites paléolithiques dans ces contextes où ils peuvent être profondément enfouis. Les diagnostics réalisés dans le cadre du projet autoroutier du Contournement Ouest de Strasbourg ont permis de mettre en place les protocoles adaptés à ces

recherches, intégrant dans ce cadre les problématiques environnementales. En effet, les données bioarchéologiques sont fondamentales à la compréhension des sites paléolithiques. Bien que limitées en contexte loessique par des densités de population ou des biais de conservation, certaines données bioarchéologiques peuvent être mobilisées dès les phases de diagnostic ; en particulier pour juger du degré d'anthropisation de certains niveaux par la reconnaissance de traces de fracturation volontaires sur les ossements ou par la présence de charbons de bois au sein de strates. La découverte de vestiges archéologiques dans les lœss alsaciens doit donc être renforcée par l'expertise d'un trio : préhistorien, géomorphologue et archéozoologue, afin de s'assurer du caractère anthropique des découvertes et de leur attribution chronostratigraphique.

S'il n'est pas encore possible de présenter les résultats des études et analyses engagées dans le cadre des fouilles du Contournement Ouest de Strasbourg, les résultats malacologiques et archéozoologiques associés aux données sédimentologiques, micromorphologiques et aux datations compléteront néanmoins les travaux engagés à Achenheim (Wuscher, 2017). L'objectif de ces analyses étant de proposer une restitution chronostratigraphique de l'évolution des biotopes depuis le Saalien jusqu'au Weichselien supérieur. L'ensemble des résultats obtenus dans le cadre régional du Fossé rhénan pourra alors être comparé aux séquences loessiques connues, en particulier dans le nord de la France (Delage et coll., 2008 ; Antoine, 2002 ; Antoine et coll., 2009 et 2013) et à Nussloch en Allemagne (Antoine et coll., 2001 et 2009).

L'espoir, au travers de l'étude des biomarqueurs, est de restituer les environnements au sein desquels ont évolué les Hommes préhistoriques, mais également de saisir si les occupations humaines sont ou non intervenues à des moments particuliers au cours de l'évolution paléoenvironnementale des sites. Cet objectif est d'autant plus important qu'il apportera de nombreuses données complémentaires à la fouille de Mutzig, élargissant notre compréhension sur la territorialité et la fonction des occupations néandertaliennes au cours du Début Glaciaire weichselien.

À condition de pouvoir échantillonner les dépôts sédimentaires adéquats, ces données permettront aussi de nous interroger sur les conditions environnementales ayant présidé durant la période au cours de laquelle l'Homme de Neandertal a disparu, pour être remplacé par l'Homme moderne.

Bibliographie

ANONYME. (2002). L'histoire à travers les collections du Musée archéologique de Brumath. *Revue de la Société d'histoire et d'archéologie de Brumath et des environs*, 30, 7.

ANTOINE, Pierre, COUTARD, Sylvie, GUERIN, Gilles, DESCHODT, Laurent, GOVAL, Emilie, LOCHT, Jean-Luc & PARIS, Clément. (2016). Upper Pleistocene loess-palaeosol records from Northern France in the European context: Environmental background and dating of the Middle Palaeolithic. *Quaternary International*, 411 (A), 4-24. <<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.11.036>>.

ANTOINE, Pierre, ROUSSEAU, Denis-Didier, DEGEAL, Jean-Philippe, MOINE, Olivier, LAGROIX, France, KREUTZER, Sebastian, FUCHS, Markus, HATTÉ, Christine, GAUTIER, Caroline, SVOBODA, Jiri & LISÁ, Lenka. (2013). Highresolution record of the environmental response to climatic variations during the Last Interglacial cycle in Central Europe: the loess-palaeosol sequence of Dolní Věstonice (Czech Republic). *Quaternary Science Reviews*, 67, 17-38. <<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2013.01.014>>.

ANTOINE, Pierre, ROUSSEAU, Denis-Didier, MOINE, Olivier, KUNESCH, Stéphane,

- HATTÉ, Christine, LANG, Andreas, TISSOUX, Hélène & ZÖLLER, Ludwig. (2009). Rapid and cyclic aeolian deposition during the Last Glacial in European loess: a high-resolution record from Nussloch, Germany. *Quaternary Science Reviews*, 28 (25-26), 2955-2973. <<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2009.08.001>>.
- ANTOINE, Pierre, LIMONDIN-LOZOUET, Nicole, AUGUSTE, Patrick, LAMOTTE, Agnès, BAHAIN, Jean-Jacques, FALGUÈRES, Christophe, LAURENT, Michel, COUDRET, Paule, LOCHT, Jean-Luc, DEPAEPE, Pascal, FAGNART, Jean-Pierre, FONTUGNE, Michel, HATTÉ, Christine, MERCIER, Norbert, FRECHEN, Manfred, MOIGNE, Anne-Marie, MUNAUT, André-Valentin, PONEL, Philippe & ROUSSEAU, Denis-Didier. (2003). Paléoenvironnements pléistocènes et peuplements paléolithiques dans le bassin de la Somme (nord de la France). *Bulletin de la Société préhistorique française*, 100 (1), 5-28.
- ANTOINE, Pierre. (2002). Les loess en France et dans le Nord-Ouest européen. *Revue française de géotechnique*, 99, 3-21. <<https://doi.org/10.1051/geotech/2002099003>>.
- ANTOINE, Pierre, ROUSSEAU, Denis-Didier, ZÖLLER, Ludwig, LANG, Andreas, MUNAUT, André-Valentin, HATTÉ, Christine & FONTUGNE, Michel. (2001). High-resolution record of the last Interglacial-glacial cycle in the Nussloch loess-palaeosol sequences, Upper Rhine Area, Germany. *Quaternary International*, 76/77, 211-229. <[https://doi.org/10.1016/S1040-6182\(00\)00104-X](https://doi.org/10.1016/S1040-6182(00)00104-X)>.
- BACHELLERIE, François. (2017). Le Paléolithique supérieur en Alsace : Etat des connaissances à la lumière du réexamen des séries lithiques d'Holtzheim et d'Achenheim. Dans P. Wuscher (dir.), *Le Paléolithique et le Mésolithique de la Plaine d'Alsace et des collines sous vosgiennes. Reprises des données existantes, pistes pour détecter les sites et approches territoriales* (Rapport du Projet Collectif de Recherche PaleoEls, p. 77-95). Sélestat : Archéologie Alsace.
- BURACZYŃSKI, Jan & BUTRYM, Jerzy. (1984). La datation des loess du profil d'Achenheim (Alsace) à l'aide de la méthode de thermoluminescence. *Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire*, 21 (4), 201-209. Disponible en ligne sur <https://www.persee.fr/doc/quate_0004-5500_1984_num_21_4_1514> (consulté le 21 juin 2021).
- DELAGÉ, Pierre, CUI, Yu-Jun & ANTOINE, Pierre. (2008). Geotechnical problems related with loess deposits in Northern France. Dans *Proceedings of International Conference on Problematic Soils, 25-27 May 2005, Eastern Mediterranean University, Famagusta, N. Cyprus* (24 p.). Disponible en ligne sur <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00261645/document>> (consulté le 21 juin 2021).
- DELOZE, Valérie, DEPAEPE, Pascal, GOUÉDO, Jean-Marc, KRIER, Vincent & LOCHT, Jean-Luc. (1994). *Le Paléolithique moyen dans le nord du Sénonais (Yonne)* (Document d'archéologie française, 47). Paris : Maison des sciences de l'Homme. 278 p.
- DENAIRE, Anthony, CHENAL, Fanny & JAMMET-REYNAL, Loïc. (2014). Schwindratzeim « Les Terrasses de la Zorn » (Bas-Rhin) : céramique de Limbourg, habitat rubané, sépultures et enceinte Bischheim. *InterNéo*, 10, 5-147.
- DEPAEPE, Pascal & SÉARA, Frédéric. (2010). *Le diagnostic des sites paléolithiques et mésolithiques : actes du 4^e séminaire méthodologique de l'Inrap, 5-6 déc. 2006, Paris* (Les Cahiers de l'Inrap, 3). Paris : Inrap. 108 p. Disponible en ligne sur <<https://sstinrap.hypotheses.org/category/les-cahiers-de-linrap/le-diagnostic-des-sites-paleolithiques-et-mesolithiques>> (consulté le 21 juin 2021).
- DESCHODT, Laurent. (2010). L'exemple d'une campagne de sondages géologiques préalables au diagnostic archéologique. Dans P. Depaepe & F. Séara (dir.), *Le diagnostic des sites paléolithiques et mésolithiques : actes du 4^e séminaire méthodologique de l'Inrap, 5-6 déc. 2006, Paris* (Les Cahiers de l'Inrap 3, p. 8-12). Paris : Inrap. Disponible en ligne sur <<https://sstinrap.hypotheses.org/11603>> (consulté le 21 juin 2021).
- DIEMER, Simon (dir.). (2016). *Le peuplement préhistorique du Jura alsacien. Rapport 2016* (Rapport de Projet Collectif de Recherche). Strasbourg : Service régional de l'archéologie d'Alsace. 163 p.
- EHRETZMANN, Martin. (1991). Un chopper à Waltenheim-sur-Zorn (Bas-Rhin). *Cahiers alsaciens d'archéologie, d'art et d'histoire*, 34, 5-8. Disponible en ligne sur <<https://>>

gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k97582929/f15.item (consulté le 21 juin 2021).

ERTLEN, Damien & SCHNEIDER, Nathalie. (2018). Séquences sédimentaires du Pléistocène supérieur et de l'Holocène : données récentes dans la partie alsacienne du fossé rhénan supérieur (France). *Quaternaire*, 29 (2), 149-167. <<https://doi.org/10.4000/quaternaire.8903>>.

EVANS, John G. (1972). *Land snails in archaeology*. London, New York : Seminar Press. 436 p.

EVIN, Jacques, MARÉCHAL, Joëlle, PACHIAUDI, Christiane & PUISSÉGUR, Jean-Jacques. (1980). Conditions involved in dating terrestrial shells. *Radiocarbon*, 22 (2), 545-555. <<https://doi.org/10.1017/S0033822200009875>>.

FORRER, Robert. (1925). *Les éléphants, hippopotames et l'homme de l'Alsace Quaternaire. Etude de géographie paléolithique régionale*. Colmar : imprimerie Decker. 119 p.

FORRER, Robert. (1920). Un foyer de chasseurs de mammoth à Achenheim et les autres gisements paléolithiques de l'Alsace. *Cahiers d'archéologie et d'histoire d'Alsace*, 41-44, 1128-1150.

GANTER, Louis. (2014). Acquisition d'intéressantes pièces paléontologiques. *Revue de la Société d'histoire et d'archéologie de Brumath et des environs*, 42, 61-62.

GASS, Joseph. (1913). Découverte d'un mammoth à Vendenheim en 1800. *Anzeiger für Elsässische altertumskunde*, 19, 381–382.

GEISSERT, Fritz — Mollusken aus besonders gelagerten Lössen im nördlichen Elsaß. *Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e. V. Freiburg im Breisgau*, 10 (4), 683-691.

GOVAL, Emilie & COUTARD, Sylvie. (2016). Préhistoire ancienne et tracés linéaires : les apports du canal Seine-Nord Europe. *Archéopages, HS 4 : Traversées des territoires*, 92-100.

GRISELIN, Sylvain, BEAUVAL, Cédric, AFFOLTER, Jehanne, BIGNON-LAU, Olivier, LACRAMPE-CUYAUBERE, François, LAROULANDIE, Véronique, MALGARINI,

Romain, MALLYE, Jean-Baptiste, MAN-ESTIER, Elena, MEVEL, Ludovic, MOULIN, Bernard, MUTH, Xavier, PAILLET, Patrick, PESCHAUX, Caroline, PRACHT, Axel & ROYER, Aurélien. (2019). *Fouille programmée de la grotte de Blenien à Wolschwiller (68). Bilan triennal 2017-2019*. Strasbourg : Service régional de l'archéologie d'Alsace. 328 p.

GRISELIN, Sylvain, AUDIARD, Benjamin, CHÂTELET, Madeleine, CHENAL, Fanny, FÜLLING, Alexander, GOSLAR, Tomasz, HULIN, Guillaume, KOEHLER, Héloïse, LEDUC, Charlotte, LEROYER, Matthieu, MOINE, Olivier, NILLES, Richard, SCHNEIDER, Nathalie & TRAUTMANN, Martine. (2018). *De la préhistoire à la Grande Guerre : Uffheim, Haut-Rhin, Rue Bifang/rue Suttergasse, Lotissement « Le Bifang » Grand Est* (Rapport de fouille). Metz : Inrap Grand-Est. 201 p. <<http://dolia.inrap.fr/flora/ark:/64298/0152482>>.

GRISELIN, Sylvain. (2016a). Le Mésolithique en alsace : premières données et perspectives. Dans P. Wuscher (dir.), *Le Paléolithique et le Mésolithique de la Plaine d'Alsace et des collines sous vosgiennes. Reprises des données existantes, pistes pour détecter les sites et approches territoriales* (Rapport du Projet Collectif de Recherche PaleoEls, p. 22-41). Sélestat : Archéologie Alsace.

GRISELIN, Sylvain, BEAUVAL, Cédric, BEAUDOUIN, Célia, HENRI, Nina, BIGNON-LAU, Olivier, LACRAMPE-CUYAUBERE, François, LAROULANDIE, Véronique, LEFRANC, Philippe, LOSSON, Benoît, MALLYE, Jean-Baptiste, MAN-ESTIER, Elena, MEVEL, Ludovic, MOULIN, Bernard, MUTH, Xavier, PAILLET, Patrick, PESCHAUX, Caroline, PORTIER, Jean-Michel, PRACHT, Axel & ROYER, Aurélien. (2016b). *Fouille programmée de la grotte de Blenien à Wolschwiller (68). Bilan triennal 2014-2016*. Strasbourg : Service régional de l'archéologie d'Alsace. 308 p.

GRISELIN, Sylvain, LEFRANC, Philippe & SCHNEIDER, Nathalie. (2016c). *Oberschaeffolsheim (Bas-Rhin) – Lot. RD 45. Des occupations du Néolithique moyen et du Bronze final* (Rapport de diagnostic). Metz : Inrap Grand Est Sud. 64 p. <<http://dolia.inrap.fr/flora/ark:/64298/0140422>>.

GRISELIN, Sylvain. (2016d). *Eckbolsheim (Bas-Rhin) – Recherche géothermique haute température* (Rapport de diagnostic).

Metz : Inrap Grand Est Sud. 52 p. <<http://dolia.inrap.fr/flora/ark:/64298/014384>>.

HEIM, Jean, LAUTRIDOU, Jean-Pierre, MAUCORPS, Jean, PUISSÉGUR, Jean-Jacques, ROUSSEAU, Denis-Didier, SOMMÉ, Jean, THÉVENIN, André & VAN VLIET-LANOË, Brigitte. (1984). *Achenheim : Loess et formation fluviatiles quaternaires d'Alsace – Livret guide 13 septembre 1984 – Symposium « Relations dynamiques et chronologiques entre dépôts glaciaires et périglaciaires » (13-19 septembre 1984)*. Lille : Sous-Commission de Stratigraphie du Quaternaire d'Europe (INQUA). 90 p.

JUNKMANN, Jürgen. (1995). Les ensembles lithiques d'Achenheim d'après la collection de Paul Wernert. *Bulletin de la Société préhistorique française*, 92 (1), 26-36.

KIENTZ, Jean-Jacques. (1989). Communication. *Revue de la Société d'histoire et d'archéologie de Brumath*, 14, 18.

KOEHLER, Héloïse, DIEMER, Simon, MOINE, Olivier & WUSCHER, Patrice. (2020). Nouvel essai de synthèse sur le paléolithique moyen alsacien. *Revue Archéologique de l'Est*, 69.

KOEHLER, Héloïse, WEGMÜLLER, Fabio, DETREY, Jean, DIEMER, Simon, HAUCK, Thomas, PÜMPIN, Christine, RENTZEL, Philippe, SÉVÈQUE, Noémie, STOETZEL, Emmanuelle, WUSCHER, Patrice, AUGUSTE, Patrick, BOCHERENS, Hervé, LUTZ, Mathias & PREUSSER, Frank. (2016a). Fouilles de plusieurs occupations du Paléolithique moyen à Mutzig-Rain (Alsace) : premiers résultats. *Bulletin de la Société préhistorique française*, 113 (3), 429-474. Disponible en ligne sur <https://www.persee.fr/doc/bspf_0249-7638_2016_num_113_3_14649> (consulté le 21 juin 2021).

KOEHLER, Héloïse (dir.), WEGMÜLLER, Fabio (dir.), AL NAJJAR, Mustafa, AUDIARD, Benjamin, AUGUSTE, Patrick, BAHAIN, Jean-Jacques, BEAUVAL, Cédric, BOCHERENS, Hervé, DIEMER, Simon, DRUCKER, Dorothée, FALGUÈRES, Christophe, LUTZ, Mathias, MUTH, Xavier, RICHARD, Hervé, SÉVÈQUE, Noémie, STOETZEL, Emmanuelle, TOMBERET, Olivier, VIGNERON, Anaïs, VILLA, Valentina & WUSCHER, Patrice. (2016b). *Mutzig, Bas-Rhin. Rain, Boulevard Clémenceau. Rapport de fouille programmée, triennale 2014-2016*. Strasbourg : Service régional de

l'archéologie d'Alsace. 269 p. Disponible en ligne sur <<https://fr.calameo.com/read/003725038f7609b90c131>> (consulté le 21 juin 2021).

KOEHLER, Héloïse (dir.), AFFOLTER, Jehanne, BACHELLERIE, François, BIGNON-LAU, Olivier, BONLAURI, Stéphanie, GIROS, Romain, FÜLLING, Alexander, KUCHARSKI, Marion, MOINE, Olivier, SALOMON, Hélène & WUSCHER, Patrice. (2016c). *Morschwiller-Le-Bas (67) : « Hungebeuer Hoelzle », Projet Ikea – ZAC Parc des Collines I. Un gisement du magdalénien supérieur* (Rapport de fouille préventive). Sélestat : Archéologie Alsace. Disponible en ligne sur <<https://fr.calameo.com/read/00372503845576123f5f5>> (consulté le 21 juin 2021).

KOEHLER, Héloïse (dir.), WEGMÜLLER, Fabio (dir.), AUDIARD, Benjamin, BEAUVAL, Cédric, BOCHERENS, Hervé, CLAUD, Émilie, DIEMER, Simon, DRUCKER, Dorothée, ELALOUF, Jean-Marc, GAVAZZI, Bruno, LUTZ, Mathias, MOREAU, Gwenalle, QAZI, Marimoutou, REILLER, Hugo, SÉVÈQUE, Noémie, SMOLDEREN, Alison, STOETZEL, Emmanuelle, UTGE, José, WUSCHER, Patrice & ZHANG, Minghe. (2020). *Mutzig, Bas-Rhin. Rain, Boulevard Clémenceau. Rapport de fouille programmée, triennale 2017-2019*. Strasbourg : Service régional de l'archéologie d'Alsace. 521 p. Disponible en ligne sur <<https://fr.calameo.com/read/003725038017706d08dd9>> (consulté le 21 juin 2021).

LAUTRIDOU, Jean-Pierre, SOMMÉ, Jean, HEIM, Jean, PUISSÉGUR, Jean-Jacques & ROUSSEAU, Denis-Didier. (1985). La stratigraphie des loess et formations fluviatiles d'Achenheim (Alsace) : nouvelles données bioclimatiques et corrélations avec les séquences pléistocènes de la France du Nord-Ouest. *Bulletin de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*, 22 (2-3), 125-132. Disponible en ligne sur <https://www.persee.fr/doc/quate_0004-5500_1985_num_22_2_1536> (consulté le 21 juin 2021).

LHOMME, Vincent. (2010). Le diagnostic archéologique des séquences fluviatiles pléistocènes de la basse vallée de l'Yonne. Dans P. Depaepe & F. Séara (dir.), *Le diagnostic des sites paléolithiques et mésolithiques : actes du 4^e séminaire méthodologique de l'Inrap*, 5-6 déc. 2006, Paris (Les Cahiers de l'Inrap 3, p. 58-63). Paris : Inrap. Disponible en ligne sur

<<https://stinrap.hypotheses.org/11643>>
(consulté le 21 juin 2021).

LIMONDIN, Nicole. (1987). Mollusques quaternaires et reconstitutions climatiques : modalités des prélèvements. *Bulletin de la Société préhistorique française*, 84 (4), 104-106.

LOCHT, Jean-Luc, SELLIER, Nathalie, COUTARD, Sylvie, ANTOINE, Pierre & FERAY, Philippe. (2010). La détection de sites du Paléolithique ancien et moyen dans le nord de la France : une approche particulière. Dans P. Depaepe & F. Séara (dir.), *Le diagnostic des sites paléolithiques et mésolithiques : actes du 4^e séminaire méthodologique de l'Inrap, 5-6 déc. 2006, Paris* (Les Cahiers de l'Inrap 3, p. 49-57). Paris : Inrap. Disponible en ligne sur <<https://stinrap.hypotheses.org/11634>> (consulté le 21 juin 2021).

LOCHT, Jean-Luc (dir.). (2002). *Bettencourt-Saint-Ouen, Somme : cinq occupations paléolithiques au début de la dernière glaciation*. Paris : Éditions de la Maison des sciences de l'homme.

LOCHT, Jean-Luc. (2005). Le Paléolithique moyen en Picardie : état de la recherche. *Revue Archéologique de Picardie*, 3/4, 27-35.

LOŽEK, Vojen. (1990). Molluscs in loess, their paleoecological significance and role in geochronology – Principles and methods. *Quaternary International*, 7-8, 71-79. <[https://doi.org/10.1016/1040-6182\(90\)90040-B](https://doi.org/10.1016/1040-6182(90)90040-B)>.

MAZENOT, Georges. (1963). Recherches malacologiques sur les loess et les complexes loessiques d'Alsace. Bulletin du Service de la *Carte Géologique d'Alsace et de Lorraine*, 16 (1), 3-69. Disponible en ligne sur <https://www.persee.fr/doc/sgeol_0037-2560_1963_num_16_1> (consulté le 21 juin 2021).

MOINE, Olivier. (2014). Weichselian Upper Pleniglacial environmental variability in north-western Europe reconstructed from terrestrial mollusc faunas and its relationship with the presence/absence of human settlements. *Quaternary International*, 337, 90-113. <<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.02.030>>.

MOINE, Olivier, ANTOINE, Pierre, DESCHODT, Laurent & SELLIER-SEGARD, Nathalie. (2011). Enregistrements malacologiques

à haute résolution dans les loess et les gleys de tundra du Pléniglaciaire weichselien supérieur : premiers exemples du nord de la France. *Quaternaire*, 22 (4), 307-325. <<https://doi.org/10.4000/quaternaire.6042>>.

MOINE, Olivier, ROUSSEAU, Denis-Didier & ANTOINE, Pierre. (2008). The impact of Dansgaard-Oeschger cycles on the loessic environment and malacofauna of Nussloch (Germany) during the Upper Weichselian. *Quaternary Research*, 70 (1), 91-104. <<https://doi.org/10.1016/j.yqres.2008.02.010>>.

MOINE, Olivier, ROUSSEAU, Denis-Didier & ANTOINE, Pierre. (2005). Terrestrial molluscan records of Weichselian Lower to Middle Pleniglacial climatic changes from the Nussloch loess series (Rhine Valley, Germany): the impact of local factors. *Boreas*, 34 (3), 363-380. <<https://doi.org/10.1111/j.1502-3885.2005.tb01107.x>>.

MURER, Axelle, BACHELLERIE, François, BOULOGNE, Nina, BOURY, Loïc, CÉCILLOT, Clara, DAVERAT, Loïc, GOEPFERT, Sébastien, GOUDISSARD, Simon, JAMMET-REYNAL, Loïc, MAUDUIT, Amandine & TENUD, Antoine. (2016). *Eguisheim, Lotissement Herrenweg* (Rapport final d'opération d'archéologie préventive, vol. 1). Habsheim : Anthéa archéologie. 440 p. <<http://dolia.inrap.fr/flora/ark:/64298/0147614>>.

PACKMAN, Susan C. & GRÜN, Rainer. (1992). TL analysis of loess samples from Achenheim. *Quaternary Science Reviews*, 11 (1-2), 103-107. <[https://doi.org/10.1016/0277-3791\(92\)90049-E](https://doi.org/10.1016/0277-3791(92)90049-E)>.

PREUSSER, Frank. (2004). Towards a chronology of the Late Pleistocene in the northern Alpine Foreland. *Boreas*, 33 (3), 195-210. <<https://doi.org/10.1111/j.1502-3885.2004.tb01141.x>>.

PREUSSER, Frank. (2008). Characterisation and evolution of the River Rhine system. *Netherlands Journal of Geosciences*, 87 (1), 7-19. <<https://doi.org/10.1017/S0016774600024008>>.

PUISSÉGUR, Jean-Jacques. (1976a). *Mollusques continentaux quaternaires de Bourgogne. Significations stratigraphiques et climatiques. Rapports avec d'autres faunes boréales de France* (Mémoires Géologiques de l'Université de Dijon, 3). Paris : Doin. 241 p.

- PUISSÉGUR, Jean-Jacques. (1976b). Les mollusques terrestres du domaine paléarctique. Dans H. de Lumley (dir.), *La Préhistoire française. I. Les civilisations paléolithiques et mésolithiques de la France* (p. 444-446). Paris : Centre National de la Recherche Scientifique.
- PUISSÉGUR, Jean-Jacques. (1978). Les mollusques des séries loessiques à Achenheim. *Recherches Géographiques à Strasbourg*, 7, 71-96.
- REBMANN, Thierry. (2005). *Caractérisations pétroarchéologiques, provenances et aires de circulations des industries moustériennes différentes du silex en Région du Rhin Supérieur, entre la Moselle et le Jura : stations de Mutzig et Nideck (Alsace, France), de Lellig (Luxembourg), et Alle (Canton du Jura, Suisse)* (Thèse de doctorat). Université Louis Pasteur, Strasbourg. 289 p. Disponible en ligne sur <https://publication-theses.unistra.fr/public/theses_doctorat/2005/REBMANN_Thierry_2005.pdf> (consulté le 26 juin 2021).
- ROTH-ZEHNER, Muriel (dir.), DELLOUL, Marion, GRISELIN, Sylvain, LEPROVOST, Céline, RAULT, Estelle & WUSCHER, Patrice. (2019). *Ensisheim (Haut-Rhin) : « Reguisheimer Feld », ZAID de Ensisheim /Reguisheim [tranche 4]* (Rapport de diagnostic). Sélestat : Archéologie Alsace. 177 p. Disponible en ligne sur <<https://fr.calameo.com/read/003725038b2a039200b56>> (consulté le 21 juin 2021).
- ROTH-ZEHNER, Muriel (dir.), BACHELLERIE, François & WUSCHER, Patrice. (2016). *Ensisheim (Haut-Rhin) : « Reguisheimer Feld », ZAID de Ensisheim/Reguisheim [tranche 3] : Six millénaires d'occupation du Mésolithique au Premier Moyen Âge* (Rapport de diagnostic). Sélestat : Archéologie Alsace. 233 p. Disponible en ligne sur <<https://fr.calameo.com/read/00372503830bab7d0d21c>> (consulté le 21 juin 2021).
- ROUSSEAU, Denis-Didier. (1987). Paleoclimatology of the Achenheim series (middle and upper Pleistocene, Alsace, France). A malacological analysis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 59, 293-314. <[https://doi.org/10.1016/0031-0182\(87\)90087-3](https://doi.org/10.1016/0031-0182(87)90087-3)>.
- ROUSSEAU, Denis-Didier. (1986). Intérêt paléobiogéographique de *Pupilla loessica* Ložek et de *Vallonia tenuilabris* (A. Braun) pour le Pléistocène ouest-européen (Comptes Rendus de l'Académie des Sciences ; Série 2). *Sciences de la Terre et des Planètes*, 303 (3), 257-262.
- SAINTY, Jean. (1996). *Mittelhausbergen (Bas-Rhin)* (Rapport de diagnostic). Strasbourg : SRA Alsace.
- SAINTY, Jean, REBMANN, Thierry & OBERKAMPF, Marjolaine. (1996). *Site préhistorique de Mutzig (Bas-Rhin). Prospection thématique de la moyenne vallée de la Bruche. Années 1994-1996*. Strasbourg : Direction régionale des affaires culturelles d'Alsace, Service régional de l'archéologie. 61 p.
- SAINTY, Jean & THÉVENIN, André. (1978). Le sol 74. Dans H. Vogt (dir.), *Géomorphologie et préhistoire dans la région de Strasbourg : Recherches Géographiques à Strasbourg n°7* (p. 99-112). Strasbourg : Association Géographique d'Alsace, U.E.R. de Géographie, Université L. Pasteur.
- SCHNEIKERT, François. (2013). *Oberschaeffolsheim, Bas-Rhin, Plateforme d'activité, Centre de valorisation des déchets* (Rapport de diagnostic). Sélestat : Pôle d'Archéologie Interdépartemental Rhénan. 52 p.
- SCHNITZLER, Bernadette & SAINTY, Jean. (1992). *Aux Origines de l'Alsace. Du Paléolithique au Mésolithique*. Strasbourg : Éditions des Musées de la ville de Strasbourg. 103 p.
- SCHUMACHER, E. (1897). Ueber das erste Auftreten des Menschen im Elsass. *Mitteilungen der Philomathischen Gesellschaft in Elsass-Lothringen*, 5 (3), 93-117.
- SCHUMACHER, E. (1914). Achenheim als Geologisch-Præhistorische Station. *Die Vogesen*, 12, 144-146.
- SOMMÉ, Jean, LAUTRIDOU, Jean-Pierre, HEIM, Jean, MAUCORPS, Jean, PUISSÉGUR, Jean-Jacques, ROUSSEAU, Denis-Didier, THÉVENIN, André & VAN VLIET-LANOË, Brigitte. (1986). Le cycle climatique du Pléistocène supérieur dans les loess d'Alsace à Achenheim. *Bulletin de l'Association*

française pour l'étude du Quaternaire, 23 (1-2), 97-104. Disponible en ligne sur <https://www.persee.fr/doc/quate_0004-5500_1986_num_23_1_1799> (consulté le 21 juin 2021).

STEINER, Nicolas (dir.), CORNET, Emeric, FLEISCHER, Felix, VIGREUX, Thomas, CHAMPOUGNY, Anaïs, NICLOUD, Elisa, MOINE, Olivier & SIEVERS, Jonna Britt. (2012). *L.G.V. Rhin- Rhône (Haut-Rhin), Phase 2 Branche Est, Burnhaupt-le-Haut, Aspach-le-Bas, Schweighouse-Thann, Reiningue (du PK 158,320 au PK 169,300)* (Rapport de diagnostic, volume 1 : texte). Sélestat : Pôle d'Archéologie Interdépartemental Rhénan, Dijon : Inrap GES. 222 p. <<http://dolia.inrap.fr/flora/ark:/64298/0125541>>.

THÉVENIN, André. (1982). Informations archéologiques. Circonscription d'Alsace. Bas-Rhin. Achenheim. *Gallia Préhistoire*, 25 (2), 293-294. Disponible en ligne sur <https://www.persee.fr/doc/galip_0016-4127_1982_num_25_2_1700> (consulté le 21 juin 2021).

WELTER-SCHULTES, Francisco. (2012). European non-marine molluscs: a guide for species identification. Göttingen : Planet Poster. 679 p.

WERNERT, Paul. (1936). De quelques phénomènes géologiques dans les coupes de la station paléolithique d'Achenheim (Bas-Rhin). *Bulletin de la Société préhistorique de France*, 33 (11), 620-623. Disponible en ligne sur <https://www.persee.fr/doc/bspf_0249-7638_1936_num_33_11_5462> (consulté le 21 juin 2021).

WERNERT, Paul. (1957). *Stratigraphie paléontologique et préhistorique des sédiments quaternaires d'Alsace, Achenheim* (Mémoires du Service de la Carte Géologique d'Alsace et de Lorraine, 14). Strasbourg : Université de Strasbourg. 262 p.

WERNERT, Paul. (1955). Un fossile-directeur de la faune malacologique interglaciaire dans les limons loessiques de la station paléolithique d'Achenheim : Zonites acieformis Klein. Contribution à la climatologie de l'ère quaternaire dans le fossé rhénan. *Bulletin du Service de la Carte Géologique d'Alsace et de Lorraine*, 8 (1), 119-127. Disponible en ligne sur <https://www.persee.fr/doc/sgeol_0037-2560_1955_num_8_1_1150> (consulté le 21 juin 2021).

WERNERT, Paul. (1952). Outil paléolithique en coquille d'huître fossile du loess ancien de Hangenbieten. Contribution à l'étude de l'outillage coquillier de l'âge de la pierre. *Cahiers d'archéologie et d'histoire de l'Alsace*, 132, 10-20.

WERNERT, Paul. (1937). La station paléolithique d'Achenheim dans le cadre des formations pléistocènes de la vallée du Rhin. *Revue de géographie Physique et de Géologie dynamique*, 11, 161-163.

WICKERSHEIMER, Ernest. (1939). Au sujet des défenses d'éléphant découvertes à Vendenheim en l'An VII de la République. *Cahiers d'Archéologie et d'Histoire d'Alsace*, 8, 103-106.

WUSCHER, Patrice, BACHELLERIE, François, DIEMER, Simon, KOEHLER, Héloïse, GRISELIN, Sylvain, GOUDISSARD, Simon, FABRE, Magali, PRACHT, Axel, SCHNEIDER, Nathalie, BOËS, Eric & MOINE, Olivier. (à paraître). Du nouveau à l'est : les recherches récentes sur le paléolithique en alsace menées dans le cadre du PCR PaleoEls. Dans F. Blaser, C. Chaussé, H. Djema et J.-L. Loch, *De l'Île-de-France à l'Europe du Nord-Ouest, les peuplements humains avant le dernier maximum glaciaire : Actes de la Table ronde, Nanterre, 15-16 oct. 2018*.

WUSCHER, Patrice, JORDA, Christophe, BORDERIE, Quentin, SCHNEIDER, Nathalie & BRUXELLES, Laurent. (2020). De la formation géologique à la tranchée : trouver et comprendre les sites archéologiques menacés par les travaux d'aménagement du territoire. *Archimède : Archéologie et Histoire Ancienne*, 7, 158-175. <<https://doi.org/10.47245/archimede.0007.act.05>>.

WUSCHER, Patrice (dir.). (2019). *Le Paléolithique et le Mésolithique de la Plaine d'Alsace et des collines sous-vosgiennes. Reprises des données existantes, pistes pour détecter les sites et approches territoriales* (Rapport de Projet Collectif de Recherche). Paris : Ministère de la Culture.

WUSCHER, Patrice (dir.). (2018). *Le Paléolithique et le Mésolithique de la Plaine d'Alsace et des collines sous-vosgiennes. Reprises des données existantes, pistes pour détecter les sites et approches territoriales* (Rapport de Projet Collectif de Recherche). Paris : Ministère de la Culture. 232 p.

WUSCHER, Patrice (dir.). (2017). *Le Paléolithique et le Mésolithique de la Plaine d'Alsace et des collines sous-vosgiennes. Reprises des données existantes, pistes pour détecter les sites et approches territoriales* (Rapport de Projet Collectif de Recherche). Paris : Ministère de la Culture. 2017. 147 p.

WUSCHER, Patrice (dir.). (2016). *Le Paléolithique et le Mésolithique de la Plaine d'Alsace et des collines sous-vosgiennes. Reprises des données existantes, pistes pour détecter les sites et approches territoriales* (Rapport de Projet Collectif de Recherche). Paris : Ministère de la Culture. 152 p. Disponible en ligne sur <<https://fr.calameo.com/read/00372503860cb09717971>> (consulté le 21 juin 2021).

WUSCHER, Patrice (dir.), KOEHLER, Héloïse, MOINE, Olivier, BACHELLERIE, François, BASOGE, Florian, GRISELIN, Sylvain, SCHNEIDER, Nathalie, BOËS, Eric, DIEMER, Simon & SÉVÈQUE, Noémie. (2015). *Le Paléolithique et le Mésolithique de la Plaine*

d'Alsace et des collines sous-vosgiennes. Reprises des données existantes, pistes pour détecter les sites et approches territoriales (Rapport de Projet Collectif de Recherche). Sélestat : Pôle d'Archéologie Interdépartemental Rhénan. 152 p. Disponible en ligne sur <<https://fr.calameo.com/read/00372503877bf49f2aa26>> (consulté le 21 juin 2021).

WUSCHER, Patrice & MOINE, Olivier. (2018). Quaternaire et géoarchéologie paléolithique en France : quoi de neuf depuis 1976 ? V. Alsace. Dans F. Djindjian (dir.), *La Préhistoire de la France* (p. 59-62). Paris : Hermann.

ZÖLLER, Ludwig. (1995). *Wärm- und Rißlöß- Stratigraphie und Thermolumineszenz-Datierung in Süddeutschland und angrenzenden Gebieten* (Thèse d'Habilitation). Ruprecht-Karls-Universität, Heidelberg. 223 p.